

110 760



INSTITUUT VOOR PHYTOPATHOLOGIE

Laboratorium voor Nijverheid

en Aardappelonderzoek

Paris 1888.

WAGENINGEN

L'ANGUILULE DE LA TIGE

(*TYLENCHUS DEVASTATRIX KÜHN*)

ET

LES MALADIES DES PLANTES

dues à ce Nématode,

PAR

Dr. J. RITZEMA BOS,

Professeur à l'Institut agricole de l'État à Wageningen.

I. INTRODUCTION.

„Nicht Kunst und Wissenschaft allein,
Geduld will bei dem Werke sein.”

GOETHE.

„Die Zoologie hat nicht blos die Aufgabe, eine Beschreibung der Formen zu liefern, sondern sie muss auch in den inneren Bau eindringen und die Thiere in ihren verschiedenen Lebenszuständen, auf ihren verschiedenen Entwicklungen, in ihrem gegenseitigen Aufeinanderwirken, in ihrer Abhängigkeit von den kosmischen Einflüssen schildern, ihre Verbreitung über die Erde in der Gegenwart und in den früheren Erdperioden und die Rolle, welche sie der übrigen Natur gegenüber spielen, behandeln.”

L. K. SCHMARDIA.

„La vie ne saurait s'expliquer par un principe intérieur d'action; elle est le résultat d'un conflit entre l'organisme et les conditions physico-chimiques ambiantes. Ce conflit n'est point une lutte, mais une harmonie.”

CLAUDE BERNARD.

Depuis le printemps de 1882, alors que j'observai pour la première fois, dans les environs de Delden et de Goor (Overijssel), la maladie vermiculaire („Stockkrankheit”) du blé, je me suis occupé de l'étude de l'anatomie et de la biologie du nématode *Tylenchus devastatrix* qui est la cause de la maladie précitée. Dans la même année 1882, un travail de M. le professeur Hugo de Vries fixa mon attention sur des recherches faites par Prillieux concernant la maladie vermiculaire des jacinthes,

surtout que ce naturaliste français indiquait comme la cause de cette maladie un nématode différent fort peu du *Tylenchus devastatrix*, peut-être même identique à cette espèce. Enfin en 1883, Beyerinck fit des recherches sur la maladie vermiculaire de l'oignon („Kroefziekte”) qui commençait à s'étendre davantage en Hollande Méridionale et en Zélande, où cette plante était devenue l'objet d'une culture plus générale qu'auparavant. Comme cause de cette maladie il trouva également un nématode du genre *Tylenchus*, différent apparemment mais fort peu du *Tylenchus devastatrix*. Prillieux donna à son anguillule de la jacinthe le nom provisoire de *Tylenchus Hyacinthi*, tandis que Beyerinck donna le nom de *Tylenchus Allii* à l'anguillule de l'oignon.

Il me sembla qu'il serait intéressant d'observer attentivement et de comparer entre elles les maladies vermiculaires précitées du blé, de la jacinthe et de l'oignon. Malgré les différences apparentes que ces maladies présentent lorsqu'on les examine superficiellement, je jugeai qu'un examen plus approfondi ferait découvrir beaucoup de conformité, attendu que les parasites considérés comme la cause de ces maladies ont entre eux tant d'affinités que, dans tous les cas, ils doivent exercer sur les tissus végétaux une influence identique; les différences entre les trois sortes de maladies devaient avant tout trouver leur origine dans la différence spécifique des plantes attaquées.

Je m'adressai itérativement à plusieurs praticiens expérimentés dans le domaine agricole et horticole, en les priant de vouloir bien me fournir des matériaux pour mes recherches. Plusieurs m'accordèrent l'aide la plus bienveillante. M. S. Bitter, administrateur au domaine Twickel, près de Delden, m'envoya une caisse de terre provenant de champs, sur lesquels le blé avait été attaqué par les anguillules; je pouvais donc semer autant de blé que je le désirais dans de la terre contaminée, afin d'observer le développement de la maladie chez cette céréale. MM. J. van Es Lzn, à Melissant (Hollande Méridionale), et L. J. Mol, à St. Maartensdijk (Zélande), m'envoyèrent successivement des oignons malades parvenus à diverses époques de leur développement, ainsi que de la terre, sur laquelle, l'année précédente, les oignons avaient été atteints de la maladie vermiculaire. MM. J. H. Krelage, A. C. Groenewegen (firme A. C. van Eede et Cie) et Polman Mooy, à Haarlem, de même que M. C. de Lange Artz, à Schoten, m'envoyèrent itérativement des bulbes de jacinthes malades. Je m'acquitte d'un agréable devoir en leur offrant à tous l'expression de ma sincère gratitude pour la bienveillance avec laquelle ils m'ont envoyé des matériaux aussi abondants. Leur très utile collaboration m'a permis d'instituer des recherches sur une grande échelle. Je dois, e

outre, bien des remerciements à MM. Groenewegen et Bitter pour les peines qu'ils se sont données, le premier en me montrant le développement de la maladie vermiculaire sur ses champs de jacinthes, le second en me faisant voir, dans les champs près de Delden, la maladie du blé, causée par les anguillules; ils m'ont procuré des éclaircissements importants sur les lieux mêmes des déprédatations. Mais avant tout je dois encore citer avec reconnaissance le nom de M. Krelage qui me signala divers ouvrages pouvant m'être utiles dans mes investigations; il mit à ma disposition, pour un temps considérable, plusieurs livres de sa riche bibliothèque et avec sa bienveillance habituelle, il me donna bien des indications sur la culture des bulbes à fleurs, qui ne m'est point familière. Enfin, last not least, je saisis cette occasion de remercier cordialement M. le prof. Hugo de Vries pour l'intérêt qu'il a bien voulu témoigner à mes recherches et pour les importants éclaircissements qu'il voulut bien me fournir, surtout lorsque j'ai dû me hasarder sur le terrain de la botanique, qui est moins de mon domaine.

Le nématode qui est la cause de la maladie vermiculaire du blé, fut décrit en 1858 en premier lieu par Julius Kühn, non pas toutefois comme étant la cause de l'importante maladie de cette céréale („Stockkrankheit”), mais bien comme la cause de la „Kernfäule” des inflorescences du chardon à foulon (*Dipsacus fullonum*)¹⁾. Cette dernière maladie, pour me servir des expressions de Kühn, est caractérisée „durch ein allmäßiges Missfarbigwerden und Vertrocknen der Blüthenköpfe. Das Markgewebe derselben wird dabei gebräunt, und die Blüthen welken und sterben frühzeitig ab. Die Bräunung des Zellgewebes beginnt am Blüthenboden und schreitet nach innen vor, bis das ganze Mark davon ergriffen ist.” Dans les capitules de chardon malades, Kühn trouva les anguillules en état de léthargie. Il donna à ce nématode parasitaire végétal le nom de „*Anguillula Dipsaci*”; il en fit la diagnose suivante:

„*Anguillula Dipsaci* nov. spec. corpore 0.93—1.42 mill. longo, 0.026—0.032 mill. lato, extremitate antica parum attenuata obtusa rotundata, postica sensim subtiliter acuminata, cauda feminae (ab vulva) $\frac{1}{5}$, maris (ab pene) $\frac{1}{5}$ corporis aequante, recto vel paulo incurva, oesophago postico bulboso, vulva in postico corpore sita.”

¹⁾ Julius Kühn, „Ueber das Vorkommen von Anguillulen in erkrankten Blüthenköpfen von *Dipsacus fullonum L.*”; in »Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie,” IX (1858), p. 129.

Kamrodt¹⁾ trouva des anguillules dans des plantes de blé déformées, atteintes d'une maladie que Schwerz²⁾ connaissait déjà dans ses phénomènes externes et qu'il décrivit sous le nom de „Stock.” Kühn³⁾ toutefois démontre le premier d'une façon concluante que ces anguillules non seulement apparaissent dans les plantes de blé malades, mais encore qu'elles sont la *cause* de la maladie. En même temps il démontre que les anguillules des capitules du chardon à foulon ne diffèrent pas spécifiquement de celles des plantes de blé, atteintes de la maladie du „Stock”; en effet, les deux se ressemblent tellement qu'il n'est pas possible d'indiquer une différence essentielle; en outre, Kühn réussit à obtenir des plantules de blé atteintes de „Stock” au moyen de graines, qu'il sema dans de la terre qu'il avait au préalable mêlée avec des capitules de chardon à foulon finement émiettés. Comme on démontre bientôt que la même espèce d'anguillule peut apparaître dans l'avoine, le sarrazin et quelques autres végétaux, Kühn estima que le nom d'*Anguillula Dipsaci* convenait moins et il le changea en celui d'*Anguillula devastatrix*. Mais les recherches de Bastian⁴⁾ firent voir, que le nombre des anguillulides est beaucoup plus considérable qu'on le présumait et qu'il existe des différences très importantes dans l'organisation de celles-ci; dès lors l'ancien genre *Anguillula* dût être divisé en plusieurs genres nouveaux et Bastian rapporta désormais l'*Anguillula Dipsaci* Kühn avec quelques autres nématodes, au genre nouveau *Tylenchus*⁵⁾. Cet exemple est suivi depuis lors par tous les zoologistes; néanmoins quelques agronomes continuent toujours à se servir du nom générique d'*Anguillula* pour l'espèce dont nous nous occupons et pour quelques espèces voisines. — Non seulement il y a désaccord quant au nom générique de ce ver, mais le nom spécifique sous lequel on le désigne, n'est pas toujours le même. Les zoologistes — fidèles aux lois de la nomenclature — continuent le plus souvent à l'appeler *Tylenchus Dipsaci*; mais les agronomes semblent donner généralement la préférence au nom de *Tylen-*

¹⁾ Voir *Zeitschrift des landwirthschaftlichen Vereins in Rhein-Preussen*, 1867, n°. 6, p. 251.

²⁾ Schwerz, *Anleitung zum praktischen Ackerbau*, 1825, vol. II, p. 414.

³⁾ Kühn, *Ueber die Wurmkrankheit des Roggens und über die Uebereinstimmung der Anguillulen des Roggens mit denen der Weberkarde*, in *Sitzungsberichte für 1868 der Naturforschenden Gesellschaft in Halle*.

⁴⁾ Bastian, *Monograph on the Anguillulidae*, in *Transactions of the Linnean Society of London*. XXV. tom. VI, 1865.

⁵⁾ Composé de *τύλος*, bouton, et *γνήσιος*, stylet, lance; allusion à la forme particulière du dard buccal, qui se termine en un petit bouton.

chus devastatrix, qui d'ailleurs convient mieux et ne donne lieu à aucune confusion ni signification erronée, comme c'est le cas pour le premier nom spécifique donné par Kühn. J'ai cru pouvoir, pour cette espèce d'anguillule, introduire la dénomination néerlandaise de „*Stengelaaltje*,” (*Anguillule de la tige*), d'après l'exemple du nom de „*Wurzelälchen*” (*Anguillule de la racine*) donné par Greeff à l'*Heterodera radicicola*, que l'on rencontre dans les racines de beaucoup d'espèces de végétaux. J'ai pu constater, en effet, que le *Tylenchus devastatrix* peut vivre à l'état de parasite sur au moins trente quatre espèces de végétaux et qu'il se trouve toujours dans les parties des tiges ou de leurs appendices (feuilles), jamais dans les parties radiculaires.

Lorsque Beyerinck ¹⁾ s'occupa de ses recherches sur des oignons atteints de maladies vermiculaires, il me fit voir au microscope les anguillules, qu'il avait appris à connaître comme la cause de cette maladie. Nous arrivâmes alors l'un et l'autre à la conclusion que ces anguillules devaient avoir, il est vrai, une grande affinité avec celles du blé (*Tylenchus devastatrix*), mais que cependant il devait exister entre les deux espèces une différence constante, quelque petite qu'elle fût: la forme de la bursa (voir Planche I, fig. 2,0.) nous sembla être différente dans les deux sortes d'anguillule. C'est ainsi que Beyerinck donna à l'anguillule de l'oignon un nom scientifique nouveau, celui de *Tylenchus Allii*.

Plus tard, lorsque M. van Es et M. Mol m'envoyèrent de la terre et des oignons infestés, j'ai passé en revue sous le microscope des centaines d'anguillules de l'oignon et je les ai comparées attentivement avec des anguillules du blé. Il me parut que ces dernières sont en moyenne un *tant soit peu* plus petites que celles de l'oignon; mais il m'a été impossible de constater entr'elles des différences ayant une valeur morphologique quelconque, et finalement je ne pus trouver dans tous les exemplaires une différence constante dans la forme de la bursa.

Je me décidai à semer sur un terrain, renfermant de la terre infestée d'anguillules du blé de Delden, des graines d'oignons obtenues à Wageningen où la maladie vermiculaire n'existe pas; l'année précédente j'avais déjà semé sur ce terrain des graines de blé, et les plantes de blé qui en étaient provenues, étaient attaquées la plupart dans une large mesure de la maladie vermiculaire („Stock”). Bientôt les plantules d'oignon, venues sur ce terrain, montrèrent les phénomènes de la maladie de l'oignon („Kroefziekte”) et même dans une mesure considérable; un

¹⁾ *Maandblad der Holl. Mij. van Landbouw*, 1883, n°. 9. *De oorzaak der kroefziekte van jonge ajuinplanten*, door Dr. M. W. Beyerinck.

examen plus complet fit voir que ces plantules étaient hantées par de nombreuses anguillules, provenant du terrain infesté. Il m'était donc démontré que le *Tylenchus devastatrix Kühn* (= *Tylenchus Dipsaci Kühn*) ne peut être différencié par des caractères valables, constants, du *Tylenchus Allii Beyerinck* et que ce *Tylenchus devastatrix* du blé aussi bien que le *Tylenchus Allii* des oignons peuvent produire la maladie vermiculaire („Kroefziekte”) de l'oignon. Il n'existe aucune différence, ni morphologique ni physiologique, pouvant ériger ces anguillules en deux espèces distinctes.

Après avoir constaté de la sorte que l'anguillule de l'oignon ne diffère pas de celle du blé, je commençai à soupçonner davantage que le *Tylenchus Hyacinthi*, considéré par Prillieux comme la cause de la maladie des jacinthes romaines (*Hyacinthus romanus*) et que de Vries et Wakker rencontrèrent dans les jacinthes malades de Haarlem (*Hyacinthus orientalis*), serait identique avec le *Tylenchus devastatrix*. Une comparaison attentive de centaines d'exemplaires me permit de conclure, qu'il n'existe pas de différence constante entre le *Tylenchus Hyacinthi Prillieux* et le *Tylenchus devastatrix Kühn*; et que entre divers exemplaires d'anguillules de la jacinthe et divers exemplaires d'anguillules du blé il existe des différences réciproques aussi grandes qu'entre des exemplaires des deux sortes séparément. Je voulus rechercher s'il m'était possible de faire voir que les *Tylenchus devastatrix Kühn*, *T. Allii Beyerinck* et *T. Hyacinthi Prillieux* ne peuvent être distingués physiologiquement. J'instituai pour cela les expériences suivantes.

Je découpai finement des jacinthes malades et les mêlangeai avec de la terre de jardin ne contenant ni *Tylenchus devastatrix* ni autres *Tylenchus*. Dans un pot de ce mélange je semai du blé et dans un autre des graines d'oignon. Plus tard j'examinai les jeunes plantules et je trouvai des *Tylenchus* et dans le blé et dans les oignons. Les deux végétaux étaient plus ou moins atrophiés: les oignons montraient la maladie vermiculaire à un degré beaucoup plus étendu; quelques plantules du blé étaient plus ou moins atteintes de la „Stockkrankheit.” En outre, le *Tylenchus* des jacinthes malades, qui dans sa structure ne diffère pas de celui du blé infesté ni de celui des oignons véreux, ne diffère pas dans son action de celle des anguillules, que l'on rencontre d'ordinaire sur les plantes malades des deux dernières espèces.

Une expérience dirigée en sens contraire confirma entièrement ce fait. Je plantai un bulbe de jacinthe sain dans un sol argileux qui m'avait été envoyé par M. Van Es, de Melissant (Hollande Méridionale), et dans lequel l'année précédente les oignons avaient été gravement atteints.

Le bulbe fut atteint à son tour de maladie vermiculaire. Il en fut de même de quelques bulbes sains de jacinthes, que je plantai dans de la terre sableuse, infestée d'anguillule du blé et qui m'avait été envoyée par M. Bitter, de Delden (Overijssel).

Après ces expériences et après l'examen auquel je m'étais livré, il n'était plus possible de révoquer en doute le fait que les noms de *Tylenchus devastatrix Kühn*, *T. Allii Beyerinck* et *T. Hyacinthi Prillieux* ne sont que des appellations différentes pour une et même espèce; néanmoins pour plus de sûreté je résolus d'invoquer l'aide d'un spécialiste en ce qui concerne les anguillules. J'avais semé des bulbilles d'*Allium proliferum* dans de la terre exempte d'anguillules, mais mélangée avec des débris finement hachés de bulbes malades de jacinthes. Comme on pouvait s'y attendre, les *Tylenchus* passèrent dans les plantules fraîchement développées. J'envoyai ces jeunes plantes d'oignons au Dr. J. G. de Man, à Middelbourg, auteur d'une monographie détaillée des anguillules¹⁾ avec prière de bien vouloir me faire connaître de quelle espèce de *Tylenchus* il s'agissait. M. de Man répondit à mon désir de la façon la plus bienveillante. Il me fit savoir que mes *Tylenchus* (qui, d'après ce qui précède, devaient appartenir au *T. Hyacinthi Prillieux*), en égard aux descriptions existantes du *Tylenchus devastatrix Kühn*, ne peuvent pas être précisément rapportés à cette espèce, bien qu'ils aient avec elle un très grande affinité; mais qu'ils ressemblent également beaucoup au *Tylenchus Askenasyi Bütschli* qui fut trouvé dans les monts Taunus à l'état de parasite dans une espèce de mousse, le *Hypnum cupressiforme*²⁾. D'une comparaison de la description faite par Bütschli du *Tylenchus* précité avec les miens, il résulte qu'il devait exister entre eux deux des caractères différents, bien que ceux-ci fussent d'une nature secondaire.

Le Dr. de Man n'avait pas examiné lui-même le *Tylenchus devastatrix* ni le *T. Askenasyi*; il ne possédait pas du *T. Havensteinii Kühn*, qui fut trouvé à l'état de parasite sur la luzerne³⁾, une description assez complète pour décider si cette espèce, qui en tout cas a beaucoup d'analogie avec les deux dernières espèces, est ou non identique avec mon *Tylenchus*. Prillieux n'a donné aucune description satisfaisante du *Tylenchus Hyacinthi*.

¹⁾ Dr. J. C. de Man. „Die freie in der reinen Erde und im süßen Wasser lebenden Nematoden der Niederländischen Fauna.” Leiden, 1884.

²⁾ Dr. O. Bütschli. „Beiträge zur Kenntnis der freilebenden Nematoden” in Nova Acta der Kst. Leop. Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher, Tome XXXVI, n°. 5. Dresden, 1873, bl. 39.

³⁾ Dr. Julius Kühn, „Das Luzernälchen” (*Tylenchus Havensteinii Jul. Kühn*), in „Deutsche landwirthschaftliche Presse,” VIII, n°. 6 (1881), pag. 32.

Le Dr. de Man arrivait ainsi à conclure que dans tous les cas les *Tylenchus* envoyés par moi (*T. Hyacinthi*) doivent avoir beaucoup d'affinité avec les *T. devastatrix Kühn*, *T. Havensteinii Kühn* et *T. Askenasyi Bütschli*; mais qu'il lui était impossible, sans une étude plus approfondie de ces trois espèces, de décider si elles étaient identiques avec une ou plusieurs d'entr'elles. Il me signalait quelques différences, qui d'après les descriptions devraient exister entre les *T. devastatrix*, *T. Askenasyi* et mes *Tylenchus*, et finissait en déclarant qu'il se pourrait bien qu'on fût seulement en présence d'une espèce unique. Ma correspondance avec M. de Man me conduisit à étudier avec plus de soin encore et dans tous leurs détails mes *Tylenchus* plus spécialement sous le rapport de leur morphologie. Les résultats de mes recherches sont consignés dans les chapitres suivants.

II.

MORPHOLOGIE ET BIOLOGIE DU TYLENCHUS DEVASTATRIX KÜHN.

„Wenn wir Naturgegenstände, besonders aber die lebendigen, dergestalt gewahr werden, dass wir uns eine Einsicht in den Zusammenhang ihres Wesens und Wirkens zu verschaffen wünschen, so glauben wir zu einer solchen Kenntniss am besten durch Trennung der Theile gelangen zu können, wie denn auch wirklich dieser Weg uns sehr weit zu führen geeignet ist. Was Chemie und Anatomie zur Einsicht und Uebersicht der Natur beigetragen haben, dürfen wir nur mit wenig Worten den Freunden des Wissens in's Gedächtniss zurückrufen.

„Aber diese trennenden Bemühungen, immer und immer fortgesetzt, bringen auch manchen Nachtheil hervor. Das Lebendige ist zwar in Elemente zerlegt, aber man kann es aus diesen nicht wieder zusammenstellen und beleben. Dieses gilt schon von vielen anorganischen, geschweige von organischen Körpern.

„Es hat sich daher auch in dem wissenschaftlichen Menschen zu allen Zeiten ein Trieb hervorgethan, die lebendigen Bildungen als solche zu erkennen, ihre äusseren, sichtbaren greiflichen Theile im Zusammenhange zu erfassen, sie als Andeutungen des Innern aufzunehmen, und so das Ganze in der Anschauung gewissermaassen zu beherrschen.“

GOETHE.

„Wer will was Lebendig's erkennen und beschreiben,
Sucht erst den Geist herauszutreiben;
Dann hat er die Theile in seiner Hand,
Fehlt leider nur das geistige Band.“

GOETHE.

„Also bestimmt die Gestalt die Lebensweise des Thieres;
Und die Weise zu leben, sie wirkt auf alle Gestalten
Mächtig zurück.“

GOETHE.

CHAPITRE I.

Genre *Tylenchus* Bastian, sa place dans le système. —

Caractères de ce genre de nématodes.

L'anguillule de la tige (*Tylenchus devastatrix Kühn*) appartient à la classe des nématodes, qui se distinguent tous par un corps allongé, cylindrique, aminci aux deux extrémités et qui n'est pas composé de segments. Pour les caractères de leur organisation, nous renvoyons aux

différents traités de zoologie, surtout à l'ouvrage classique de Schneider concernant les nématodes¹⁾.

Diesing²⁾ partage les animaux de cette classe en deux groupes: 1°. *proctucha* (*nématodes* dans le sens que Rudolphi attachait à ce mot) et 2°. *aprocta*. Chez ces derniers, il n'existe pas d'orifice anal: l'ouverture buccale débouche directement dans la cavité du corps (*Sphaerularia Duf.*), ou bien il existe un œsophage; les autres parties du canal intestinal se distinguent avec plus ou moins de netteté du contenu celluleux (*Gordius L.*, *Mermis Duf.*). Ces nématodes dépourvus d'orifice anal sont peu nombreux; tous les autres — les vrais nématodes (*proctucha Diesing*) — possèdent un canal intestinal complet pourvu d'un orifice anal.

Ces derniers sont encore sousdivisés par Diesing en deux groupes: 1°. les *hypophalli*, dont l'appareil génital mâle est ventral et s'ouvre un peu en avant de l'extrémité caudale, et 2°. les *acrophalli* chez lesquels cette ouverture est entièrement terminale; cette disposition se rencontre entre autres, chez les genres *Trichina Owen*, *Strongylus Müller* et leurs congénères. Les *hypophalli* comprennent le plus grand nombre de nématodes: les ascarides ordinaires des genres *Ascaris L.*, *Oxyuris Rud.*, etc., qui vivent en parasites dans le canal intestinal de l'homme et de différents animaux; les *Filaria* dont la plupart des espèces se trouvent dans le tissu cellulaire, etc. etc. On rattache aussi aux *hypophalli* les familles des *urolabeae Eberth* et des *anguillulidae Eberth*; les nématodes vivant à l'état de liberté ou en parasites dans les plantes, appartiennent tous à une de ces deux familles. Toutefois, il sera démontré plus loin qu'il n'est pas rationnel de séparer ces deux familles.

Il est impossible d'établir une délimination rigoureuses entre les nématodes de vie libre et ceux de vie parasitaire. Ainsi il existe des espèces représentées par deux formes dont chacune se reproduit comme une espèce différente (hétérogénie), et dont l'une de ces formes vit en parasite dans un animal, tandis que l'autre vit dans la terre et se nourrit de matières organiques en décomposition. Il en est ainsi de l'*Ascaris nigrovenosa Rud.*, un ver de 12 mm. de longueur, qui vit dans les poumons de la grenouille. Cet ascaride est hermaphrodite; ses petits arrivent dans le canal intestinal de la grenouille et s'accumulent enfin dans le rectum, d'où ils sont évacués au dehors avec les excréments de l'hôte. Ils recherchent alors les matières organiques en décomposition, dans

¹⁾ Anton Schneider, „Monographie der Nematoden,” Berlin 1866.

²⁾ C. M. Diesing, „Revision der Nematoden,” dans les „Sitzungsberichte der Wiener Acad. Mathem. Naturwissensch. Cl.”, 1860, p. 595.

lesquelles — après un temps plus ou moins long — ils arrivent à l'état d'animaux adultes, mâles ou femelles. Ces animaux demeurent toujours très petits en comparaison de l'*Ascaris* qui vit dans la grenouille, auquel d'ailleurs ils ressemblent si peu que, d'après leurs caractères, on ne les rapporterait nullement aux *ascariides*, mais bien aux *anguillulides*, notamment au genre *Rhabditis Dujardin*, dont la plupart des espèces se reproduisent sans hétérogénie. Les *Rhabditis Ascaridis nigrovenosae* femelles produisent de grands œufs qui éclosent dans le corps de la mère et donnent naissance à des embryons qui perforent les parois des organes sexuels et gagnent ainsi la cavité du corps. Là ils dévorent des organes de la mère et s'emparent ainsi des œufs non encore éclos, et bientôt il ne reste plus de la mère *Rhabditis* que la peau qui forme ainsi un sac renfermant quelques petits. Ceux-ci étant arrivés au dehors, deviennent de petits vers à queue mince, qui vivent encore quelque temps dans l'eau ou la vase, pour changer plus tard, lorsqu'ils sont parvenus dans le corps de la grenouille, en *Ascaris nigrovenosa* hermaphrodite¹).

Cet exemple nous apprend que les nématodes qui vivent dans la terre ne poursuivent pas toujours la vie libre.

On ne peut pas non plus établir des limites bien exactes entre les nématodes qui vivent en parasites dans les plantes et ceux qui vivent en liberté. Ainsi l'anguillule du blé (*Tylenchus scandens Schneider*), qui pendant la plus grande partie de sa vie est un parasite des plantes, vit aussi quelque temps dans la terre. Il en est de même de l'anguillule de la tige (*Tylenchus devastatrix Kühn*), dont traite cet ouvrage. Il est plus difficile encore, même impossible, d'établir une délimitation bien tranchée entre les nématodes qui vivent libres dans la terre, et les représentants de cette classe qui s'attachent extérieurement aux racines des plantes et vivent en parasites externes des plantes. Ainsi les nombreuses espèces du genre *Dorylaimus Dujardin* se nourrissent uniquement ou essentiellement de sucs végétaux qu'elles enlèvent, au moyen de leur aiguillon, aux racines sur lesquelles elles vivent d'habitude. Toutefois, on a trouvé aussi des *Dorylaimes* vivant en parasites internes, entre les gaines de graminées. D'autres animaux appartenant au même genre, vivent dans l'eau douce (*D. stagnalis*, *D. filiformis*²) ou dans la mer (*D. marinus*)³; d'autres encore ont été trouvés dans la

¹) Leuckart, „Die Parasiten des Menschen,” I, (2e éd., 1879), p. 127.

²) De Man, „Die frei in der reinen Erde und im süßen Wasser lebenden Nematoden”, p. 186 et 187.

³) Bastian, „Monograph on the Anguillulidae”, p. 110.

bouse des vaches (*D. borborophilus*).¹⁾ Un grand nombre de *Dorylaimes* paraissent se nourrir, l'une fois de sucs de plantes vivantes et d'autres fois, de substances liquides, de corps organisés morts. La difficulté, pour ne pas dire l'impossibilité, d'établir une limite entre les nématodes vivant en parasites dans ou sur les plantes et ceux qui vivent en liberté, semble être la cause que ceux, qui se sont occupés plus spécialement de ce groupe d'ascarides, comprennent le plus souvent dans les nématodes, vivant en liberté, les espèces qui vivent en parasites dans les plantes.²⁾

Comme il a été dit plus haut, les petits nématodes qui vivent en liberté dans la terre ou en parasites dans les plantes ou à l'extérieur de celles-ci, sont divisés par Eberth³⁾ en deux familles: *urolabea* et *anguillulidae*. La distinction principale entre ces deux groupes est que les premiers n'ont pas un œsophage qui s'élargit pour former un renflement musculeux, comme c'est le cas pour les *anguillulidae*, tandis que, au contraire, les représentants de cette dernière famille ne possèdent pas de glande caudale comme les *urolabea*. Cette glande se trouve dans la queue et débouche, au bout du corps, dans une cavité particulière. La sécrétion de cette glande peut servir au ver pour s'attacher à d'autres objets. Je dois toutefois faire observer que la présence ou l'absence d'une pareille glande dépend plutôt de la manière de vivre que de l'affinité; il en résulte que, sous ce rapport, des genres ayant une grande affinité diffèrent entre eux, tandis que d'autres, d'une affinité très éloignée, se ressemblent sous le rapport de l'existence ou de l'absence d'une glande caudale. Le genre *Plectus Bastian* est, dans le système, bien éloigné du genre *Monohystera Bastian*; cependant les deux possèdent la glande caudale; ce même genre *Plectus* a une grande affinité avec le genre *Diplogaster Max Schultze*, lequel ne possède pas de glande caudale, pas plus que le genre *Monochus Bastian*, également rapproché de *Plectus*. On peut dire en général que la glande caudale n'existe pas chez ces espèces, dont les mouvements demeurent renfermés entre certaines limites. Il en est ainsi, chez les *Heterodera* et chez les *Tylenchus*, qui vivent en parasites dans les plantes, de même que chez les genres dont les représentants s'attachent extérieurement aux racines des végétaux

¹⁾ De Man, „Onderzoeken over vrij in de aarde levende Nematoden”, dans le „Tijdschrift der Ned. Dierk. Vereeniging”, II (1876), p. 102.

²⁾ Bütschli p. ex. traite dans son ouvrage cité „Beiträge zur Kenntniß der freilebenden Nematoden” à la page 39, du *Tylenchus Askenasyi* qui vit en parasite dans la mousse *Hypnum cupressiforme*.

³⁾ Eberth, „Untersuchungen über Nematoden”, 1863.

(*Tylencholaimus*, *Dorylaimus*), quelques espèces du genre *Aphelenchus* et les *Tylenchus* qui ne vivent pas en parasite dans les plantes. De même chez les espèces, qui — sans être parasites — vivent dans la nourriture qu'elles emploient: *Aphelenchus Pyri Bast.*, vivant dans les poires en décomposition¹⁾; *Aphelenchus foetidus Bütschli*²⁾ vivant dans la bouse de vache; *Diplogaster longicauda Claus*, que les observateurs n'avaient trouvé autrefois que dans les champignons en décomposition³⁾, mais que moi-même j'ai également observé dans les pommes de terre et les oignons en décomposition; plusieurs autres espèces du genre *Diplogaster* qui vivent dans la bouse de vache⁴⁾). Les représentants des espèces dont les mouvements sont plus ou moins circonscrits dans des limites déterminées, ont souvent une tendance au parasitisme, comme le prouvent le genre *Tylenchus* qui paraît comprendre plus de parasites que d'animaux vivant en liberté⁵⁾, le genre *Aphelenchus* auquel on rattache l'*Aphelenchus Avenae Bast.*⁶⁾, vivant entre les gaines des feuilles d'avoine, et l'*Aphelenchus parietinus Bastian*⁷⁾ qui vit en parasite dans le lichen *Parmelia parietina*; le genre *Dorylaimus* dont plusieurs espèces vivent entre les feuilles des graminées, comme le *D. papillatus Bast.*, *D. Tritici Bast.* et *D. torpidus Bast.*⁸⁾; le genre *Rhabditis* dont plusieurs espèces sont des parasites d'animaux, tels que le *Rhabditis flexilis Duj.*, des glandes salivaires du *Limax cinereus*, *Rh. Angiostoma Duj.*, de l'intestin du *Limax ater*; *Rh. membranosa Schneider* de l'intestin d'une grenouille du

¹⁾ Bastian, „Monograph on the Anguillulidae,” p. 123.

²⁾ Bütschli, „Zur Kenntniss der freilebenden Nematoden, insbesondere der des Kieler Hafens” dans les „Abhandl. d. Senckenb. Naturforschenden Gesellschaft.” T. IX, 1874, p. 20.

³⁾ Claus, „Ueber einige im Humus lebende Anguilluliden” dans le *Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie*, XII, p. 354.— Bütschli, „Untersuchungen über freilebende Nematoden und die Gattung *Chaetonotus*,” dans le *Zeitschr. für Wissenschaftl. Zoologie*, XXVI, p. 369.

⁴⁾ De Man, „Die frei in der reinen Erde und im süßen Wasser lebenden Nematoden der Niederländischen Fauna,” 1884, p. 80.

⁵⁾ Le *Tylenchus (Vibrio) Tritici Bauer* (= *T. scandens Schneider*) vit dans les galles des épis de froment, qui prennent la place du bon grain; le *T. devastatrix Kühn*, dans les tiges et les feuilles de toute espèce de végétaux; le *T. Askenasyi Bütschli* dans le *Hypnum cupressiforme*; le *T. Millefolii* dans les *Achillea Millefolium*. Le *T. Agrostidis Diesing* a été trouvé par Steinbuch dans les fleurs d'une grandeur anormale de l'*Agrostis sylvatica*.

⁶⁾ Bastian, „Monograph,” p. 122.

⁷⁾ Id., p. 123.

⁸⁾ Id., p. 108, 107, 108.

Brésil¹). — En résumé, la glande caudale n'existe pas chez ces anguillulides qui restent confinées dans un petit espace, en d'autres termes chez celles qui sont des parasites ou qui ont une tendance à le devenir, et vivent dans des substances en décomposition ou demeurent attachées extérieurement aux racines de plantes.

A côté de ces nématodes lents et tranquilles, qui en tout cas ne se meuvent que dans un petit espace, il y en a d'autres qui ont plus de mobilité et qui, au moyen de sécrétions de leur glande caudale, s'attachent momentanément aux objets. Les représentants du genre *Monohystera* Bast., *Bastiania* de Man, *Tripyla* Bast., *Trilobus* Bast. et *Leptolaimus* de Man, vivent, à l'exception de quelques espèces, dans les sols humides ou dans l'eau, c'est-à-dire en général dans ces milieux qui leur procurent l'occasion de se déplacer, même involontairement, et où la propriété de pouvoir s'attacher aux racines des plantes, etc., peut leur être utile. Aussi est-il prouvé qu'en général la glande caudale atteint son plus grand développement chez les nématodes qui vivent dans la mer²).

Par ce qui précède je crois avoir suffisamment démontré qu'on ne peut se baser sur la présence ou l'absence d'une glande caudale pour établir une distinction entre les deux familles *urolabea* et *anguillulidae*. De même il n'y a pas lieu d'établir une division de familles fondée sur l'existence ou l'absence d'un bulbe musculeux, renflement de l'œsophage; non seulement parce que ce caractère ne coïncide pas toujours avec celui qu'on emprunte à la présence ou à l'absence d'une glande caudale, mais encore, parce que la structure du canal intestinal peut difficilement être considérée comme un caractère essentiel de classification; car peu d'organes montrent moins de constance dans leur structure et dépendent plus de la manière de vivre que le canal intestinal. Comme Oerley⁴)

¹⁾ Ces trois espèces sont décrites par Schneider, „Monographie der Nematoden,” p. 156 et 157, sous le nom générique *Leptodera*. Il est incertain quelles sont les espèces du genre *Rhabditis* qui se présentent sous cette seule forme de *Rhabditis*, puisque quelques-unes sont liées par hétérogénéité à certaines Ascarides. Voir page 170.

²⁾ Voir entre autres les ouvrages déjà cités de Bastian, Bütschli et de Man.

³⁾ Carus et Gerstaecker, „Handbuch der Zoologie” (II, p. 459), disent des *Urolabea* qu'ils sont „ohne besondere Magenschwellung,” et des *Anguillulidae*: „Der.... Oesophagus erweitert sich oft in einen bulbösen Muskelmagen, dem zuweilen eine hautige Magenabtheilung folgt.”

⁴⁾ Ladislaus Oerley, „Az anguillulidák magánrajza” (Budapest, 1880), donne, à la suite d'un traité écrit en hongrois, un résumé de ses recherches en langue allemande. Nous renvoyons à la page 151 de cette partie de son travail.

j'arrive à la conclusion que, surtout chez les parasites et les espèces qui tendent au parasitisme, il existe un bulbe musculeux. Oerley ne donne pas l'explication de ce fait; il me paraît que chez les animaux qui vivent en parasites, surtout, la présence d'un appareil destiné à aspirer les liquides est nécessaire, et le bulbe musculeux doit être considéré comme organe de succion (Voir Chapitre II).

Une distinction entre les *anguillulidae* et *urolabea* n'est pas admissible pour les motifs indiqués. Avec plusieurs auteurs, je continue à réunir en un seul groupe celui des *anguillulidae*, ces deux familles d'Eberth. Je comprends dans ce groupe une quantité de nématodes vivant pour la plupart libres, dans la terre ou dans l'eau douce ou salée, et parfois en parasites dans les plantes, et appartenant aux *hypophalli* (voir p. 170), par conséquent aux *Nematoda proctucha* (voir p. 170). Je donne à ce groupe le nom d'un ordre que j'oppose aux *Nematoda parasitica* et auquel appartiennent les genres *Ascaris*, *Oxyuris*, *Filaria*, etc. etc.

Je distingue donc :

Classe : NEMATODA (*Nematelminthes Vogt, Gegenbaur*).

Sous-classe : NEMATODA PROCTUCHA DIESING (*Nematodes Rudolphi*).

Groupe : *Hypophalli Diesing*.

Ordre : *Anguillulidae Bastian*.

Ordre : *Parasita*.¹⁾

Groupe : *Acrophalli Diesing*.²⁾

Sous-classe : NEMATODA APROCTA DIESING (*Gordiacea v. Sieb.*).³⁾

Qu'il me soit permis toutefois de faire observer ici que l'ordre des *anguillulidae* ne peut être séparé d'une façon bien nette de celui des *parasita*; que plusieurs espèces de *Rhabditis*, par leur hétérogénéité, v. p. 170, appartiennent pour l'une génération, à l'ordre des *Anguillulidae*, tandis que, en égard à l'autre génération, elles devraient être rangées dans l'ordre des *parasita*. De même le genre *Oxyuris Rud.* qui, à cause de sa manière de vivre, est classé dans ce dernier ordre et qui par sa structure, appartient aux *Nematoda parasitica*, révèle une indéniable affinité avec le genre *Rhabditis*, et se rattache par conséquent aux *anguillu-*

¹⁾ A cet ordre appartiennent les familles : *Ascaridea V. Bened.* et *Filaridea Aut.*

²⁾ Dans ce groupe je ne comprends qu'un seul ordre, qui se compose des familles : *Trichotrachelidea Diesing* (*Trichina*, *Trichocephalus*, etc.) et *Strongylidea Diesing* (*Dochmius*, *Strongylus*, *Eustrongylus*, etc.).

³⁾ Je divise la sous-classe *Nematoda aprocta* en deux ordres, dont le premier comprend les familles *Gordiidea Diesing* et *Mermithaea Diesing*, et le second, la famille *Sphaerulariacea Lubbock*.

lidae. Ce dernier ordre peut, sans aucun doute, être considéré comme la forme primitive des nématodes d'où s'est développé peu à peu et par „Anpassung” l'ordre des *parasita*: nous en avons la preuve dans l'affinité entre les genres *Oxyuris* et *Rhabditis*, dont il vient d'être parlé, et dans l'histoire du développement du *Rhabditis nigrovenosa* et *Rhabditis appendiculata*.

On peut également admettre avec certitude que les nématodes marins ont existé avant ceux qui habitent la terre et l'eau douce et les parasites des plantes; et que tous ces nématodes proviennent des nématodes marins.¹⁾ Aussi trouve-t-on encore, dans quelques genres d'anguillulides marins, des espèces qui se sont habituées à la vie dans l'eau douce et d'autres qui habitent l'eau saumâtre et paraissent ainsi se trouver dans une situation transitoire. En voici un exemple:

L'*Oncholaimus fuscus* Bastian est une forme marine, qui vit sur les côtes de l'Angleterre et qui, selon toute probabilité, se trouve aussi sur la côte néerlandaise. Or de Man a décrit sous le nom de *O. thalassophygas* une espèce peu distincte du *fuscus* et qui probablement s'y rattache par phylogénie.

Cette espèce ayant quitté la mer, vécut quelque temps dans l'eau saumâtre et insensiblement elle se retira dans les terres imprégnées de ces eaux.²⁾

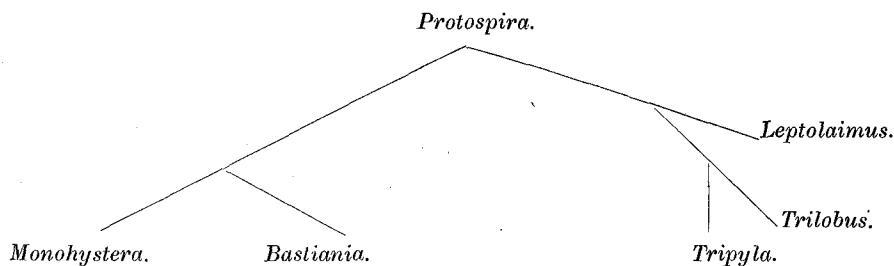
Ainsi, nos anguillulides de terre et des eaux douces (comme celles qui vivent en parasites dans les plantes) proviennent de types marins, mais non d'une seule espèce, comme le prouve leur organisation. Oer-

¹⁾ Quoique, en général, les genres marins des anguillulides doivent être considérés comme les plus anciens et ayant donné naissance aux genres qui vivent dans l'eau douce, sur terre et en parasites, dans les plantes, il faut cependant affirmer que, réciproquement, quelques formes appartenant à la terre et aux eaux douces, ont de nouveau émigré vers la mer et se sont ainsi transformées en espèces marines. Le genre *Dorylaimus* Duj. est positivement un genre terrestre d'anguillulides; mais, de même que quelques-unes de ses formes se sont transformées en *Dorylaimus* d'eau douce (*D. stagnalis*, *D. filiformis*), de même aussi le *Dorylaimus marinus* Duj. aura émigré de l'eau douce vers la mer et sera devenu ainsi une forme marine. Au genre *Rhabditis* Duj. qui ne comprend essentiellement que les espèces des sols humides, appartient aussi une seule espèce marine, le *Rhabditis marina* Bast. Au genre *Monohystera* Bast., qui se compose principalement d'espèces vivant dans l'eau douce ou dans le sol qui en est imprégné, appartiennent entre autres l'espèce *microphthalma* de Man, qui habite les terres imprégnées d'eaux saumâtres, et l'espèce *M. ambigua* Bastian, qui est une forme marine.

²⁾ De Man, „Die frei in der reinen Erde und im süßen Wasser lebenden Nematoden der niederländischen Fauna”, p. 68, 69.

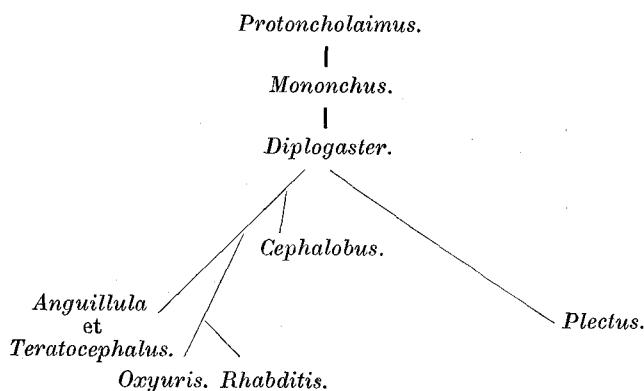
ley¹⁾ cite trois prototypes hypothétiques qu'il appelle *Tylolaimus*, *Protoncholaimus* et *Protospira*.

Du genre hypothétique *Protospira*, intimement lié au genre marin des anguillulides *Spira Bastian*, Oerley fait descendre les genres de terre et d'eau douce *Monohystera Bastian*, *Bastiania de Man*, *Leptolaimus de Man*, *Trilobus Bast.* et *Tripyla Bast.*, d'après la généalogie suivante

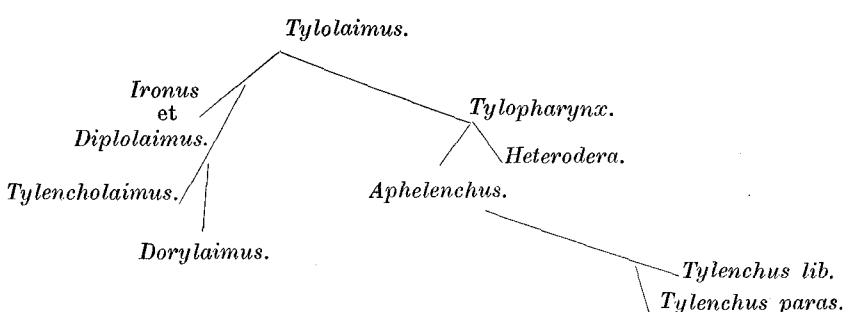


Le genre hypothétique *Protoncholaimus* avait une étroite affinité avec le genre *Oncholaimus Duj.*, dont les représentants vivent dans la mer. J'ai déjà dit que l'on connaît une espèce de ce genre qui a quitté la mer et qui vit aujourd'hui dans la terre imprégnée d'eau saumâtre, donc une espèce qui insensiblement sera rangée parmi les anguillulides de la terre et des eaux douces. Or, il s'est fait que quelques espèces du genre hypothétique *Protoncholaimus* d'Oerley ont également recherché les sols humides et les eaux douces et se sont peu à peu transformées en espèces des genres *Mononchus Bast.*, *Diplogaster Max Schultze*, *Plectus Bast.*, *Cephalobus Bast.*, *Anguillula Ehrb.*, *Teratocephalus de Man*, *Rhabditis Duj.*, *Oxyuris Rudolphi*, dont quelques-unes se fixèrent dans des substances en décomposition ou en fermentation (espèces des genres *Anguillula* et *Diplogaster*) et d'autres vécurent en parasites (espèces des genres *Rhabditis* et *Oxyuris*). On pourrait même aller plus loin et rattacher à la généalogie hypothétique du *Protoncholaimus*, au moyen des *Rhabditis* et *Oxyuris* comme traits d'union (voir. p. 170, 171 et 175) tous les nématodes vivant en parasites, du groupe des *hypophalli*. Voici l'arbre généalogique d'Oerley.

¹⁾ Oerley, „Az Anguillulidák maganrajzá” (Texte allemand: p. 151, 152); on trouve l'arbre généalogique dans la partie hongroise de l'ouvrage, p. 43 et 44.



Voici l'arbre généalogique d'Oerley auquel j'ai apporté quelques modifications.



Le nom de *Tylolaimus* ne vient pas d'Oerley, mais fut déjà donné par de Man à „un genre hypothétique de nématodes, d'où sont issus les *Tylopharynx*, *Tylencholaimus*, *Tylenchus* et *Aphelenchus*”. Voici ce qu'il dit à ce sujet: „Je me figure ces anciens *Tylolaimus* comme des nématodes dont la structure du pharynx concordait avec celle de *Tylopharynx*, caractérisée par la présence de trois bâtonnets chitineux à nodosités extrêmes, non joints mais plus ou moins parallèles et dont les organes de reproduction et l'appareil digestif correspondent, pour la structure dans leurs parties essentielles, avec ceux des *Ironus* et *Dorylaimus*.¹⁾ Le *Tylolaimus* aura donc été caractérisé, non seulement par les dits bâtonnets, plus ou moins parallèles du pharynx, mais encore par un oesophage s'élargissant graduellement vers la partie postérieure et

¹⁾ De Man, „Onderzoeken over vrij in de aarde levende nematoden”, dans le „Tijdschrift der Nederlandsche Dierkundige Vereeniging”, II (1875), p. 80 et 81.

qui présentait, il est vrai, des parois musculeuses bien caractérisées, mais n'avait plus de bulbe situé plus en avant. Les *Ty lolaimus* auront possédé des organes génitaux divisés en deux parties symétriques. La peau était très probablement lisse et non annelée transversalement." ¹⁾

Chez quelques individus de ces *Ty lolaimes*, l'œsophage a conservé sa forme tubuleuse, chez d'autres un bulbe s'est développé graduellement, dans les générations suivantes. Les *Ty lolaimes* nommés en premier lieu devinrent les ancêtres du genre *Ironus Bast.* et de ce dernier sont issus le *Tylopharynx de Man* et les genres affiliés. Le *Tylopharynx* est étroitement lié au genre hypothétique *Ty lolaimus* et n'en diffère, à proprement parler, que par la structure différente de l'œsophage; par la division en deux moitiés symétriques des organes génitaux, le *Tylopharynx* concorde entièrement avec le *Ty lolaimus*, de même que par la présence, dans le pharynx, de trois bâtonnets chitineux parallèles. Des genres affiliés au genre *Ironus Bast.* sont issus les genres *Tylencholaimus de Man* et *Dorylaimus Duj.*, chez lesquels les bâtonnets chitineux ont pris une direction convergente pour former un crochet perforé, servant à fixer l'animal aux végétaux (racines). Les *Aphelenchus* et les *Tylenchus*, issus des *Tylopharynges*, forment aussi un crochet analogue, mais on ne doit pas attribuer ceci à une parenté directe avec les *Dorylaimes* et les *Tylencholaimes*, mais bien à une conformité dans la manière de vivre et de se nourrir qui a été cause que les organes, destinés à la préhension des aliments, se sont développés d'une façon identique. Du genre *Tylopharynx* est issu le genre *Aphelenchus Bast.* et de celui-ci le genre *Tylenchus Bast.* Chez ces deux genres on ne rencontre pas seulement le crochet du pharynx, mais une peau annelée et, chez la plupart des espèces, des organes génitaux simples, non divisés symétriquement. Ces deux derniers genres sont étroitement liés, mais faciles à distinguer toutefois, le mâle du *Tylenchus* étant toujours muni d'une bourse, tandis que cet organe ne se rencontre jamais chez le mâle du genre *Aphelenchus*. Oerley rattache la présence de cette bourse au parasitisme auquel les *Tylenchus* sont très enclins. Effectivement, il paraît que chez les anguillulides, cet organe ne se rencontre que dans les espèces *Tylenchus* et *Rhabditis*, genres dont beaucoup d'espèces vivent en parasites dans les plantes ou dans les animaux; chez les nématodes de l'ordre des *parasita*, v. p. 175, au contraire, la présence d'une bourse est de règle et ne souffre que peu d'exceptions.

¹⁾ Voir à ce sujet: de Man, „Onderzoeken over vrij in de aarde levende nematoden”, dans le „Tijdschrift der Ned. Dierk. Vereeniging”, II (1875), p. 80 et 116; voir aussi Oerley, „Monographie der Anguilluliden”, (1880), p. 151.

Toutefois, je ne sais pas le rapport qu'il peut y avoir entre la présence ou l'absence de cet organe et le plus ou moins de tendance au parasitisme.

Si d'un côté les *Aphelenchus* et les *Tylenchus* sont issus des *Tylopharynges*, d'un autre côté le genre *Heterodera Schmidt* procède des mêmes nématodes, comme je l'ai indiqué dans l'arbre généalogique, p. 178. Par la structure constamment symétrique des deux parties de l'utérus, les *Heterodera* se rapprochent plus du genre *Tylopharynx* que les *Tylenchus* et les *Aphelenchus*, mais ils s'en éloignent par leur tendance plus prononcée au parasitisme. De forme oblongue, dans leur jeunesse, ou plutôt „anguilliforme,” comme la plupart des anguillulides, ils subissent plus tard des modifications importantes: la femelle s'ensle et devient une vésicule prenant les formes d'une poire, d'une bouteille ou d'un citron; le mâle adulte est entièrement „anguilliforme” et se développe en kyste. De même que chez les *Tylenchus* et les *Aphelenchus*, il existe chez les *Heterodera* un crochet buccal¹⁾.

Dans les pages qui précèdent j'ai démontré la place qu'il convient d'assigner au genre *Tylenchus Bastian*, dans la classe des nématodes; il me reste encore à décrire plus exactement les caractères de ce genre. Car il est grand le nombre de nématodes anguillulides, qui peuvent se rencontrer dans le sol de notre pays; les recherches de de Man²⁾ nous en ont fait connaître environ 150, mais, selon toute probabilité, le nombre en est beaucoup plus grand. Tous les nématodes qui vivent en parasites dans les plantes, peuvent séjourner, au moins momentanément, dans la terre et réciproquement, on trouve parfois des nématodes non parasites, mais vivant de substances organiques à moitié décomposées, dans des parties de plantes réduites, par l'action des *Tylenchus* à un état

¹⁾ Le genre *Heterodera Schmidt* est le seul genre d'anguillulides dont tous les représentants connus vivent en parasites. On en connaît aujourd'hui trois espèces: 1°. *Heterodera Schachtii Schmidt* qui cause l'inaptitude du sol à produire des betteraves („Rübenmündigkeit”); mais il ne vit pas seulement en parasite dans la betterave mais aussi dans les épinards, le tournesol et dans plusieurs crucifères (*Raphanus*, *Sinapis*, *Brassica*, *Lepidium*); 2°. *H. radicicola Greeff* qui produit des galles sur les racines de plusieurs espèces de monocotylédonées et dicotylédonées, dans différentes contrées de la terre; 3°. *H. javanica Treub* qui doit peut-être être regardée comme la cause de la maladie dite „sereh-ziekte” de la canne à sucre.

²⁾ En 1884 parut l'ouvrage de de Man, précité; et déjà au commencement de 1885 ce zoologiste put ajouter à celles citées ci-dessus, deux autres espèces, nouvelles pour la faune des Pays-Bas et dont l'une est entièrement nouvelle pour la science. Voir de Man, „*Helminthologische Beiträge*” dans le *Tijdschrift der Nederl. Dierk. Vereeniging*, 2^e série, I (1885), p. 1.

de maladie ou de dépérissement. Un intérêt pratique peut donc s'attacher à la possibilité de pouvoir distinguer, avec certitude, les anguillulides inoffensives, vivant de terre noire ou humus, des espèces du genre *Tylenchus* qui se trouvent dans le sol ou dans les plantes malades. J'esquisserai maintenant brièvement les caractères du genre d'anguillulides *Tylenchus Bastian*; suivant, à cette fin, les ouvrages déjà cités de Bastian, Bütschli et de Man.

Le genre *Tylenchus Bastian* se compose d'Anguillulides grêles dont le corps s'amincit vers les deux extrémités. Le tégument est plus ou moins nettement annelé (nettement dans la fig. 6 et 7, pl. I); parfois ces plissures de la peau sont très rapprochées, d'autres fois elles sont plus espacées; il arrive aussi qu'on les distingue difficilement¹⁾. Les champs latéraux („Seitenfelder“) sont assez larges; les plissures de la peau paraissent ne pas les dépasser; elles s'étendent toutefois au delà de la bourse du mâle (voir plus loin). Chez la plupart des espèces on trouve une membrane latérale (Pl. I, fig. 11, z). Le système musculaire a amené Schneider à rapporter les *Tylenchus* aux *Holomyarii*. Bütschli doute que tous les *Tylenchus* puissent être rangés dans ce groupe; quant à moi, je ne suis pas en mesure de résoudre cette question²⁾. L'extrémité de la tête se perd, pour ainsi dire, insensiblement dans le corps. Quant aux lèvres, on n'en voit que des rudiments; toutefois, l'orifice buccal se trouve le plus souvent sur une partie antérieure proéminente qui doit probablement être considérée comme un organe homologue aux lèvres unies. Cette partie labiale est parfois plus ou moins retirée dans le corps. L'orifice buccal débouche dans le vestibule, lequel est suivi immédiatement du crochet (Pl. I, fig. 1, 2; 4, a), qui consiste en trois bâtonnets chitineux soudés de telle façon qu'ils paraissent ne plus former qu'une masse pleine; toutefois, la comparaison avec les pièces buccales des *Tylencholaimus* démontre que cet organe doit être creux aussi chez les *Tylenchus*. Et en effet, Oerley³⁾ a pu observer chez le *Tylenchus fungorum* Bütschli (le plus grand des *Tylenchus* connus), dans la ligne médiane du crochet, un canal très mince qui se distingue facilement au moyen de l'hydroxyde de potassium (H K O). Cette cavité du crochet, dont l'extrémité postérieure a, chez toutes les espèces,

¹⁾ L'explication des planches placée à la fin de cet ouvrage, devra toujours être consultée pour les renvois que nous faisons aux figures.

²⁾ Pour la division des nématodes en *Holomyarii*, *Meromyarii* et *Polymyarii*, division qui repose sur la structure de la couche muscleuse du tégument, on consultera Schneider, „Monographie der Nematoden,” p. 199 et suivantes, ainsi que les grands traités et manuels de zoologie, entre autres Harting, „Leerboek van de grondbeginseelen der Dierkunde,” III, 1^{re} afd. p. 590.

³⁾ Oerley, „Az Anguillulidák Maganrajza.” Partie allemande, p. 147.

un renflement noueux, se prolonge dans celle de l'œsophage. Cet organe montre deux renflements : le premier est relativement petit et de forme ovale, situé à peu près à mi chemin de l'œsophage (Pl. I, fig. 1, 2, 3, 4, *b*) et muni de parois musculeuses (le bulbe musculeux dont il est parlé à la page 179 de ce traité) ; le second est plus large et aboutit immédiatement à l'intestin proprement dit, auquel il se rallie par une large surface (Pl. I, fig. 1, 2, 3, *c*). Les parois de cet intestin (Pl. I, fig. 1, 2, *d e*) sont formées de grandes cellules, secrétant un liquide digestif. Ces cellules sont faciles à distinguer dans les jeunes animaux ; on en trouve deux séries alternantes (v. Pl. I, fig. 5). Mais dans les individus adultes il est difficile de distinguer ces séries de cellules, parce qu'elles sont entièrement remplies de vacuoles d'une substance, qui réfracte la lumière au point de rendre invisibles les contours de ces cellules. L'intestin conserve, sur toute sa longueur, une largeur à peu près uniforme ; il s'étend d'abord en ligne droite ; mais parvenu à la hauteur des organes génitaux, il dévie en différentes directions (v. Pl. I, fig. 1 et 2). — Non seulement dans les cellules qui entourent l'intestin, mais encore dans d'autres parties du corps, on observe souvent des gouttes claires qui réfractent fortement la lumière, entre autres dans la partie interne des muscles ou dans la cavité caudale, où elles forment une espèce de chapelet. — Dans la région ventrale, entre les deux renflements de l'œsophage, on trouve une ouverture („porus") dans laquelle débouche un tube d'évacuation d'un organe excréteur (chez la plupart des anguillulides on en trouve deux (Pl. I, fig. 1 et 2 *g*).

Les organes génitaux femelles sont parisymétriques chez quelques espèces et rappellent ainsi ceux du genre *Tylopharynx* et le prototype de ces organes chez les anguillulides. On trouve deux ovaires chez les *Tylenchus robustus* de Man, *T. dubius* Bütschli, *T. lamelliferus* de Man, *T. gracilis* de Man, etc. Chez d'autres, chez la plupart des espèces, paraît-il (*T. pratensis* de Man, *T. intermedius* de Man, *T. agricola* de Man, *T. Davainei* Bastian, *T. filiformis* Bütschli, *T. scandens* Schneider, *T. devastatrix* Kühn, etc.), il n'existe qu'un ovaire unique. Dans ce dernier cas l'ouverture génitale femelle (Pl. I fig. 1, *o*) est généralement plus en arrière que chez les *Tylenchus* qui possèdent des organes génitaux symétriques ; chez ces dernières espèces, l'ouverture génitale peut parfois se trouver en arrière tout près de milieu du corps. Il paraît qu'il existe presque toujours un appendice des organes génitaux, qui s'étend derrière la vulve (Pl. I, fig. 1 *n*) ; l'ovaire s'étend en longueur, près de l'intestin jusque dans la partie antérieure du corps (Pl. I, fig. 1, *h i*). Les œufs (Pl. I, fig. 1, *m*) sont grands chez les *Tylenchus*, en égard aux dimensions du corps ; généralement il ne

s'en développe qu'un petit nombre à la fois. La glande génitale (Pl. I, fig. 2 *h i i k*) forme, chez le *mâle*, un tube qui s'étend jusqu'à la partie postérieure de l'œsophage. Il existe un cloaque dans lequel s'ouvrent et l'intestin et l'appareil génital du mâle (Pl. I, fig. 2, *f*), tandis que chez la femelle, la vulve (Pl. I, fig. 1, *o*) est toujours située un peu en avant de l'anus (*f*). L'ouverture génitale du mâle est armée de deux spicules (Pl. I, fig. 2; fig. 14—16); généralement aussi il existe une pièce accessoire. On ne constate jamais l'absence d'une bourse; celle-ci, chez certaines espèces, enveloppe entièrement la queue; chez d'autres, une partie plus ou moins grande de l'extrémité caudale demeure libre (Pl. I, fig. 2, *o*).

Il n'existe jamais de glande caudale (voir p. 172).

CHAPITRE II.

Morphologie du *Tylenchus devastatrix* Kühn.

a. Méthode d'examen.

Pour étudier les phénomènes morbides, engendrés par ces parasites dans les plantes, des sections très minces des parties que l'on veut examiner sont de toute nécessité; mais elles ne peuvent convenir pour l'étude de la structure de ces nématodes. On choisira, à cette fin, une partie de la plante dans laquelle on peut s'attendre à trouver une grande quantité de *Tylenchus*; de cette manière on est plus certain d'y trouver quantité d'animaux adultes ou d'individus de tout âge et des œufs, ce qui est indispensable pour examiner et comprendre la structure de l'animal. En effet, en présence de la difficulté que l'on rencontre souvent pour bien distinguer, dans toute leur étendue, les diverses parties du corps (principalement à cause de la présence de masses très réfringentes, qui s'observent en différentes parties du corps mais pas chez plusieurs individus dans la même proportion), il est désirable que l'on puisse comparer entre eux plusieurs exemplaires. Il existe d'ailleurs dans la structure de l'œsophage, de la bourse, etc., des différences individuelles plus ou moins grandes; de là un nouveau motif d'avoir à sa disposition plus d'un exemplaire.

La partie inférieure d'un chaume de seigle déformé et qui n'a pu atteindre son développement, de même qu'une écaille d'un bulbe de jacinthe d'une épaisseur anormale, déjà à moitié morte, mais que la formation de la gomme n'a pas encore fait trop jaunir, fournissent la

substance dans laquelle on pourra trouver une quantité innombrable de *Tylenchus*; les plantes d'oignons malades encore munis de leur cotylédon fourmillent aussi, presque toujours, de ces petits vers.

Les petits fragments de plantes, que l'on suppose devoir renfermer beaucoup d'anguillulides, sont placés dans un verre de montre contenant un peu d'eau; on les coupe dans le sens de la longueur et on racle la surface, ou bien on en extrait les fibres vasculaires. Il est à observer que dans les parties de la plante, où les faisceaux vasculaires se sont rapprochés, la position des anguillulides est telle que l'axe de leur corps est à peu près parallèle à la direction de ces faisceaux. Sachant cela, on aura soin, en râclant cette partie de la plante, de blesser le moins d'animalcules possible.

Maintenant, si après avoir secoué avec précaution les sections de la plante, on les enlève de l'eau au moyen d'une pincette, et qu'on place le verre de montre sous une loupe ou un microscope, on observe plusieurs *Tylenchus*, mâles et femelles et surtout beaucoup d'exemplaires qui n'ont pas atteint leur développement complet. On peut alors, au moyen d'une fine aiguille, mettre un exemplaire sur une lame de verre. A cet effet, on tient l'aiguille au-dessus de la lame de verre et on laisse tomber une goutte d'eau, qui entraîne l'animal. On peut aussi incliner le verre de montre au-dessus de la lame de verre; une goutte d'eau qu'on y laisse tomber contiendra souvent plusieurs *Tylenchus*.

Comme ces petits vers sont très mobiles dans l'eau, il importe de les forcer à demeurer immobiles; on y parvient en présentant un instant la lame de verre à la flamme d'une lampe à esprit de vin; la chaleur dégagée tue les anguillulides. Les *Tylenchus* en mourant s'étendent ordinairement de toute leur longueur, de sorte qu'on peut les mesurer exactement et en étudier aisément la structure. On se gardera toutefois de chauffer trop fortement la lame de verre, car alors le corps de l'animalcule serait défiguré. Pour dessiner les *Tylenchus* au moyen de la chambre claire, il faut nécessairement les tuer; on ne négligera cependant pas de considérer aussi attentivement les animaux vivants, car il est certains organes qui sont beaucoup plus apparents que dans les exemplaires morts, tandis que, d'un autre côté, on évitera de reproduire dans le dessin la déformation des organes ou des individus, produite par la chaleur. Avec un peu d'exercice on réussit très bien à examiner les anguillulides vivantes; toutefois pour les dessiner elles doivent être immobiles, ce qu'on n'obtient d'un exemplaire vivant que par intervalles. On peut examiner mieux certains organes quand on place les anguillulides dans une solution d'acide acétique et de glycérine (2 parties de

glycérine et 1½ d'acide acétique). Ce procédé préconisé par le docteur J. G. de Man m'a rendu parfois de grands services. Je n'ai eu non plus qu'à me louer d'avoir suivi le conseil suivant donné par l'auteur de l'ouvrage sur nos nématodes indigènes. On couvre l'animal d'un petit carré de verre reposant des deux côtés sur un autre verre, afin de ne pas blesser l'animal. Parfois, cependant, surtout quand il s'agit d'examiner la structure intérieure, il est nécessaire d'enlever les verres sur lesquels repose celui du milieu. Toutefois, on ne doit pas perdre de vue que les dimensions des différentes parties entre elles, sont de cette façon modifiées : la largeur par exemple devient trop grande en proportion de la longueur. (Voir plus loin.)

b. Structure du *Tylenchus devastatrix*.

§ 1. *Formes générales du corps. Dimensions.* Cette espèce est plus grosse au milieu qu'aux extrémités ; la largeur diminue graduellement vers les deux extrémités du corps ; toutefois l'extrémité postérieure est plus effilée. Une grande partie du corps conserve à peu près la même largeur. Chez quelques animaux femelles, la largeur du corps, à la hauteur de la vulve, diffère fort peu de celle du milieu ; chez d'autres individus, le corps s'amincit doucement ; il existe donc une certaine différence entre la plus grande largeur (celle du milieu) et celle à la hauteur de la vulve. Dans tous les cas, le corps s'amincit immédiatement après cette ouverture. Chez les individus mâles l'extrémité postérieure du corps s'amineit plus brusquement derrière le cloaque (c'est à dire l'ouverture, dans laquelle débouchent les intestins et les organes génitaux mâles). L'extrémité de la queue n'a nullement toujours la même forme chez les différents individus : chez les uns, elle est plus obtuse ; chez d'autres, plus pointue ; parfois (surtout, paraît-il, chez les individus mâles) la queue se rétrécit un peu tout près de l'extrémité, et se termine en s'élargissant ensuite faiblement (Voir, pour la forme générale de nos nématodes, Pl. I, fig. 1, 2, 11, 16 ; Pl. II, fig. 1). Une seule fois j'ai vu chez une femelle l'extrémité de la queue obtuse (Voir Pl. I, fig. 10). De la circonstance que l'ouverture anale se trouvait à peu près à l'extrémité du corps, on pouvait déduire que cet individu avait, par l'un ou l'autre accident perdu, la queue. L'animal avait néanmoins conservé la vie.

Pour ce qui concerne les dimensions du *Tylenchus devastatrix*, je les mesurai comme suit :

Longueur (en millimètres) ¹⁾:

a. Exemplaires du seigle:

1. Individus mâles: 1.21; 1.47; 1.49; 1.27; 1.10; 1.12; 1.28; 1.02;
1.20; 1.01; 1.25.

Longueur moyenne (résultant de 11 mesurages): 1.19 mill.

2. Individus femelles: 1.37; 1.23; 1.07; 1.44; 1.22; 1.33; 1.37;
1.03; 1.30.

Longueur moyenne (résultant de 9 mesurages): 1.26 mill.

b. Exemplaires provenant de jacinthes:

1. Individus mâles: 1.18; 1.23; 1.36; 1.41; 1.54; 1.51; 1.62; 1.70;
1.31; 1.53; 1.47; 1.35.

Longueur moyenne (résultant de 12 mesurages): 1.43 mill.

2. Individus femelles: 1.37; 1.07; 1.50; 1.13; 1.67; 1.33; 1.22;
1.36; 1.27; 1.43; 1.33; 1.36.

Longueur moyenne (résultant de 12 mesurages): 1.34 mill.

c. Exemplaires provenant d'oignons:

1. Individus mâles: 1.53; 1.50; 1.47; 1.57; 1.54; 1.43.

Longueur moyenne (résultant de 6 mesurages): 1.51 mill.

2. Individus femelles: 1.53; 1.43; 1.60; 1.47; 1.73; 1.45.

Longueur moyenne (résultant de 6 mesurages): 1.54 mill.

Ainsi des 56 exemplaires que j'ai mesurés, le plus petit (un ♂ d'une plante de seigle) avait une longueur de 1.01 mill., tandis que le plus grand (♂ d'un bulbe d'oignon), atteignit une longueur de 1.73 mill.

Dans les *plantes de seigle*, les mâles mesuraient en moyenne 1.19 mill., les femelles 1.26 mill.

Dans les *bulbes de jacinthes*, les mâles mesuraient en moyenne 1.43 mill., les femelles 1.34 mill.

Dans les *bulbes d'oignons*, les mâles, 1.51 mill., les femelles 1.54 mill.

De ces moyennes et des chiffres indiqués plus haut, dont elles résultent, on peut, me paraît-il, conclure qu'en général il n'existe pas ordinairement de différence entre les deux sexes.

Au contraire, on voit par ces moyennes, aussi bien que par les chiffres donnés ci-dessus, que les anguillulides du seigle sont notablement plus petites que celles des bulbes de jacinthes, tandis que celles des bulbes d'oignons sont les plus grandes. J'attribue ceci à la nourriture, que les anguillulides ont eue à leur disposition. Les *Tylenchus* qui vivaient par centaines dans les parties inférieures des plantes de

¹⁾ Il est à remarquer que tous mes mesurages ont été faits sur des exemplaires de différentes plantes et à différentes époques de l'année.

seigle (automne 1884 et printemps 1885) n'avaient pas à leur disposition une quantité aussi grande de substances nutritives de toutes sortes que ceux, que je trouvai (à la fin de l'été et à l'automne) dans les bulbes d'oignons et de jacinthes. Ce qui paraît confirmer cette manière de voir, c'est que le nombre de mâles fut constamment plus grand que le nombre de femelles, dans les plantes de seigle, tandis que dans les bulbes, les deux sexes se trouvèrent à peu près en nombre égal (jacinthes), ou même le nombre des femelles surpassa notablement celui des mâles (oignons). On sait que, toutes conditions égales d'ailleurs, le sexe masculin apparaît surtout à la faveur d'une nourriture parcimonieuse et insuffisante, tandis que les individus femelles se forment surtout par une nourriture meilleure et plus abondante.¹⁾

Le rapport entre la longueur et la largeur est caractéristique pour beaucoup d'espèces de nématodes. Ainsi, en divisant le nombre qui représente la longueur d'un exemplaire de *Tylenchus devastatrix*, par celui qui en indique la largeur, on n'obtient pas, à beaucoup près, le même nombre pour tous les exemplaires. Ce rapport, pour les 11 *Tylenchus males* du *seigle* examinés par moi, était de :

46, 43, 42, 37, 36, 45, 49, 34, 51, 48, 47;

pour les *Tylenchus femelles* du *seigle*:

47, 35, 38, 40, 48, 33, 50, 42, 47;

pour les 12 *Tylenchus males* des bulbes de *jacinthes*:

44, 48, 41, 40, 46, 38, 50, 51, 37, 39, 42, 45;

pour les 12 *Tylenchus femelles* des bulbes de *jacinthes*:

49, 47, 36, 34, 31, 40, 42, 37, 32, 35, 48, 36;

pour les 6 *Tylenchus males* des bulbes d'*oignons* examinés par moi:

41, 44, 46, 49, 50, 42;

pour les 6 *Tylenchus femelles* des bulbes d'*oignons*:

40, 38, 37, 42, 47, 39.

Le rapport entre la longueur et la largeur est donc assez variable, et, d'après mes observations, il est compris entre 31 et 51. Le chiffre moyen de ces rapports est :

¹⁾ Voir entre autres Karl Düsing „Die Factoren, welche die Sexualität entscheiden”, dans le „Jenaïsche Zeitschrift für Naturwissenschaft”, T. XVI (1883), p. 455; voir aussi du même auteur: „Die Regulierung der Geschlechtsverhältnisse bei der Vermehrung der Menschen, Thiere und Pflanzen”, dans le „Jenaïsche Zeitschrift”, Bd. XVII (1884), p. 771.

pour les *Tylenchus* mâles du seigle: 43;
 " " " femelles " " 42;
 " " " mâles des bulbes de jacinthes: 43;
 " " " femelles " " " " 40;
 " " " mâles des bulbes d'oignons: 45;
 " " " femelles " " " " 41.

Il semble donc que les individus femelles ont en général des dimensions un peu plus larges que les mâles; mais cette différence est trop minime pour être considérée comme un caractère distinctif entre les sexes, d'autant plus que le rapport entre la longueur et la largeur, chez des exemplaires différents, tant mâles que femelles, diffère considérablement. On pourrait le mieux exprimer ce rapport par 42. — Il n'est pas possible de constater de différence, quant à la largeur relative, entre les *Tylenchus* du seigle, des jacinthes et des oignons. — Je dois déclarer ici expressément que j'ai établi la largeur de mes *Tylenchus* sans leur faire subir la moindre pression entre les lames de verre; je les observai, ou bien sans l'intermédiaire de verre, ou au moyen d'une lame de verre, reposant sur deux autres lames plus épaisses, selon la méthode indiquée par le Dr. de Man (voir ci-dessus, p. 185). Pour des motifs que j'indiquerai plus loin, j'ai établi également la largeur de quelques exemplaires couverts d'une lame de verre, et j'ai obtenu ainsi, comme je m'y attendais, des chiffres plus élevés: pour quelques exemplaires, le chiffre qui exprime le rapport entre la longueur et la largeur, se réduit à 25, pour un autre exemplaire, à 24, et pour un troisième même à 22½.

Chez les exemplaires mâles, on aperçoit clairement le cloaque dans lequel débouchent l'intestin et le tube abducteur des organes génitaux mâles. Chez les exemplaires femelles, la vulve se distingue facilement, l'ouverture anale, moins bien, dans un examen superficiel, quoiqu'elle soit très apparente pour un observateur minutieux. La partie qui s'étend de l'ouverture anale ou cloacale jusqu'à l'extrémité du corps, a reçu le nom de *queue*.

La longueur de la queue n'est non plus pas uniforme chez tous les individus. Le rapport entre la longueur du corps et celle de la queue peut être exprimé, d'après les mesurages que j'ai faits, par les chiffres suivants:

*a*¹. chez les exemplaires mâles du seigle:

16, 15, 16, 15½, 13, 12, 17, 16, 11½, 14, 16;

*a*². chez les exemplaires femelles du seigle:

17, 18, 18, 14, 16, 15, 12, 17½, 17;

*b*¹. chez les exemplaires mâles des bulbes de jacinthes:

16, 16, 15, 17, 16, 16, 13, 16, 12, 15, 12, 14;

b². chez les exemplaires femelles des bulbes de jacinthes :

18, 17, 17, 17½, 17, 14, 12½, 18, 17, 16, 11, 17;

c¹. chez les exemplaires mâles des bulbes d'oignons :

16½, 16, 15½, 16, 14, 16.

c². chez les exemplaires femelles des bulbes d'oignons :

17½, 17, 16, 13, 17, 12.

J'ai dit plus haut (voir pag. 167) que j'ai envoyé à M. de Man des exemplaires d'*Allium proliferum*, habités par des *Tylenchus* provenant de jacinthes atteintes de maladie. Les chiffres trouvés par cet observateur pour le rapport dont il s'agit ici entre la longueur du corps et celle de la queue, étaient les suivants :

chez deux mâles : 16, 16;

chez cinq femelles : 16, 17, 17½, 17, 17½.

La longueur de la queue peut ainsi varier, chez le *Tylenchus devastatrix*, entre $\frac{1}{11}$ et $\frac{1}{18}$ de la longueur du corps; toutefois, chez presque tous les exemplaires, elle comporte $\frac{1}{6}—\frac{1}{7}$. Il paraît que la queue des mâles est généralement un peu plus longue que celle des femelles; mais cette différence n'est nullement grande.

Pour ce qui concerne enfin *la distance entre la vulve et l'anus*, j'ai observé que presque toujours elle était équivalente à deux fois la longueur de la queue, au maximum à 2.3 fois cette longueur. Dans des cas peu nombreux, elle a été trouvée inférieure à 2 fois, jusqu'à 1.7 fois (comme minimum) la longueur de la queue. Ce rapport entre la distance de la vulve jusqu'à l'anus et la longueur de la queue ne se modifie pas seulement parce que cette dernière est si variable; le rapport entre la longueur totale du corps et la distance entre la vulve et l'anus ne représente pas non plus un chiffre fixe. Ce chiffre s'est établi comme suit :

a. chez les exemplaires du seigle examinés par moi :

8½, 9, 8½, 6½, 7½, 7, 6½, 9, 8;

b. chez les exemplaires des bulbes de jacinthes :

8, 8, 7, 8, 9, 7, 7, 10, 9, 7, 5, 10;

c. chez les exemplaires des bulbes d'oignons :

8, 7, 8, 7, 8, 6.

Les chiffres qui indiquent le rapport entre la longueur du corps et celle de la queue (voir page 188) et ceux renseignés plus haut pour les rapports, qui existent entre la longueur du corps et la distance de la vulve à l'anus, nous permettent au moyen d'un simple calcul, d'obtenir les chiffres qui représentent le rapport entre la longueur du corps et la

distance de la vulve à l'extrémité caudale. Ces chiffres sont les suivants :

a. chez les exemplaires du seigle :

5.6; 6; 5.7; 4.5; 5.1; 4.8; 4.2; 4.3; 5.4;

b. chez les exemplaires des jacinthes :

5.5; 5.4; 5; 5.5; 5.9; 4.7; 4.5; 6.4; 5.9; 4.9; 3.5; 6.3;

c. chez les exemplaires des bulbes d'oignons :

5.5; 5; 5.3; 4.5; 5.4; 4.

Ces chiffres démontrent que la distance de la vulve à l'extrémité de la queue n'est pas toujours égale, mais qu'elle peut être estimée, en moyenne, à $\frac{1}{5}$ de la longueur du corps. — Si je me suis étendu dans l'énumération de ces différents rapports, c'est qu'ils nous serviront plus tard à résoudre la question de savoir si le *Tylenchus Havensteinii Kühn* et le *T. Askenasyi Bütschli* appartiennent à notre espèce *T. devastatrix Kühn*.

Quant aux exemplaires, qui n'ont pas atteint tout leur développement et chez lesquels on ne peut encore distinguer de différence de sexe, je puis dire d'une manière générale, que le rapport entre la longueur et la largeur est le même que chez les exemplaires adultes.

§ 2. *Le Tégument.* Les parois du corps ou le tégument des nématodes (appelé „Leibeschlauch” par Schneider¹⁾) se compose de deux couches, l'une intérieure (*la couche musculeuse*), l'autre extérieure (*la couche cutanée*).

La couche cutanée peut être comparée, quant à sa composition histologique, au squelette chitineux des arthropodes; elle se compose donc de deux sections; l'une extérieure, que Schneider appelle *cuticule*, dans une acception plus large; l'intérieure, la *couché chitinogène* („Körnerschicht”; „subcutane Schicht” de Schneider²⁾).

Cette dernière, à l'état embryonnaire, se compose naturellement de cellules, que rarement (chez *Gordius*, selon Meissner) on peut distinguer avec quelque netteté; cependant, chez les nématodes adultes, on peut parfois distinguer le noyau des cellules en certains endroits du corps, surtout à la tête et à l'extrémité de la queue. La couche granuleuse „subcutane” devient hyaline vers l'extérieur.

Cette couche chitineuse doit être considérée comme la „matrix” de la *cuticule* supérieure (dans l'acception plus large et la signification que Schneider donne à ce mot). Dans cette cuticule on distingue d'abord, de l'intérieur vers l'extérieur, deux ou trois couches de fibres disposées

¹⁾ Schneider, „Monographie der Nematoden,” p. 199.

²⁾ Id., p. 206.

en croix, et puis, la *cuticule* proprement dite (dans un sens plus étroit), qui est sans structure.

Les couches dont il est question et qui se composent de fibres, reçoivent souvent le nom commun de *corium*. Tandis que, d'après Schneider, on distingue chez le *Strongylus armatus* deux de ces couches formées de fibres, et trois chez l'*Ascaris megalcephala*, je n'en ai trouvé qu'une seule chez les *Tylenchus devastatrix*. Toutefois je n'ai pas une certitude complète à cet égard. Le *corium* ne forme chez le *Tylenchus* qu'une couche très mince.

Après le *corium* vient, comme couche cutanée externe, la *cuticule*, dans l'acception étroite du mot, qui est sans structure. Chez le *Tylenchus devastatrix*, elle est assez épaisse et donne évidemment lieu à la résistance qu'oppose l'animal aux pressions extérieures. On doit exercer une assez forte pression sur la lame de verre, qui couvre l'animal, pour écraser ce dernier. Chez la plupart des nématodes, la cuticule présente des anneaux ; il n'en est pas de même toutefois chez plusieurs anguillulides. Il ne s'agit pas d'attribuer, avec Bastian, une grande importance pour la classification à la présence ou à l'absence d'une cuticule annelée.¹⁾ A un point de vue pratique, cette méthode offre de grands inconvénients, car ces anneaux ne sont pas toujours bien visibles et parfois on les observe facilement à l'une extrémité de l'animal et difficilement à l'autre. Mais ce sont surtout des considérations théoriques, qui interdisent d'attribuer à la présence ou à l'absence d'une cuticule annelée, une grande importance au point de vue de la classification. En effet, l'organisation intérieure n'a aucun rapport avec la lissure ou la plissure de la peau ; la couche chitogène (subcutane) elle-même est entièrement indépendante de ces plissures, qui ne sont que des formations cuticulaires. Aussi observe-t-on souvent que deux formes, qui n'ont guère d'affinité entre elles (comme *Rhabditis* et *Tylenchus*), possèdent toutes les deux une cuticule annelée, tandis que de deux espèces très rapprochées (p. ex. *Mononchus* et *Diplogaster*) l'une est annelée et l'autre ne l'est pas.

Chez le *Tylenchus* la cuticule est toujours pourvue d'anneaux transversaux, et chez le *T. devastatrix* les plissures de la peau se rattachent étroitement l'une à l'autre. Ces plissures ne sont pas toujours bien visibles ; elles sont le plus apparentes lorsque l'anguillule contracte, en tout ou en partie, son corps. Ainsi elles sont très visibles dans la fig. 7 (Pl. I) ou l'extrémité antérieure d'un *Tylenchus devastatrix* mourant, s'est contractée ; et chez l'animal mort, figuré à la planche II, fig. 6.

¹⁾ Bastian, „Monograph on the Anguillulidae”, p. 93 et 95.

La cuticule forme chez beaucoup de nématodes et aussi chez les *Tylenchus*, ce qu'on appelle des *membranes latérales*. Celles-ci s'étendent en longueur sur le corps du ver et sont formées par un dédoublement de la cuticule qui, à la surface du corps, possède une certaine largeur, mais qui, à l'extérieur, finit en un bord aigu. Ces membranes latérales sont uniquement formées par les cuticules, dans le sens étroit ; la couche fibreuse n'y prend aucune part. L'espace entre les deux plaques du dédoublement cuticulaire est remplie par une masse homogène, qui réfracte la lumière d'une façon différente de la cuticule même.¹⁾ Comme il est dit plus haut, il paraît qu'une membrane latérale existe chez la plupart des *Tylenchus*, sinon chez tous. Chez le *Tylenchus devastatrix* elle ne fait pas non plus défaut, quoique je ne puisse pas la distinguer si nettement, et que je ne la trouve pas aussi développée que Bütschli la figure dans son *Tylenchus Askenasyi*.¹⁾

Chez les exemplaires féminins du *T. devastatrix*, la membrane latérale paraît se continuer jusqu'à l'extrémité de la queue, bien que je n'aie pu toujours la suivre sur toute la surface du corps. Chez les exemplaires mâles les membranes latérales finissent avant d'arriver jusqu'au cloaque, et elles se continuent dans la plissure de la peau nommée *bourse* (*bursa* : voir plus loin, lorsqu'il sera traité des organes génitaux mâles ; voir aussi Pl. I, fig. 11). En certains endroits des membranes latérales, j'ai cru pouvoir observer les plissures de la peau. Ordinairement elles sont plus apparentes sur la bourse, où l'on peut mieux les observer sur les bords (v. pl. I, fig. 12). Cependant on ne peut pas toujours distinguer ces anneaux sur la bourse, avec la même netteté.

Avant de quitter ce sujet, j'ai encore à mentionner que j'ai constamment trouvé, dans les parties de plantes attaquées, des peaux de *Tylenchus*, qui étaient uniquement composées de cuticules homogènes. Il est donc prouvé que, dans sa jeunesse, notre *Tylenchus devastatrix* dépouille de temps en temps les cuticules pour les remplacer par d'autres. Une seule fois j'ai pu observer le changement de peau, lequel prend naissance à l'extrémité de la tête (voir Pl. I, fig. 8).

De chaque côté du corps on voit un des deux *champs latéraux*, qui sont formés par les renflements, vers l'intérieur, des cuticules et de la couche sous-cutanée. Par ces renflements de la peau, le tégument est divisé en deux sections, l'une supérieure, l'autre inférieure. Chez tous

¹⁾ Bütschli, „Beiträge zur Kenntniss der freilebenden Nematoden”, dans „Nova acta der Ksl. Leop. Carol. Deutschen Academie der Naturforscher,” T. XXXVI; Tab. XVIII, (II), fig. 8, b.

les *Tylenchus* et aussi chez l'espèce qui nous occupe, les champs latéraux sont très grands.

Enfin, en ce qui concerne *la couche musculeuse*, je n'ai aucune observation à faire. Schneider rapporte les *Tylenchus* aux *Homolyaria*¹⁾; Bütschli croit devoir mettre ceci en doute, au moins pour quelques formes.²⁾ Il m'a été impossible d'établir des données certaines concernant le système musculaire. Les cuticules épaisses rendent l'observation difficile, si non impossible. En observant les *Tylenchus* dans la mue, on trouvera probablement une occasion plus favorable pour examiner le système musculaire.

§ 3. *Canal intestinal*. La partie antérieure du corps, sur laquelle se trouve l'orifice buccal, est séparée plus nettement que d'ordinaire de la partie qui suit, dans laquelle elle est généralement un peu retirée. Des lèvres proprement dites n'existent pas. Immédiatement derrière le vestibule où débouche l'orifice buccal, se trouve le *crochet*, lequel, d'après différents mesurages que j'ai faits, est long de 0,012 millim. au moins, et de 0,015 au plus. Les trois pièces chitineuses qui le composent, paraissent soudées dans toute leur étendue, de sorte qu'on ne peut observer de canal. Cependant le crochet ne saurait, en réalité, être fermé, car dans ce cas, il n'y aurait aucune communication entre la bouche et l'œsophage; de plus, Oerley (voir page 181 de ce traité) a su découvrir le canal chez une autre espèce de *Tylenchus*. A la partie postérieure du crochet, on observe un bouton trilobé. Chez le *Tylenchus devastatrix*, le crochet est relativement petit; chez les nombreuses autres espèces de *Tylenchus*, cet organe est beaucoup plus grand. En général, la règle paraît être, que les espèces vivant en parasites et dans des substances en décomposition, ont un crochet plus petit que celles qui s'attachent extérieurement aux plantes. Le *Tylenchus scandens* (*Tritici*), l'anguillule bien connue du blé, qui change en une galle le rudiment des fleurs, a un crochet de 0,012 millimètres. Chez le *Tylenchus fungorum*, qui vit dans des champignons en décomposition, la longueur du crochet, d'après Bütschli, ne dépasserait pas 0,0129 mill. et le même zoologue n'a pu trouver de trace de crochet chez le mâle. Chez les *Tylenchus robustus* et *pratensis*, qui vivent à l'extérieur sur les racines des graminées et d'autres plantes, ou bien, en liberté dans le sol, le

¹⁾ Pour la division des nématodes en *Holomyaria*, *Meromyaria* et *Poly myaria*, voir Schneider's *Monographie*, p. 199.

²⁾ Bütschli, „Beiträge zur Kenntniss der freilebenden Nematoden”, p. 33.

crochet est relativement très grand. Que cet organe est en général peu développé chez les parasites et les *Tylenchus* qui vivent dans des substances en décomposition, cela n'est pas étonnant. En effet, le crochet est, sans aucun doute, destiné à percer les matières d'où les nématodes tirent leur nourriture. Or, les espèces qui vivent en liberté dans le sol, doivent percer par leur crochet l'enveloppe extérieure des racines des plantes; ce qui n'est pas si facile. Les anguillules qui vivent dans des substances en décomposition ne doivent pas faire grand usage du crochet, mais aussi celles qui vivent dans les tissus des plantes ne doivent pas exiger autant de ce crochet que celles qui vivent en parasites, puisqu'il leur suffit toujours de percer une simple membrane cellulaire. Les anguillulides du genre *Heterodera*, qui vivent en liberté dans les plantes, possèdent un crochet particulièrement petit, ce qui est conforme aux considérations que je viens d'émettre. Il n'est à ma connaissance qu'un seul exemple de nématodes vivant en liberté et dont le crochet est très petit; c'est le *Tylenchus intermedius de Man.*¹⁾ Toutefois il sera sans doute prouvé plus tard que les dimensions réduites trouvent également ici leur explication dans la manière de vivre de cette espèce.

Chez les exemplaires qu'on a isolés des parties attaquées de la plante, on trouve toujours le crochet retiré à l'intérieur et dans la position indiquée par la fig. 1, 2, 3, 4, 7 (Pl. I). Mais si l'on examine les animaux tels qu'ils se trouvent dans les tissus, on remarque souvent cet organe faisant saillie, à tel point que l'extrémité antérieure émerge de l'orifice buccal. Comme organes de ce mouvement, je découvris deux groupes de muscles, tels que Carl Müller les décrit pour les *Heterodera radicicola*; je les désignerai donc du même nom que ce savant leur donne: *musculi protractorii* et *musculi retractorii*²⁾. Les premiers s'étendent depuis le renflement inférieur du crochet jusqu'au bord antérieur du corps, dans le voisinage de l'orifice buccal. Les seconds partent du même renflement et se dirigent vers le milieu du bord extérieur du premier bulbe (ovale) (Pl. I, fig. 3). Ces deux groupes de muscles sont antagonistes. Les trois pièces chitineuses du crochet forment pour ainsi dire les parois du pharynx; à ce crochet succède l'œsophage. (Pour tout ce qui sera dit dans cette section concernant l'intestin, on consultera la planche I, fig. 3 et 4, et les explications de ces figures.)

¹⁾ De Man, „Die frei in der reinen Erde und im süßen Wasser lebenden Nematoden”, p. 149.

²⁾ Carl Müller, „Mittheilungen über unseren Kulturpflanzen schädliche Würmer” dans les „Landwirthschaftliche Jahrbücher,” T. XIII (1884), p. 24.

L'œsophage possède un lumen étroit. Comme chez tous les *Tylenchus*, il présente, vers la moitié de sa longueur, un élargissement ovale, le *premier bulbe*, ou *bulbe musculeux* (*b*) ; à son extrémité postérieure l'œsophage se perd dans le *second bulbe* (*c*) lequel se relie, avec une large ouverture, au tube digestif proprement dit. La distance de l'œsophage au tube digestif n'est pas égale chez tous les exemplaires ; il y a même des différences notables ; ainsi j'ai trouvé que chez quelques-uns cette distance comportait $\frac{1}{12}$ à $\frac{1}{10}$ de la longueur totale du corps, tandis que chez le grand nombre cette distance est représentée par $\frac{1}{7}$ à $\frac{1}{6}$. Entre ces deux extrêmes j'ai aussi rencontré des transitions. Un si grand écart peut, au premier abord, paraître étrange, surtout comme il arrive souvent que l'œsophage ne se distingue pas partout avec la même netteté ; mais une comparaison attentive d'un grand nombre d'exemplaires donne bientôt la clef de l'énigme. Déjà Kühn avait fait observer (voir la planche qui accompagne son article), que la première partie de l'œsophage peut être plus ou moins courbée ; moi-même j'ai trouvé cette partie (c'est à dire celle qui précède le bulbe musculeux) entièrement droite, chez quelques exemplaires (Pl. I, fig. 3) ; chez d'autres, au contraire, je l'ai vue sinuée fortement et à plusieurs reprises (Pl. I, fig. 4). J'ai aussi observé que cette sinuosité peut être plus ou moins prononcée chez le même individu ; en d'autres termes que la partie antérieure de l'œsophage paraît pouvoir se retrécir et se détendre. La partie de l'œsophage comprise entre le bulbe premier ou musculeux et le second, est droite chez quelques exemplaires ; chez d'autres elle est courbée en certain endroit. Parfois cette courbe est faible, d'autres fois, assez prononcée ; il arrive aussi que l'œsophage forme brusquement une courbe dont le plan est perpendiculaire à la direction suivie jusque-là et décrit dans ce plan un arc de 180° — 270° , pour reprendre la direction primitive et se perdre rapidement dans le second bulbe. Les sinuosités dans la première partie de l'œsophage sont, comme je l'ai fait remarquer, passagères ; il me paraît que les *musculi retractorii* du crochet en sont la cause. Lorsqu'ils se contractent, le crochet est ramené en arrière, tandis que le bulbe musculeux reste à sa place ; alors la partie antérieure doit se replier ; lorsqu'au contraire ces muscles se détendent, l'œsophage s'étend de nouveau en ligne droite. La position des *musculi retractorii* est donc la cause de la forme que prend la première partie de l'œsophage. Mais la sinuosité de cette seconde partie de l'organe est une forme réelle de l'intestin, qui peut se présenter en plusieurs degrés mais qui peut aussi totalement faire défaut.

Je suis porté à croire que ces modifications de la seconde moitié de l'œsophage suivent la forme générale du corps de l'animal. Chez les *Tylenchus* relativement longs et effilés, j'ai toujours rencontré un œsophage dont la partie comprise entre le premier bulbe (l'ovale) et le second (l'oblong), avait une direction entièrement droite, tandis que chez des exemplaires plus larges et plus longs, il se forme toujours, immédiatement avant le second bulbe, une sinuosité plus ou moins grande. Quoique, chez tous les *Tylenchus*, l'œsophage ait une longueur uniforme (relativement aux dimensions du corps), la distance du crochet au tube digestif peut présenter de notables différences, selon la forme droite ou sinuée de l'œsophage. Chez les exemplaires dont le rapport entre la longueur et la largeur peut être représenté par le chiffre 38—50, cette distance comporte $\frac{1}{6}$ ou $\frac{1}{7}$ de longueur du corps; mais chez les exemplaires dont le rapport entre la longueur et la largeur est indiqué par les chiffres 31, 33 et 34, j'ai trouvé que $\frac{1}{2}$ et $\frac{1}{10}$ sont les rapports entre cette distance et la longueur du corps. Cependant l'œsophage, eu égard aux dimensions du corps, avait chez tous mes *Tylenchus* une longueur uniforme. Chez les exemplaires plus courts mais plus larges, le corps est évidemment trop court pour permettre au canal intestinal de suivre la ligne droite, aussi l'œsophage est-il toujours sinué.

Il paraît que le système musculaire de la première partie de l'œsophage (jusqu'au premier bulbe) est fort peu développé: chez quelques exemplaires, j'ai trouvé une paroi chitineuse mince, bien apparente; cette paroi enveloppe un lumen très étroit. Je n'ai pu découvrir d'autres parties dans cette paroi, mais il est probable qu'elles sont rendues confuses (comme d'ailleurs, toute la partie antérieure de l'œsophage) par la présence d'une masse granuleuse qui entoure l'œsophage. J'ai pu voir dans quelques exemplaires, que cette masse est composée de cellules et je présume, avec Oerley, qu'il existe dans cette masse cellulaire, un amas de cellules glandulaires qui doivent fournir la substance au moyen de laquelle le crochet se renouvelle constamment¹⁾.

Au milieu du premier bulbe (l'ovale), le lumen de l'œsophage s'élargit; d'ailleurs, dans toute la partie antérieure de cette division intestinale il est et demeure particulièrement étroit.

La deuxième division de l'œsophage possède un lumen un peu plus élargi que la première; la paroi aussi est beaucoup plus épaisse. On

¹⁾ Oerley, „Az Anguillulidák Maganrajza.” Partie allemande: p. 147. „Bei *Dorylaimus stagnalis* sah ich kleine Röhrchen von der zelligen Substanz zu dem Oesophagus laufen. Könnte dieses Secret nicht zum Aufbau des sich öfters erneuernden Mundstachels dienen?”

peut distinguer une paroi chitineuse intérieure et autour de celle-ci une couche musculaire, qui laisse distinguer ça et là des fibres musculaires disposées en rayons.

Je dois toutefois faire remarquer que rarement l'œsophage peut être observé dans toute sa longueur, avec autant de netteté que sur la fig. 3 (Pl. I); souvent il est à peu près invisible, de même que le bulbe antérieur (Pl. I, fig. 9); et la cause n'en doit pas être attribuée seulement à la masse cellulaire, qui probablement fournit la substance destinée à régénérer le crochet (voir plus haut p. 196); en effet, dans le système musculaire du tégument on rencontre à cette place beaucoup de granules réfringents qui, chez certains individus, rendent l'observation de l'œsophage impossible. Ajoutez à cela la présence, chez un grand nombre d'exemplaires, d'une multitude de noyaux dans la couche chitinogène (sous-cutanée) de la peau (voir page 190). —

Nous avons maintenant à traiter du *premier bulbe*, lequel a une forme ovale, plus ou moins oblongue. Le lumen de l'œsophage s'élargit à l'intérieur du bulbe, lequel consiste d'ailleurs en une masse musculaire; les fibres musculaires sont disposées en rayons de la section élargie du lumen vers sa circonférence. Il est clair que, par la contraction des fibres ainsi disposées, le lumen doit s'élargir, tandis qu'il reviendra à ses dimensions primitives, lorsque les fibres musculaires se détendent. Quoiqu'il ne me fût pas possible de distinguer, comme Carl Müller¹⁾ pour le *Heterodera*, deux sortes de muscles dans la paroi du bulbe, je me rallie à son opinion de considérer le bulbe comme une *ventouse*. Lorsqu'un *Tylenchus* applique l'orifice buccal contre la paroi d'une cellule, et que, par la contraction des *musculi protractorii*, elle fait jaillir son crochet, ce dernier perfore facilement la mince paroi cellulaire, et une partie du contenu de la cellule est injectée, avec quelque force, dans le vestibule et puis dans le lumen du crochet, peut être aussi dans une partie de l'œsophage. Quand les fibres musculeuses du bulbe, disposées en rayons, se contractent, le lumen de cette division devient plus grand, l'air en est raréfié et les substances extraites des plantes y montent. Lorsque les fibres musculaires du bulbe se détendent, le lumen de cet organe devient plus petit et le contenu en est de nouveau en partie éloigné. Toujours cependant la plus grande quantité en sera dirigée vers la section suivante de l'œsophage, laquelle a un lumen plus large que la première. Mais il n'est pas contestable qu'une petite quantité du

¹⁾ Voir Carl Müller, „Mittheilungen über unseren Kulturpflanzen schädliche Würmer”, dans les *Landwirthschaftliche Jahrbücher*, T. XIII (1884) p. 23 et 24.

contenu du bulbe est de nouveau refoulée dans la direction du crochet. Toutefois cette quantité ne peut être grande, car la première partie de l'œsophage n'a qu'une cavité très petite et, en second lieu, les substances ainsi refoulées rencontrent le liquide, qui continue à jaillir de la cellule perforée dans le crochet et puis dans l'œsophage, et, en troisième lieu, parce que les substances qui sont refoulées du bulbe dans la seconde moitié de l'œsophage, y continuent leur mouvement, pressées par la paroi musculeuse de l'œsophage même, de telle façon que la partie plus large de l'œsophage peut constamment prendre des substances nouvelles au bulbe¹⁾. —

Le *second bulbe* est oblong, assez large, et presque aussi long que la partie de l'œsophage comprise entre les deux bulbes. Je n'ai pu observer des couches musculeuses dans sa paroi. Il m'a été impossible d'établir, avec quelque certitude, des données concernant la structure histologique de cette paroi; je puis seulement dire qu'il apparaît plus ou moins granuleux et qu'on peut y observer des noyaux plus ou moins grands, entre autres un assez grand (Pl. I, fig. 3 c) près de l'ouverture antérieure du bulbe (c'est à dire celle qui, partant de l'œsophage, aboutit au bulbe). Il me paraît que le lumen du second bulbe dont il s'agit ici, est relativement étroit, eu égard aux dimensions extérieures de cette section; toutefois je ne puis donner de certitude à ce sujet; en effet, la paroi du second bulbe est trop granuleuse pour permettre de comprendre la signification d'une strie, qui s'étend sur cet organe dans le sens longitudinal. Le second bulbe s'élargit à la base pour passer dans l'*intestin proprement dit*, ou *tube digestif*. —

Ce dernier est très large et occupe la plus grande partie de l'intérieur du corps de l'animal. A partir de la paroi postérieure du second bulbe jusqu'à l'ouverture anale, ce tube suit une direction à peu près rectiligne; il est entièrement droit chez les larves et la plupart des femelles, mais souvent plus ou moins courbé vers les organes génitaux,

¹⁾ Carl Müller („Landwirthschaftliche Jahrbücher,” XIII, p. 23—25) trouve chez le *Heterodera radicicola* dans l'œsophage, derrière la partie renflée et trilobée du crochet, une dilatation qu'il appelle *nodulus laryngealis*. Il admet que l'œsophage est pourvu, en cet endroit, de parois musculeuses, de sorte que le lumen peut se fermer. Il en résulte que par le mouvement, imitant celui d'une pompe, des muscles du premier bulbe, les sucs nourriciers sont nécessairement comprimés dans la seconde partie de l'œsophage. Telles sont les observations de Müller. Quant à moi, je n'ai pu découvrir chez le *Tylenchus devastatrix* un *nodulus laryngealis*, mais j'estime que le mouvement des sucs nourriciers se fait de la manière que j'ai indiquée plus haut.

chez les mâles (Pl. I, fig. 1, à comparer avec fig. 2). Toutefois la présence d'un œuf entièrement développé dans les organes génitaux peut occasionner, chez les femelles, une sinuosité dans l'intestin.

La paroi du tube digestif est formée d'une seule couche de cellules glanduleuses : une différentiation des cellules épithéliales en cellules épithéliales ordinaires et cellules glandulaires (les dernières en ces formations épithéliales qu'on nomme *glandes*) n'existe pas. Oerley¹⁾ observa que, chez le *Plectus granulosus*, „der Darm am Anfange durch eine, dann durch zwei und später durch mehrere Zellenreihen gebildet wird ;” toutefois je ne trouve pas, dans cet auteur, des données plus précises concernant la manière, dont ces séries de cellules concourent à la structure du tube digestif. En général cependant, je puis dire que j'ai fait, pour le *Tylenchus devastatrix*, les mêmes observations qu'Oerley pour le *Plectus granulosus*. Mais il n'est pas facile de voir chez les nématodes les cellules qui forment le tube digestif, à cause de la présence dans le protoplasma de ces cellules, d'une si grande quantité de globules réfringents, qu'on ne peut plus distinguer les limites des cellules. Seuls quelques exemplaires chez lesquels ces globules sont beaucoup moins nombreux, permettent de donner une description plus exacte de la structure du tube. Une seule fois j'ai pu réussir à trouver chez une larve, encore relativement petite, un canal intestinal à peu près comme celui des trichines²⁾, c'est-à-dire composé d'une série de cellules situées les unes derrière les autres. Ces cellules étaient presque partout visiblement séparées par des parois et présentaient chacune un noyau. Il m'a paru que ces cellules se repliaient autour de l'intestin et formaient ainsi un anneau ; je n'en ai toutefois pas la certitude. Je n'ai pu observer nulle part la suture, qui devrait exister à l'endroit où les extrémités des cellules ainsi repliées se rencontrent. Chez d'autres larves de *Tylenchus devastatrix* je trouvai, il est vrai, une série de noyaux disposés dans le sens longitudinal, à des distances régulières l'un de l'autre, et indiquant ainsi les différentes cellules, mais je n'ai pu distinguer les parois de ces cellules. Chez un grand nombre de larves je ne pouvais même — à cause de la présence d'une grande quantité de globules réfringents, — distinguer partout les noyaux. J'ai observé que les larves plus grandes, de 1 millimètre et moins, ont un intestin composé de deux séries de cellules ; mais chez le plus grand nombre je ne pus de nouveau dis-

¹⁾ Ladislaus Oerley, „Az Anguillulidák maganrajzá”, partie allemande, p. 147.

²⁾ Voir, entre autres, la figure, p. 90, de Pütz, „Die Seuchen und Herdenkrankheiten unserer Hausthiere”, 1881.

tinguer les cellules isolées. Pour autant que je pus l'observer, ces cellules parurent, dans quelques cas, affecter la forme sphérique; le plus souvent toutefois, je les trouvai à peu près hexagonales et alternantes, de telle sorte que les parois forment deux lignes transversales et en zigzag, l'une du côté droit et l'autre du côté gauche (voir Pl. II, fig. 5). Chez quelques-unes des larves ayant à peu près atteint tout leur développement, je n'ai pu observer que ça et là, et quelquefois en aucune manière, les limites des cellules; mais la situation des noyaux indiquait suffisamment la succession des cellules. Mais, comme je l'ai déjà dit plus haut, chez le plus grand nombre des larves, ces noyaux étaient aussi rendus invisibles par la présence d'une grande quantité de globules très réfringents. C'était le cas avec tous les exemplaires adultes (Pl. I, fig. 6); chez quelques-uns seulement je pus observer ça et là quelques séries de cellules, et une seule fois il me fut possible de distinguer, à la partie antérieure du canal intestinal, plusieurs petites cellules polyédriques renfermant un noyau. La déduction de ceci est facile: l'intestin se compose en premier lieu d'une seule série de cellules, plus tard de deux et finalement d'un plus grand nombre¹⁾, mais ce n'est qu'exceptionnellement qu'on peut distinguer les noyaux de ces cellules, et il est plus rare encore qu'on réussisse à en observer les parois; ce qu'il faut attribuer à la présence d'une grande quantité de globules incolores ou jaunâtres, plus ou moins grands, très réfringents. Aussi, chez presque tous les exemplaires, l'intestin prend l'aspect d'un écheveau composé de granules, qui traverse tout le corps d'avant en arrière.

On remarque également des globules réfringents dans la moëlle du système musculaire et surtout dans la cavité caudale; dans cette dernière ils sont souvent en si grand nombre qu'ils forment un écheveau d'une masse granuleuse, qui se continue jusqu'à l'extrémité de la queue (Pl. I, fig. 1, 2, 6). Il en résulte que dans certaines positions, que peut prendre l'animal, il devient difficile de distinguer où finit le canal intestinal.

Schneider dit que „der Darmkanal sich aus einer einzigen Schicht Zellen zusammensetzt, auf deren äußern und innern Fläche eine feste

¹⁾ Schneider, („Monographie der Nematoden”, p. 196) indique chez quelques nématodes (*Trichina*) un intestin composé d'une seule série de cellules; chez d'autres (*Leptodera*, *Pelodera*, dont les espèces forment le genre *Rhabditis Duj.*), un intestin composé de deux séries de cellules, tandis que chez la plupart des nématodes l'intestin est formé de plusieurs séries de cellules. Ainsi les formes fixes de certains nématodes sont des formes passagères chez le *Tylenchus devastatrix*.

Cuticula liegt"¹⁾. Concernant la structure de ces deux couches cuticulaires, je ne puis rien apprendre.

L'ouverture anale est située sur le côté ventral de l'animal et à une distance de l'extrémité caudale qui équivaut à $\frac{1}{6}$ ou $\frac{1}{7}$ de la longueur totale du corps (comparez la page 189 de ce traité).

L'ouverture anale est moins grande chez les femelles, oblongue et en fente; chez les exemplaires mâles, il existe un cloaque dans lequel débouchent et les organes génitaux et le tube digestif. Lorsque l'on considère, avec un grossissement suffisant, un exemplaire féminin couché sur le côté, on remarque, à partir de l'anus jusqu'à la masse granuleuse de l'intestin, un petit tube à parois extrêmement minces (Pl. I, fig. 5 et 6, *a b*). Quant à la structure de la paroi de ce tube, que l'on pourrait considérer comme *rectum*, je ne puis donner aucun détail.

J'ai déjà dit (p. 199) que la paroi du tube digestif se compose uniquement d'une couche de cellules (cellules glandulaires). Les parois du tube sont donc privées de muscles. Il est probable que le contenu de ce tube reçoit son mouvement des muscles du tégument. En effet Schneider dit, en parlant de l'intestin des nématodes en général: „Das Gewebe der zur Leibesmuskelschicht gehörenden Marksubstanz tritt bis dicht an den Darm heran, und verwächst mit seiner äußern Cuticula”²⁾.

En général on ne peut que difficilement distinguer le contenu de l'intestin à travers les cellules des parois; le plus souvent donc il paraît être incolore; toutefois, lorsque j'ai pu le distinguer plus clairement, il était brunâtre. Ce contenu de l'intestin paraît toujours être liquide; les petits vers paraissent ne jamais rejeter des excréments solides.

§ 4. *Organes d'excrétion.* Chez un grand nombre de nématodes, on trouve, au centre de chaque champ latéral, un organe d'excrétion ayant une forme vasculaire, et qu'on nomme „*vaisseau latéral*” („Seitengefäß”). Les deux vaisseaux latéraux s'anastomosent et forment un orifice vasculaire lequel est toujours situé du côté ventral du ver. Or, il paraît que les *Tylenchus* ne possèdent pas plus d'un vaisseau latéral. C'est du moins ce qu'indiquent Schneider, pour le *Tylenchus scandens* (= *Tritici*), et Bütschli pour les *T. Askenasyi* et *fungorum*. Chez tous les exemplaires de *Tylenchus devastatrix* examinés par moi, je n'ai

¹⁾ Voir Schneider, „Monographie,” p. 194.

²⁾ Schneider, „Monographie,” p. 198.

³⁾ Id. p. 217.

⁴⁾ Bütschli, „Beiträge zur Kenntniss der freilebenden Nematoden,” p. 34.

jamais trouvé qu'un seul vaisseau latéral. Il ne m'a été possible d'observer, dans toute son étendue, ce vaisseau qui se recourbe plusieurs fois ; je trouvai constamment l'orifice vasculaire („Gefäßsporus") du côté ventral, notamment dans la ligne médiane, à l'extrémité antérieure du corps de l'animal. Cet orifice d'une exiguité extrême peut passer inaperçu aussi bien que le vaisseau latéral lui-même ; toutefois, par un examen minutieux, on le découvre à la hauteur du commencement du second bulbe œsophagien. — Pour les organes d'excrétion, consulter la Pl. I, fig. 1 et 2, *g*, fig. 9, *x y*. —

§ 5. Je n'ai pu trouver de traces de *système nerveux* chez le *Tylenchus devastatrix*. Chez un grand nombre de genres, ayant de la parenté avec ce dernier, on trouve un anneau entourant l'œsophage, centre du système nerveux.

§ 6. *Organes génitaux*. En ce qui concerne ces organes, je pourrais, pour ainsi dire, me borner à renvoyer à la description de Bütschli du *Tylenchus Askenasyi* ; en effet, l'analogie est frappante et je n'ai que peu de chose à ajouter à la description faite par Bütschli pour cette espèce.

a) *Organes génitaux femelles* (v. Pl. I, fig. 1 ; Pl. II, fig. 2). Ces organes, comme il a été dit plus haut, sont impairs. On distingue les parties suivantes : l'*ovaire* (*ovarium*), l'*oviducte* (*tuba*), l'*utérus* et le *vagin* (*vagina*) ; ce dernier débouche par la *vulve* à l'extérieur. La paroi du vagin est formée par la continuation de la couche externe de la peau ; elle est donc une formation cuticulaire, tandis que la paroi de l'utérus et de l'oviducte consiste en une couche de cellules épithéliales. L'*ovaire* chez le plus grand nombre (pour ne pas dire chez tous) des exemplaires de *Tylenchus devastatrix* que j'ai observés, s'étend depuis l'origine du tube digestif, vers la partie postérieure, en direction rectiligne, le long de l'intestin (v. Pl. I, fig. 1). Chez quelques uns toutefois, notamment chez les exemplaires relativement courts et larges, le corps paraît être trop court pour permettre à l'*ovaire* de s'étendre dans toute sa longueur ; aussi la partie antérieure est recourbée en arrière, sur un espace plus ou moins considérable. La partie extrême de l'*ovaire* est remplie de protoplasme qui ne présente que ça et là un noyau ; plus loin on trouve des cellules qui, par la compression exercée par les unes sur les autres, ont pris une forme polyédrique ; plus loin, vers l'*oviducte*, on trouve, en plusieurs rangées successives et remplissant toute la cavité de l'*ovaire*, une multitude de cellules, pour la plupart de forme quadrangulaire et pourvues d'un noyau. Ces cellules qui plus tard deviendront des œufs, augmentent de volume, depuis le commencement de

l'ovaire jusqu'à l'oviducte; la dernière cellule atteint à peu près le volume d'un œuf lorsqu'il vient d'être pondu. Là où l'ovaire se confond avec l'oviducte, apparaît un étranglement. L'oviducte, à proprement parler, ne mérite pas ce nom, au moins quand on prend ce mot dans le sens littéral. Il constitue chez nos *Tylenchus* cette partie des organes génitaux où l'œuf est fécondé et où la coque de l'œuf est secrétée. Si tous les œufs de l'*ovaire* ont un noyau, l'œuf qu'on peut trouver dans l'*oviducte* ou l'*utérus* en est au contraire privé; par contre il possède une paroi, tandis que les œufs de l'*ovaire* n'en ont pas. Chez les femelles fécondées on trouve dans l'oviducte un amas de spermatozoïdes; lorsque l'œuf, encore privé de parois, sort de l'ovaire pour entrer dans cette seconde division, il y est fécondé et son noyau disparaît; bientôt après il est entouré d'une paroi. Je suppose que la substance dont se compose cette paroi est secrétée, en partie au moins, par des cellules glandulaires qui forment la paroi de la seconde moitié de l'oviducte (Pl. II, fig. 2, *l*).

A l'endroit où l'oviducte passe dans l'utérus, il existe aussi un étranglement. L'utérus, dont la paroi est composée de cellules épithéliales polygonales (Pl. II, fig. 2, *m*), ne s'étend pas seulement depuis l'oviducte jusqu'au vagin, mais de là, il s'avance, d'une même longueur, en arrière qu'en avant. Ainsi l'utérus se compose de deux parties, dont la première commence à l'extrémité de l'oviducte et s'étend jusqu'au vagin; l'autre moitié est un cul-de-sac qui s'étend depuis le vagin dans la partie postérieure du corps. La paroi de l'utérus se compose en premier lieu d'une couche unique de cellules épithéliales, qui ne se distinguent pas partout également bien. Ces cellules épithéliales sont hexagonales et disposées en séries transversales. Il me paraît qu'il en existe deux séries; je ne puis toutefois assurer que tel est toujours le cas; peut-être que là où l'utérus a une largeur plus grande, il existe plusieurs séries l'une à côté de l'autre. D'après Schneider¹⁾ l'utérus est entouré d'une couche musculeuse chez les *Pelodera* et *Leptodera* (c'est à dire chez le genre *Rabditis Dujardin*). Ce zoologiste n'a pu trouver de couche musculeuse, cependant il estime qu'il n'a pu la distinguer à cause de la délicatesse des fibres musculaires. Moi je n'ai pu réussir non plus à découvrir cette couche musculaire chez le *Tylenchus devastatrix*.

Le *vagin* est extrêmement petit et apparaît comme un tube court mais très large qui relie l'orifice génital extérieur à l'utérus. La *vulve* est

¹⁾ Bütschli „Beiträge zur Kentniss der freilebenden Nematoden”, p. 34.

une fente transversale très large située du côté ventral; ses bords sont avancés. La cavité du vagin est la continuation immédiate de la vulve; aussi la paroi n'en est pas formée par un epithelium mais par une poche du tégument, de sorte qu'on peut y distinguer les couches suivantes: d'abord (du côté extérieur) une *couche musculeuse*, ensuite une couche qui renferme des noyaux et qui peut être considérée comme une continuation de la *couche sous-cutanée ou chitinogène*; enfin, comme couche intérieure, une *cuticule homogène*, la continuation de la couche cutanée externe (comparez p. 190 de ce traité). La *vulve* n'est pas chez tous les exemplaires de *Tylenchus devastatrix*, située à une distance égale de l'extrémité caudale; toutefois, la distance de la vulve à l'extrémité caudale représente en moyenne $\frac{1}{5}$ de la longueur du corps.

b. Organes génitaux mâles. (Comparez Pl. I, fig. 2, 11—16; Pl. II, fig. 1.) Les organes génitaux mâles forment, comme les organes femelles, un long tube, qui s'étend aussi dans le sens de la longueur du corps et prennent naissance tout près de l'endroit où commence le tube digestif. Ils débouchent dans le même orifice que le rectum, de sorte qu'à l'endroit où, chez les femelles, on trouve l'anus, on rencontre, chez les exemplaires mâles, un cloaque. Comme organes copulateurs, ou plutôt auxiliaires de la copulation, il faut citer la *bourse* et les *spicula*. Les parties des organes génitaux mâles situées à l'intérieur du corps peuvent être comprises sous la dénomination de *tube sexuel*. Ce dernier est double chez les *Gordius* et *Filaria* seulement; chez tous les autres nématodes (donc aussi chez le *Tylenchus devastatrix*), il est simple. D'après Schneider il consiste en trois sections: le *testicule (testis)*, le *canal déférent (vas deferens)*, et le *conduit éjaculateur (ductus ejaculatorius)*. Il n'y a certes pas d'inconvénient à adopter cette division du tube sexuel en trois divisions, lorsqu'on n'attache pas à ces termes, empruntés à l'anatomie de l'homme, le sens qui leur est attribué dans cette science; car une comparaison avec les dénominations correspondantes des organismes supérieurs n'est pas exacte.

Le *testicule* diffère de la partie déférente de l'appareil génital (*vas deferens* et *ductus ejaculatorius*) en ce qu'on observe à la surface interne de la membrane sans structure appréciable, qui constitue l'enveloppe de cet organe, une masse molle et granuleuse dans laquelle on distingue ça et là un noyau; tandis que dans le canal *déférent* et le *conduit éjaculateur* on constate la présence d'un epithelium formé de cellules polyédriques. La première partie du canal déférent (*vas deferens*) n'a pas de parois musculeuses; la seconde, très courte, est revêtue d'une couche musculeuse isolée et peut se distinguer comme le *ductus ejaculatorius*.

A ces détails, empruntés au grand ouvrage de Schneider et qui se rapportent aux organes génitaux mâles des nématodes en général, je puis ajouter qu'en ce qui concerne ces organes chez le *Tylenchus devastatrix*, il est difficile d'y distinguer les trois divisions indiquées par Schneider; je n'ai pu notamment, observer de séparation entre le *vas deferens* et le *ductus ejaculatorius* parce que je n'ai trouvé nulle part des couches muscleuses dans les parois de la partie déférente des organes génitaux. Cette partie déférente se présente, chez le *Tylenchus devastatrix*, comme la continuation immédiate du testicule et l'on ne peut assigner de limites aux deux divisions du tube génital; on les distingue seulement par le fait que, dans les circonstances ordinaires, il n'y a pas de spermatozoïdes dans la partie déférente, tandis que le testicule est rempli de spermatozoïdes et de spermatoblastes.

Entre l'*ovaire* et le *testicule* il existe, chez les *Tylenchus devastatrix*, une grande analogie. Ce dernier s'étend aussi comme un tube droit de la partie antérieure du canal digestif vers la partie postérieure. A son origine il forme un tube très étroit qui s'élargit graduellement pour conserver ensuite une largeur constante. Il consiste à sa partie antérieure en une masse de protoplasme non divisée en cellules et qui renferme une grande quantité de noyaux. Plus loin, vers la partie postérieure, cette masse se différencie en plusieurs cellules, dont les unes sont assez grandes et qui sont toutes pourvues d'un noyau très apparent, et forment une colonne continue par tout le corps. Ces cellules que Schneider appelle „*Samenkeime*” et auxquelles on pourrait donner le nom de *spermatoblastes*, ressemblent pour ainsi dire entièrement aux cellules germinatives de l'*ovaire* qui donnent naissance aux œufs. Toutefois, leur noyau est en général plus petit que celui de ces dernières cellules; mais pas plus que celles-ci, elles ne présentent une paroi visible. Tandis que les cellules germinatives de l'*ovaire* se transforment directement en œufs, les spermatozoïdes se forment comme produits de la segmentation des spermatoblastes. Ces derniers sont donc homologues aux cellules germinatives femelles, mais les spermatozoïdes ne sont pas homologues aux œufs. Le développement ultérieur des spermatoblastes paraît être le suivant: pendant qu'elles se réunissent en une masse cylindrique dans la partie postérieure du testicule, leur protoplasme commence à se disposer en rayons autour du noyau. Plus tard elles se séparent en deux parties qui immédiatement se divisent en deux autres. Des petites cellules ainsi formées naissent les spermatozoïdes, mais il ne m'a pas été possible d'étudier le mode de cette formation. Ces spermatozoïdes sont des corpuscules sphériques consistant, pour la plupart, en

une masse opaque autour de laquelle vient se grouper le protoplasme ordinaire (v. Pl. II, fig. 2, *k*).

J'ai déjà parlé plus haut, des parties différentes (page 204). Il existe deux *spicules* de la longueur de 0,115 à 0,120 millim. Leur forme apparaît le mieux dans la fig. 11—16, Pl. I, et Pl. II, fig. 1. La *pièce accessoire* qui ne manque jamais chez les espèces du genre *Tylenchus*, mais qui peut se présenter à des degrés très différents de développement, est petite et peut difficilement se distinguer si l'animal n'est pas couché sur le côté (Pl. I, fig. 2, *n*). Cette pièce accessoire qui limite le côté postérieur du cloaque, semble indiquer plus ou moins la direction dans laquelle doivent se mouvoir les spicules. Aussi quand ils sont sortis, ils ne se trouvent pas dans la direction qu'ils ont à l'intérieur du corps, c'est-à-dire obliquement vers la partie postérieure, mais à peu près verticalement sur la direction longitudinale de l'animal, par conséquent dans la direction indiquée par la pièce accessoire (v. Pl. I, fig. 2 *m*). On peut observer ceci très bien lorsque, par exemple, on tue un *Tylenchus* mâle en tenant le verre sur lequel il se trouve au dessus d'une flamme de gaz, car alors l'animal sort le spicule autant qu'il peut. La pièce accessoire atteint à peu près $\frac{1}{3}$ de la longueur du spicule.

Disons encore deux mots au sujet de la *bourse*. Comme je l'ai dit plus haut (voir p. 192 de ce traité), la bourse est formée par une continuation de la membrane latérale. Les plissements de la cuticule se prolongent plus ou moins visiblement au dessus de cet appendice (Pl. I, fig. 12); parfois aussi je n'ai pu réussir à les distinguer; on n'y rencontre jamais des papilles. Les dimensions de la bourse diffèrent beaucoup chez les différents exemplaires, tant pour la longueur que pour la largeur (voir fig. 12—16, Pl. I). Elle prend toujours naissance devant l'ouverture anale (cloacale); à l'arrière elle se prolonge parfois jusqu'à l'extrémité caudale ou jusqu'à la pointe effilée qui précède cette extrémité; toutefois, il arrive aussi qu'elle ne dépasse pas la moitié de la longueur de la queue. Entre ces deux extrêmes on trouve une multitude de transitions.

CHAPITRE III.

Délimitation de l'espèce *Tylenchus devastatrix* Kühn.

Synonymes de ce nom spécifique.

Le nombre des nématodes qui ont été compris dans le genre *Tylenchus* est très grand. De Man¹⁾ en décrit environ onze et y ajoute autant d'autres qu'il dit ne pas avoir vus, mais avoir trouvés décrits par d'autres auteurs. Oerley²⁾ cite en tout 24 espèces dans lesquelles ne sont toutefois pas comprises toutes les espèces citées par de Man. Ces deux auteurs, qui sont des autorités dans le domaine de la connaissance des espèces d'anguillulides, ne citent pas moins de trente espèces du genre *Tylenchus*. Il faut y ajouter quelques noms spécifiques qui ne se trouvent pas chez de Man et Oerley : ce sont — à part le *T. devastatrix* Kühn, qui n'est pas une autre espèce que *T. Dipsaci* Kühn — les suivants : *T. Hyacinthi* Prillieux³⁾, *T. Allii* Beyerinck⁴⁾, *T. putrefaciens* Kühn⁵⁾ et *T. Havensteinii* Kühn⁶⁾. Ainsi on ne trouve pas moins de 34 *Tylenchus* dénommés dans différents ouvrages.

Je dois toutefois faire observer qu'on doit rayer de cette liste deux espèces qu'on ne peut rapporter au genre *Tylenchus Bastian*, mais qui appartiennent au genre *Heterodera Schmidt*, savoir l'anguillule de la betterave (*Heterodera Schachtii*), et l'anguillule des racines (*Heterodera radicicola Greeff*)⁷⁾. En outre, dans les *Tylenchus* dénommés, il en figure plusieurs dont on ignore absolument s'ils doivent réellement être rapportés au genre *Tylenchus*, attendu qu'on n'en possède que des descriptions incomplètes. J'y comprends entre autres le *Tylenchus Tiliae Noll* trouvé par le Dr. F. C. Noll dans les boutons des tilleuls⁸⁾ ; —

¹⁾ J. G. de Man, „Die frei in der reinen Erde und im süßen Wasser lebenden Nematoden der niederländischen Fauna”, (1884), p. 142—154.

²⁾ Ladislaus Oerley, „Az Anguillulidák Magánrajza”, (1880), p. 91.

³⁾ E. Prillieux, „La maladie vermiculaire des Jacinthes,” dans le „Journal de la Société nationale d'horticulture,” 3^{me} Série, III (1881), p. 253—260.

⁴⁾ M. W. Beyerinck, „De oorzaak van de Kroefziekte van jonge ajuinplanten”, dans le „Maandblad der Holl. Maatschappij van Landbouw,” 1883, n°. 9.

⁵⁾ Julius Kühn, dans le „Hallesche Zeitung”, 1877 et 1879.

⁶⁾ Julius Kühr, „Das Luzernälchen” dans „Deutsche landwirthschaftliche Presse”, 1881, p. 32.

⁷⁾ Carl Müller, „Mittheilungen über die unseren Kulturpflanzen schädlichen, das Geschlecht *Heterodera* bildenden Würmer”, dans „Landwirtschaftliche Jahrbücher”, 1884, p. 39—41.

⁸⁾ O. Bütschli, „Beiträge zur Kenntniss der freilebenden Nematoden”, (1873), p. 36.

T. Falcaria *Frauenf.*, par Frauenfeld dans *Falcaria Rivini*¹); — *T. Leontopodii* *Frauenf.* trouvé par le même comme parasite dans le *Leontopodium*²).

Je dois avouer que je suis loin de connaître, par mes propres observations, toutes les espèces de *Tylenchus* qui ont été décrites. Toutefois, par une comparaison attentive des descriptions et figures avec les *Tylenchus* que j'ai étudiés, je suis arrivé à la conclusion que de toutes les espèces de ce genre qui vivent dans le sol, seuls les *Tylenchus velatus Bütschli* et *T. intermedius de Man* présentent assez d'analogie avec mes *Tylenchus* pour conjecturer — ne fût-ce que temporairement — qu'ils puissent être identiques avec mon espèce. Le fait que le *Tylenchus* examiné par moi est un parasite de plantes, tandis que les *T. velatus* et *T. intermedius* cités vivent, selon les indications de Bütschli et de Man, dans le sol, ne peut être un motif d'exclure la possibilité d'identité de l'une de ces deux espèces avec la mienne, puisque cette dernière séjourne aussi momentanément dans le sol. Pour cette raison j'ai dû, autant que possible, examiner les caractères de toutes les espèces de *Tylenchus* qui vivent dans le sol, et aussi des espèces qui vivent en parasites dans les plantes.

De Man donne une table pour déterminer les onze *Tylenchus*, trouvés par lui dans la terre humide, en Néerlande. Il emprunte le premier caractère de la distinction de ces espèces en deux groupes, aux proportions de la bourse chez les exemplaires mâles. Dans l'un groupe il range les *Tylenchus* dont la queue est entièrement enveloppée par la bourse; dans l'autre, ceux qui ne présentent pas cette particularité. J'admetts volontiers que le caractère ait de la valeur pour la distinction des onze espèces décrites par de Man; mais pour la division de tous les *Tylenchus* en deux groupes — même des groupes artificiels, ces caractères ne peuvent être pris pour base, car, d'après mon examen (v. p. 206 de ce traité Pl. I, fig. 11—16), chez des *Tylenchus* de la même espèce, la bourse est tantôt plus petite, tantôt plus grande et enveloppe la queue en partie chez la plupart des individus et totalement chez d'autres.

En ce qui concerne les *Tylenchus* décrits par Bütschli, Oerley et de Man, plusieurs d'entre eux, tels que *T. robustus de Man*, *T. dubius Bütschli*, *T. lamelliferus de Man*, *T. gracilis de Man*, *T. leptosoma de Man*, *T. filiformis Bütschli*, *T. elegans de Man*, se distinguent facilement des

¹) et ²) Frauenfeld, dans „Verhandlungen der Zool. bot. Gesellschaft in Wien”, 1872, p. 396.

Tylenchus décrits par moi en ce qu'ils ont la vulve placée plus en avant que chez mon *Tylenchus devastatrix* (= *T. Dipsaci*). Quelques-uns se distinguent aussi de ce dernier par la plus grande longueur du crochet buccal (*T. dubius Bütschli*, *T. lamelliferus de Man*, *T. pratensis de Man*, *T. gracilis de Man*, *T. agricola de Man*, *T. Davaini Bastian*, *T. macrophallus de Man*). D'autres aussi ne peuvent, à cause de leurs petites dimensions, être considérés, comme étant identiques au *T. devastatrix Kühn* (*T. pratensis de Man*, *T. macrophallus de Man*, etc.), d'autres non plus à cause de leurs grandes dimensions (*T. fungorum Bütschli*, *T. gracilis de Man*) ou à cause de leur longue queue (*T. leptosoma de Man*), ou des grandes dimensions du spicule (*T. macrophallus de Man*). — Le *T. pillulifer v. Linstow*, qui vit dans l'eau douce, et les *T. fungorum Bütschli*, *T. imperfectus Bütschli*, qui vivent dans les champignons en décomposition, paraissaient déjà, à cause de leur habitat, devoir être rapportés à une autre espèce que le *Tylenchus* décrit par moi. La comparaison de leur structure avec celle du *T. devastatrix* confirmait surabondamment mes suppositions.

Il ne restait donc en définitive, pour ce qui concerne les *Tylenchus* notés comme agricoles, que deux espèces qui ressemblent tellement à mon *T. devastatrix*, qu'elles pourraient peut-être avoir avec lui une identité complète; c'étaient les *T. intermedius de Man* et *T. velatus Bütschli*.

La première espèce a beaucoup de conformité avec celle décrite par moi; le Dr. de Man lui-même, dans une lettre qu'il m'adresse, signale la grande ressemblance entre son *T. intermedius* et les *Tylenchus* provenant de jacinthes qu'il trouva dans des plantes d'*Allium proliferum* que je lui avais envoyées. Or le *Tylenchus intermedius de Man* séjourne aussi bien dans le sol trempé d'eau salée ou d'eau saumâtre de nos prairies, que dans le sol sablonneux des dunes. La forme générale de l'animal aussi bien que la petitesse remarquable de son crochet buccal sont cause qu'en examinant les figures données par de Man on songe aussitôt au *T. devastatrix*. Toutefois, à cause de plusieurs points de dissemblance, M. de Man fut amené à conclure (comme il résulte de sa lettre du 6 mars 1885) que son *T. intermedius* n'est point identique avec les anguillules de l'*Allium proliferum* qu'il avait reçues de moi. Et je dois lui donner raison, pour autant du moins que l'examen des nématodes nommés en dernier lieu se borne au petit nombre d'exemplaires que M. de Man avait reçus de moi. Toutefois l'examen que j'ai pu faire sur une plus grande échelle, a fait renaître en moi la pensée que les *T. intermedius* et *T. devastatrix* ont entre eux une étroite parenté, et même qu'il

n'existe entre ces deux formes, pour ainsi dire, aucune différence définie et constante, de sorte qu'il y a beaucoup à dire en faveur de la réunion de ces formes en une même espèce. Si nous examinons les différences entre ces deux formes, nous devons renvoyer, pour le *T. devastatrix Kühn* (= *T. Dipsaci Kühn*), à la description de Kühn¹⁾ et aux caractères distinctifs indiqués par lui (voir p. 163 de ce traité); pour le *T. intermedius de Man*, à la description de de Man²⁾. Il en résultera ce qui suit :

- 1°. *T. devastatrix* (*T. Dipsaci*) est généralement plus grand;
- 2°. *T. intermedius* est plus grêle;
- 3°. L'orifice génital femelle est situé plus en avant, chez *T. intermedius*;
- 4°. La queue est plus grande chez cette dernière espèce;
- 5°. Il résulte des figures données par Kühn que chez le *T. devastatrix* (= *T. Dipsaci*), la bourse s'étend jusqu'à l'extrémité caudale, ce qui n'est pas le cas, d'après de Man, pour le *T. intermedius*.

Que dire maintenant des différences citées ? 1°. D'après de Man, la longueur de *T. intermedius* est de 0,9—1 millim. D'après Kühn, la longueur de *T. devastatrix* (du *Dipsacus fullonum*) est en moyenne de 1,005—1,162 millim., mais le savant allemand a trouvé aussi des exemplaires d'une longueur de 0,94 millim. Il ne peut donc être question d'une différence constante entre ces deux *Tylenchus*, d'autant moins qu'il résulte de mes recherches que la longueur du *T. devastatrix* est très variable (voir p. 106 de ce traité).

2°. En général *T. intermedius* est moins grêle que *T. devastatrix*. Selon de Man, le rapport entre la longueur et la largeur chez le premier peut être exprimé par 50—60; les chiffres donnés par Kühn pour la longueur et la largeur de cette dernière espèce, indiquent un rapport de 36—44. Mes observations concernant *T. devastatrix* (du seigle, des jacinthes, des oignons) fournissent un rapport moyen de 40—45, comme minimum 31, comme maximum 51. Donc, quoiqu'en général le *T. devastatrix* soit moins grêle que le *T. intermedius*, il ne peut non plus être question ici d'une différence réelle.

3°. Chez le *T. intermedius*, le rapport entre la longueur du corps et la distance de la vulve à l'extrémité caudale, est (selon de Man) légèrement supérieur au chiffre 3. D'après Kühn, ce chiffre, pour *T. devasta-*

¹⁾ Julius Kühn, »Ueber das Vorkommen van Anguillulen in erkrankten Blüthenköpfen von *Dipsacus fullonum L.* »(Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie IX (1888) p. 129.).

²⁾ De Man, Monographie citée, p. 149 et Pl. XXIII, fig. 97.

trix (de *Dipsacus*) est 5. Mes observations pour cette espèce (du seigle, des jacinthes et des oignons) m'ont fourni également le chiffre 5, mais au surplus une variation entre les nombres 3,5 et 6,3 (v. p. 190 de cet article). Ainsi, ici encore, il n'est pas possible d'indiquer une différence réelle et appréciable entre *intermedius* et *devastatrix*.

4°. En ce qui concerne le rapport entre la longueur du corps et celle de la queue, il peut s'exprimer par le chiffre 8—10 pour la femelle du *T. intermedius* et par le chiffre 12 pour le mâle. Kühn indique pour le mâle le nombre 14. Quoique j'aie été conduit par mes observations de *T. devastatrix* à exprimer le rapport par 16 et 17, j'ai trouvé chez quelques exemplaires comme rapports les chiffres 11, 11½, 12, de sorte qu'une différence réelle et appréciable fait encore ici défaut.

5°. Il résulte de ce que j'ai dit plus haut (v. p. 206 Pl. I, fig. 11—16) que chez le *T. devastatrix* la bourse peut envelopper entièrement la queue, mais que cela n'est pas toujours ainsi. Sous ce rapport donc il n'y a pas non plus de différence constante entre cette espèce et le *T. intermedius*.

Il me semble, il est vrai, que l'extrémité mi-sphérique de la tête du *T. intermedius* diffère généralement un peu de celle de *T. devastatrix*, mais je ne saurais indiquer aucune différence constante entre ces deux espèces, bien que je doive reconnaître que la forme *typique* du *T. intermedius* diffère légèrement de celle du *T. devastatrix*. Je me figure que ces deux formes procèdent du même type, mais que par suite de la grande différence dans la manière de vivre, quelques différences dans la structure et la forme du corps sont en voie de formation. —

Du *Tylenchus velatus* Bütschli a trouvé le mâle seul, aux racines d'une mousse. Cette espèce présente aussi, sous plusieurs rapports, beaucoup d'analogie avec le *T. devastatrix*, surtout en ce qui concerne l'extrême petitesse du crochet buccal. Le rapport entre la longueur et la largeur représente 45 comme chez *T. devastatrix* (voir p. 187 de cet article). Mais la longueur totale du corps est de beaucoup inférieure à celle des petits exemplaires de *T. devastatrix* observés par Kühn et par moi (comparez p. 186); elle comporte seulement 0,88 millim. De plus, le rapport entre la longueur du corps et celle de la queue, chez *T. velatus*, doit être indiqué par 25, tandis que ce chiffre, chez *T. devastatrix* est en moyenne de 15 selon Kühn, selon moi de 16 à 17, et ne dépasse jamais 18. Enfin, chez *T. velatus*, la bourse enveloppe la queue jusqu'à l'extrémité; il est vrai que ce cas se présente aussi chez *T. devastatrix*, mais alors cette bourse paraît se rétrécir vers son extrémité. Quoique la description de Bütschli soit peu complète et qu'elle ne se rapporte qu'à un exemplaire mâle, je crois être fondé d'un côté à signaler l'étroite

parenté de *T. velatus* avec *T. intermedius* et *T. devastatrix*, mais d'un autre côté j'estime qu'il faut considérer la première espèce comme différant spécifiquement des deux autres formes.

Passant à l'examen des *Tylenchus* qui vivent en parasites dans les plantes, je dois avant tout déclarer que je suis loin de connaître pour les avoir observées, toutes les espèces comprises sous cette rubrique. Je n'ai jamais vu : *Tylenchus Agrostidis Diesing*, *T. Askenasyi Bütschli*, *T. Millefolii Löw.*, *T. Phalaridis Steinbuch*, *T. Tiliae Noll*, *T. Falcariae Frauenfeld*, *T. Leontopodii Frauenfeld*. De quelques-unes de ces espèces il existe de bonnes descriptions et figures, mais du plus grand nombre il n'y en a pas, et même pour beaucoup d'entre elles il est douteux qu'elles puissent être considérées comme des espèces différentes du genre *Tylenchus Bastian* ou même qu'elles appartiennent à ce genre. Aux noms déjà cités des *Tylenchus* qui vivent en parasites dans les plantes, il faut ajouter — outre *T. devastatrix Kühn* (= *T. Dipsaci Kühn*), *T. Hyacinthi Prillieux* et *T. Allii Beyerinck* — l'anguillule du froment (*Tylenchus scandens Schneider* = *T. Tritici Bauer*, une espèce qu'il faut considérer comme différente du *T. devastatrix Kühn*, et pour ses dimensions plus grandes et pour sa structure différente et pour sa manière de vivre toute autre. Enfin, *T. Havensteinii Kühn* de la luzerne, et quelques autres *Tylenchus*, qui n'ont pas encore reçu de dénomination propre dans la science, mais que l'on a appris à connaître comme vivant en parasites dans les oïlets, concombres, orchidées, etc.

Pour un grand nombre de ces *Tylenchus* je ne puis, faute d'examen personnel, décider jusqu'à quel point ils auraient droit à une dénomination spécifique propre.

Mais il y en a plusieurs dont je puis dire avec certitude qu'ils sont identiques au *T. devastatrix Kühn*.

1°. Que le *T. Dipsaci Kühn* des têtes malades (»Kernfäule») du chardon à foulon est identique au *T. devastatrix Kühn* du seigle, de l'avoine, du sarrazin et du trèfle, c'est ce que Kühn lui-même a démontré d'une façon péremptoire (voir p. 164 de ce traité).

2°. La grande analogie entre les *T. devastatrix Kühn* et *T. Hyacinthi Prillieux* fut signalée par Prillieux lui-même. Il résulte d'ailleurs de mes recherches que ces deux formes s'accordent entièrement pour la structure du corps; que sous aucun rapport on ne peut constater une différence constante dans la structure (voir surtout p. 186—190 de ce traité). Enfin j'ai prouvé (v. p. 166) que les anguillules des jacinthes peuvent communiquer la maladie au seigle.

3°. Beaucoup de points de ressemblance furent trouvés immédiatement par Beyerinck et moi entre les *T. Allii Beyerinck* et *T. devastatrix Kühn*: toutefois, nous pensions tout d'abord pouvoir admettre une différence constante et spécifique, parce que la bourse nous parut plus petite chez *Allii* (et s'étendre moins loin vers l'extrémité caudale) que celle de *devastatrix*. De ce que j'ai dit (v. p. 206 et Pl. I, fig. 14—16 et l'explication) concernant la structure et les dimensions de la bourse, il résulte que celle-ci peut être très différente et chez le *Tylenchus* des oignons et chez ceux des jacinthes et du seigle malades. En ce qui concerne la structure et les dimensions des différentes parties du corps, on ne peut non plus signaler une différence constante entre les *T. Allii* et *T. devastatrix*. Comme preuve surabondante, j'ai communiqué la maladie au seigle au moyen des anguillules de l'oignon, et réciproquement aux oignons, au moyen des anguillules du seigle. De sorte qu'on ne peut établir de différence spécifique entre les *T. devastatrix Kühn* et *T. Allii Beyerinck*.

4°. Il y a quelques années, Julius Kühn¹⁾ décrivit une nouvelle espèce d'anguillules, qui vivaient dans la luzerne et le trèfle rouge, sous le nom d'*anguillule de la luzerne* (*Tylenchus Havensteinii Kühn*). Le Dr. Havenstein avait renvoyé à Kühn les plantes malades, parce que dans la localité où elles avaient végété, on n'avait pas encore observé la maladie nommée „Stock” du seigle et de l'avoine et parce qu'ainsi (d'après lui) les anguillules de ces plantes malades de trèfle et de luzerne, devaient différer probablement des anguillules ordinaires du seigle. Kühn aussi crut devoir considérer ces anguillules comme une nouvelle espèce qu'il décrivit comme suit:

Tylenchus Havensteinii nov. spec. Körper glatt, schlank, im Querschnitt rund, nach vorn verjüngt und am Mundende abgestumpft; durchscheinend, bei auffallendem Lichte von weißer Farbe. Die Länge desselben beträgt bei beiden Geschlechtern ziemlich gleichmäßig 1,21—1,56 millim., im Mittel 1.43; die Breite in der Mitte des Körpers wechselt zwischen 0,028—0,037 und ist im Mittel 0,0301 millim. Bei den Weibchen beträgt das Mass von der Spalte der Scheide (vulva) bis zur Schwanzspitze 0,23—0,26, im Mittel 0,24 millim.²⁾ und erreicht damit nicht ganz $\frac{1}{5}$ der mittleren Körperlänge derselben; bei den Männchen misst die Ent-

¹⁾ Julius Kühn, „Das Luzernälchen”, dans la *Deutsche landwirthschaftliche Presse*, VIII (1881), page 32.

²⁾ Kühn dit dans l'article cité : 0,23—0,24, im Mittel 0,26 mill.”. Ceci est évidemment une faute d'impression.

fernung vom Ende der Geschlechtstheile (cloaca) bis zur Schwanzspitze 0,086—0,111, im Mittel 0,095 mill., oder ca. $\frac{1}{15}$ ¹⁾ ihrer mittlern Körperlänge".

Kühn joint à cette diagnose les observations suivantes concernant la différence entre le *Tylenchus devastatrix* et son *T. Havensteinii*. La structure générale du corps est à peu près la même chez les deux espèces. La longueur absolue ne présente pas non plus une différence marquante, en tant que les dimensions des anguillules de la luzerne les plus courtes coïncident avec celles des anguillules du seigle les plus longues. Mais en moyenne le *T. Havensteinii* est plus long et plus grêle. La plus grande dimension en longueur trouvée par Kühn pour *T. devastatrix* (forme *Dipsaci*) était de 1,42 mill. Toutefois, comme chiffre moyen pour la longueur de *T. devastatrix*, il a dû indiquer 1,23 mill. et 1,43 pour celle de *T. Havensteinii*. Et il faut ajouter que la largeur de cette dernière espèce est relativement plus faible. Comme chiffre maximum pour la largeur de *T. devastatrix*, Kühn a trouvé 0,039 mill., comme chiffre moyen, 0,0314 mill. Ce dernier chiffre ne dépasse que peu celui de la largeur moyenne de *T. Havensteinii* (0,0304 mill.); de sorte que cette dernière espèce est relativement plus grêle que *T. devastatrix*. Quant aux autres différences, Kühn dit que le crochet buccal du *T. Havensteinii* est „eher etwas kleiner” que chez *T. devastatrix*, „trotz der grössten Körperlänge”. Et plus loin: „Bei der Scheide des weiblichen Stockälchens findet sich zu beiden Seiten der Spalte eine mehr oder weniger deutliche Aufwulstung; bei den Scheiden der Luzernälchen habe ich eine solche Aufwulstung nicht wahrnehmen können”.

Enfin Kühn indique une différence empruntée aux milieux dans lesquels ils vivent: „Während das Stockälchen nur auf leichten Bodenarten empfindlicheren Schaden hervorruft, tritt das Luzernälchen auch auf reichem bündigem Boden in hohem Grade verderblich auf.”

En ce qui concerne ce dernier point, je ferai observer:

1°. Qu'au moyen de terre, prise dans un sol contaminé d'Overijssel, j'ai infecté une place du sol graveleux fertile du jardin botanique de l'École d'agriculture de l'État, en cette ville, et que dans ce sol fertile et compact les *Tylenchus* viennent parfaitement, tandis que le seigle devient très malade; 2° que je crois avoir démontré plus haut (p. 165 et 186) que l'anguillule des oignons (*T. Allii*), qui cause des dégâts aux oignons dans les îles de la Hollande méridionale et en Zélande, ne

1) Je trouve dans Kühn $\frac{1}{5}$; mais il résulte clairement des chiffres qu'il renseigne qu'on doit lire $\frac{1}{15}$.

diffère pas spécifiquement de l'anguillule du seigle (*T. devastatrix*). Or le premier se trouve dans le sol compact argileux et le second dans les sols arides et sablonneux; 3° que dans le Limbourg la maladie du seigle se montre, il est vrai, principalement dans les terres sableuses, mais qu'elle se rencontre aussi dans les terres argileuses et franches.

Passons à l'examen des différences indiquées par Kühn pour la structure du corps entre ces deux espèces. D'après lui, le rapport entre la longueur et la largeur, chez le *T. Havensteinii* doit être exprimé par $\frac{143}{0,0301} = 47,5$; chez le *T. devastatrix* du seigle, par $\frac{1,23}{0,0314} = 39,2$. J'ai trouvé (v. p. 188 de ce traité) que ce rapport peut être exprimé par 43 (moyenne de 11 mesurages) pour les exemplaires mâles du *Tylenchus devastatrix* du seigle, et 42 (moyenne de 9 mesurages) pour les exemplaires femelles: mais que ce rapport peut varier entre 34 et 51 et entre 33 et 48, maxima et minima, entre lesquels sont compris les deux nombres 47,5 de *Havensteinii*, 39,2 de *devastatrix*. Et si ordinairement le *T. Havensteinii* est moins large que le *T. devastatrix*, j'estime que ce n'est pas un motif pour établir une différence spécifique entre ces deux formes.

Je ne puis davantage me rallier à l'opinion, que la différence en longueur doive être considérée comme un caractère spécifique du *T. Havensteinii* et du *T. devastatrix*, d'autant plus que selon les mesurages faits par Kühn la plus grande longueur de cette dernière espèce atteint parfois la longueur moyenne de la première. Il résulte d'ailleurs de mes propres mesurages (v. p. 186) que la longueur des anguillules du seigle peut dépasser cette longueur moyenne de l'*Havensteinii* (1,47 mill.). Il paraît que le seigle est une plante qui n'est pas favorable au développement des *Tylenchus*; en effet j'ai observé que ceux des jacinthes et surtout ceux des oignons sont plus grands (voir p. 186 de ce traité). Si d'après l'examen morphologique et les expériences de culture que j'ai faits, il y a lieu, nonobstant la différence importante en longueur, de considérer les *Tylenchus Allii Beyerinck*, *T. Hyacinthi Prillieux* et *T. devastatrix Kühn*, comme une seule espèce, j'estime que la différence en longueur entre *T. devastatrix Kühn* et *T. Havensteinii Kühn* ne peut non plus être un motif pour établir une distinction spécifique.

S'il résulte des mesurages que j'ai faits, que la longueur du crochet buccal peut varier entre 0,012 et 0,015 mill., les données de Kühn, qui établissent que le crochet buccal du *T. Havensteinii* „trotz der grösseren Körperlänge eher etwas kleiner ist” que celui du *T. devastatrix*, ne peuvent certes pas être considérées comme motivant une distinction spécifique.

Enfin le renflement des deux côtés de la vulve, qui ferait défaut chez le *T. devastatrix*, je le trouvai très développé chez quelques-uns de mes *Tylenchus* (Pl. I, fig. 1) et moins chez d'autres (Pl. II, fig. 2); chez quelques-uns encore il faisait entièrement défaut (Pl. I, fig. 6), (Pl. II, fig. 6). En général je n'ai jamais trouvé ce renflement là où il n'y avait, ni dans l'oviducte, ni dans l'utérus, un seul œuf parfait, mais bien là où la présence d'un tel œuf pouvait être constatée. J'ai trouvé ce renflement très prononcé dans un exemplaire chez lequel deux œufs se trouvaient à la fois dans l'utérus; leurs extrémités étaient l'une à côté de l'autre, tandis que l'un des deux se trouvait pour la plus grande partie dans le cul-de-sac de l'utérus. Toutefois, ce renflement ne fut jamais trouvé plus grand à l'avant et à l'arrière de la vulve, que pendant la ponte. A cause des dimensions relativement considérables de l'œuf, l'élargissement ne peut se faire, ni facilement, ni promptement; et par la pression de l'œuf contre la paroi du vagin, la paroi du corps qui avoisine la vulve s'enfle plus ou moins. Je conclus donc que le renflement des deux côtés de la vulve est plus grand ou plus petit, ou fait même totalement défaut, selon l'état dans lequel se trouve l'animal. Une distinction spécifique sous ce rapport, n'existe pas chez les différents *Tylenchus* que j'ai examinés; en effet j'ai observé qu'un pareil renflement existait tantôt et tantôt faisait défaut chez les *Tylenchus* du seigle aussi bien que chez ceux des oignons et des jacinthes.

Je pense qu'après tout ce que je viens de dire concernant les différences supposées entre le *Tylenchus devastatrix* et le *Tylenchus Hohensteinii*, il ne saurait plus être question de considérer ces deux formes comme des espèces différentes.

5°. *Tylenchus Askenasyi Bütschli*. — En 1873 Bütschli a décrit cette espèce qui fut trouvée par le Dr. Askenasy dans une mousse (*Hypnum cupressiforme*) sur le Feldberg (Taunus). (Voir p. 167 de cet article.)¹⁾.

Ayant fait parvenir au Dr. J. G. de Man des plantes d'*Allium proliferum*, dans lesquelles des *Tylenchus* de la jacinthe avaient choisi de meure, ce savant me fit remarquer la grande analogie qui existait chez ces *Tylenchus* et le *T. Askenasyi Bütschli*. Les seules différences qu'il put constater étaient les suivantes:

Le *T. Askenasyi* a le corps moins grêle que mon espèce, puisque le rapport entre la longueur et la largeur moyenne peut s'exprimer par

¹⁾ Bütschli, „Beiträge zur Kentniss der freilebenden Nematoden”, p. 39 (Pl. II, fig. 8 a, g); dans les „Nova acta der K. Leop. Carol. Academie der Naturforscher”, Tome XXXVI, n°. 5.

le chiffre 20, tandis que de Man trouva que chez les exemplaires examinés par lui, ce rapport était de 45—50 pour les mâles et 37—47 pour les femelles.

D'après Bütschli, l'œsophage du *T. Askenasyi* représente $\frac{1}{10}$ de la longueur totale du corps; chez les exemplaires examinés par de Man l'œsophage représentait $\frac{1}{6}$ à $\frac{1}{7}$ de cette longueur.

Bütschli trouve que la longueur de la queue du *T. Askenasyi* comporte $\frac{1}{3}$ ou $\frac{1}{2}$ de la longueur du corps; chez les exemplaires (anguillules des jacinthes qui demeuraient dans l'*Allium proliferum*) mesurés par de Man, ce rapport devait être exprimé par $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{7}$ et $\frac{1}{7}\frac{1}{2}$.

Chez le *T. Askenasyi*, le commencement de l'ovaire est replié deux fois sur lui-même; chez les exemplaires examinés par de Man, il n'en était pas de même; l'ovaire en effet était entièrement droit.

Au chapitre II de la 2^{me} section de mon ouvrage (p. 185—207), j'ai décrit minutieusement la structure intérieure des *Tylenchus* du seigle, des oignons et des jacinthes, et je dois dire que l'analogie entre ces *Tylenchus* et le *Tylenchus Askenasyi Bütschli* est si grande qu'il est impossible de conclure à en faire deux espèces distinctes. Dans la proportion des différentes divisions du canal intestinal, dans la longueur et la forme du crochet buccal (long de 0,013 mill. chez *Askenasyi*), dans la structure des organes de reproduction, partout l'analogie est complète. En ce qui concerne les différences dont il a été question plus haut, je dois faire observer:

Quant à la largeur proportionnelle du *T. devastatrix*, il a été dit, p. 187, que le rapport entre la longueur et la largeur (qui est en moyenne de 40 à 45) peut descendre jusqu'à 31, lorsque les anguillules ne sont pas exposées à la pression des lames de verre; dans le cas contraire, l'animal s'aplatis, la largeur devient plus grande et le rapport dont il s'agit descend même jusqu'à $22\frac{1}{2}$ (p. 188). Or je crois pouvoir affirmer que Bütschli doit avoir observé ses *T. Askenasyi* sous la pression d'une lame de verre, sans cela il lui aurait été impossible de remarquer tous les détails anatomiques dont il donne la description. Il est vrai qu'il existe une différence entre le rapport de longueur et largeur, dont il est parlé ici tel que Bütschli l'indique pour le *T. Askenasyi* (20) et le minimum observé par moi ($22\frac{1}{2}$); mais cette différence est insignifiante; du moins elle ne saurait, d'après moi, servir de base pour établir une distinction spécifique entre mes *Tylenchus* et ceux qui vivent dans l'*Hypnum* et ont été décrits par Bütschli, aussi long-temps que l'on ne pourra asseoir cette distinction sur des bases plus sérieuses.

En tout cas, les *Tylenchus* observés par Bütschli doivent appartenir à ceux qui sont relativement larges, et dès lors je ne m'étonne pas que le zoologiste allemand enseigne que chez eux, l'œsophage n'atteint qu'environ $\frac{1}{10}$ de la longueur du corps. Toutefois l'œsophage n'est qu'en *apparence* plus court que chez la plupart de mes *Tylenchus*, puisque (d'après les dessins de Bütschli même (Pl. II, fig. 8 e) il se courbe plus encore que sur mon dessin (Pl. I, fig. 3), tandis que, chez des individus relativement plus longs, cet organe s'étend en ligne droite (comparez la page 195 de ce traité).

D'ailleurs le *T. Askenasyi* de Bütschli appartient en tout cas aux formes plus vigoureuses de *T. devastatrix*, car non seulement la largeur relative est très grande, mais encore la longueur absolue ($\delta = 1,4$; $\varphi = 1,7$ mill.) atteint le maximum des dimensions en longueur observé par moi chez d'autres exemplaires de *devastatrix*.

En ce qui concerne la longueur relative de la queue, elle est très inégale chez les différents exemplaires de *Tylenchus devastatrix* examinés. Le rapport entre la longueur du corps et celle de la queue varie entre 11 et 18 (p. 188). Chez les *T. Askenasyi* ce rapport est 12 ou 13; de sorte qu'on ne peut trouver non plus dans ces chiffres un motif pour faire du *Tylenchus* de l'*Hypnum* une espèce distincte.

Restent enfin les sinuosités de l'ovaire. Sans aucun doute celles-ci sont en rapport avec la largeur relative de l'animal: j'ai trouvé une courbure simple (v. p. 202 de ce traité) chez de nombreux exemplaires relativement courts de *Tylenchus devastatrix*; il n'est donc pas étonnant que chez le *T. Askenasyi* qui de tous les exemplaires examinés par moi, l'emporte en largeur relative, il existe une courbure double.

Je dois encore faire remarquer que la pointe effilée qui, chez certains exemplaires de *T. devastatrix*, termine la queue, a été également observée par Bütschli chez le *T. Askenasyi*, du moins chez des exemplaires mâles et chez des larves.

En somme les *Tylenchus* du seigle, des oignons et des jacinthes atteints de la maladie vermiculaire, ne diffèrent de *T. Askenasyi* que sous ce seul rapport, que ce dernier est un *peu* plus large que le plus large de mes *Tylenchus*; car les différences observées pour l'œsophage et l'ovaire, ne sont que secondaires, et ne proviennent elles-mêmes que de cette légère différence. —

6°. Parmi les autres espèces de *Tylenchus* que j'ai trouvées mentionnées dans la littérature agricole et horticole, il en est encore une au moins qui doit probablement être considérée comme identique avec le *T. devastatrix*.

C'est le nématode que Berkeley¹⁾ et Worthington G. Smith²⁾ nous ont appris à connaître comme étant la cause d'une maladie des oeillets, laquelle donne naissance à des taches blanches ou jaunâtres qui le plus souvent — mais pas toujours — affectent la base des feuilles. Ce nématode, du moins présente une grande analogie, pour la forme et les dimensions, avec le *T. devastatrix*; d'ailleurs la façon même dont il cause ses dégâts nous fait croire qu'il s'agit ici de la même espèce de *Tylenchus*. — Jusqu'à quel point les *Tylenchus* qui sont la cause de la déformation des feuilles d'Orchidées en serre, récemment décrits³⁾, présentent de l'identité avec le *T. devastatrix*, je n'ose le décider. Les nématodes des concombres malades forment des galles et appartiennent positivement à une autre espèce⁴⁾.

Arrivé au terme de ces considérations, je répéterai que les recherches morphologiques aussi bien que les expériences de culture ont amené comme résultat certain que les *Tylenchus Dipsaci Kühn*, *T. devastatrix Kühn*, *T. Hyacinthi Prillieux*, *T. Havensteinii Kühn* et *T. Allii Beyerinck* doivent être considérés comme appartenant à une seule et même espèce que je continuerai à nommer *Tylenchus devastatrix Kühn* et à laquelle je propose de donner la dénomination d'„anguillule de la tige”. Les recherches morphologiques m'ont ensuite donné la vraisemblance sinon la certitude que les *T. Havensteinii Kühn* et *T. Askenasyi Bütschli* non plus, ne présentent pas une différence spécifique avec les formes ci-dessus. En ce qui concerne cette dernière espèce qui vit en parasite dans le *Hypnum cupressiforme*, j'estime devoir signaler l'opinion de ceux qui pensent que les *Tylenchus devastatrix* se sont propagés de la mousse dans le seigle⁵⁾. (Voir pour plus de détails, Chapitre V: Biologie.)

Enfin j'ai démontré que le *T. intermedius de Man* qui habite aussi bien les sols imprégnés d'eau douce ou d'eau saumâtre que les sols sablonneux des dunes, ne diffère pas du *T. devastatrix Kühn* par des caractères assez importants pour justifier la place de ces formes en espèces distinctes.

¹⁾ M. J. B(erkeley), „Specimens of a disease in carnations”, dans „The Gardeners' Chronicle”, Nov. 19, 1881, II, p. 662.

²⁾ W. G. Smith, „Disease of carnations”, dans „The Gardeners' Chronicle”, Dec. 3, 1881, II, p. 721.

³⁾ W. G. Smith, „Disease of Odontogloss, caused by Nematoid Worms”, January 9, 1886 I, p. 41.

⁴⁾ W. G. Smith, „Cucumber disease”, dans „The Gardeners' Chronicle”, Vol. XV, January-June 1884.

⁵⁾ Havenstein, „Die Wurm-oder Stockkrankheit, p. 14.

Maintenant si l'on considère: 1° que nos cultures de jacinthes se pratiquent surtout dans les dunes, entre Harlem et Leyde; 2° que la culture en grand de l'oignon se pratique dans les îles de la Hollande méridionale et de la Zélande, tandis que de Man a trouvé son *T. intermedius* dans les sols sablonneux des dunes et dans les sols imprégnés d'eau dans l'île de Walcheren, — j'estime que l'hypothèse suivante n'est pas trop hasardée:

Le *Tylenchus intermedius* de Man vivant en liberté, est le type dont proviennent les parasites des plantes: *T. devastatrix Kühn*, *Ritzema Bos* (= *T. Dipsaci Kühn* + *T. devastatrix Kühn* + *T. Askenasyi Bütschli* + *T. Hyacinthi Prillieux* + *T. Havensteinii Kühn* + *T. Allii Beyerinck*). Dans la Zélande et les îles de la Hollande méridionale, les *T. intermedius* se sont fixés dans les oignons qu'on y cultive. Dans les cultures des environs de Harlem, ils se sont propagés des sols des dunes dans les jacinthes, Scilla, etc. Je ne saurais dire si dans les contrées où se cultive le seigle, ils ont passé directement du sol dans cette plante, ou s'ils se sont d'abord fixés dans des mousses pour passer ensuite dans le seigle.

Je donne cette hypothèse pour ce qu'elle vaut: c'est une hypothèse qui n'est pas encore confirmée. J'espère trouver l'occasion d'étudier plus tard moi-même le *T. intermedius* et de déterminer, par des expériences de culture, s'il est possible de changer ce ver qui vit en liberté en un parasite des plantes. Toutefois je ne puis ignorer qu'à côté de ma manière de voir il y a une autre qui mérite peut-être tout autant de crédit, c'est la suivante: les anguillules qui vivent en parasites dans les oignons, jacinthes, etc., ont été transportées ailleurs avec les restes de ces plantes; elles se sont alors multipliées, pendant quelque temps, dans d'autres plantes et à la mort de ces dernières, elles ont vécu momentanément dans le sol. D'après cette interprétation, les exemplaires de *Tylenchus intermedius* de Man ne seraient autre chose que des exemplaires égarés, ou des descendants de *T. devastatrix*. Une connaissance plus exacte de la distribution géographique du *Tylenchus intermedius* pourra décider si cette interprétation doit être préférée à l'hypothèse que je viens d'établir.

Je terminerai ce chapitre par la diagnose suivante de l'espèce *Tylenchus devastatrix Kühn, Ritz. Bos.*

Tylenchus à cuticule fin et souvent confusément annelé, présentant des membranes latérales qui sont parfois très distinctes mais souvent aussi peu visibles. Longueur: 0,94 mill. au moins; 1,73 mill. au plus; en moyenne 1,20 à 1,55 mill. Corps aminci aux deux extrémités, sur-

tout vers l'extrémité postérieure. Chez les mâles, l'extrémité postérieure s'amincit *brusquement* derrière l'orifice cloacal; celle des femelles s'amincit plus graduellement à partir de la vulve. Chez beaucoup d'exemplaires, mais plus chez les individus mâles que chez les femelles, on trouve à l'extrémité caudale une pointe effilée séparée du reste de la queue par un étranglement. — Rapport de la longueur du corps à la largeur moyenne : 40 à 45 en moyenne, variant de 31 et 51. — Point de lèvres ou autres appendices à la partie antérieure du corps. Rapport entre la longueur du corps et celle de l'œsophage total : 6. Longueur du crochet buccal : 0,012—0,015 mill., c.à.d. un peu plus de $\frac{1}{20}$ de la longueur de l'œsophage. Le premier bulbe (le bulbe musculaire) de l'œsophage, ovale, relativement petit; le second bulbe grand. Le porus situé à la hauteur du second bulbe. — Longueur de la queue : $\frac{1}{16}$ — $\frac{1}{17}$, en moyenne de la longueur du corps, mais variant entre $\frac{1}{11}$ et $\frac{1}{18}$ de cette longueur. — La bourse, qui ne présente pas de papilles, commence à l'orifice cloacal, en enveloppe parfois entièrement la queue, parfois aussi une partie de celle-ci, mais rarement moins que la moitié. Les spicules sont relativement grands, légèrement courbés et longs de 0,115 à 0,120 mill. Il existe une pièce accessoire qui est également plus ou moins courbée et qui atteint la longueur de $\frac{1}{3}$ du spicule. — Les organes génitaux féminins sont simples. L'ovaire qui le plus souvent prend naissance près du tube digestif, est presque toujours droit, parfois aussi (chez des exemplaires relativement courts) il est enroulé et courbé vers l'arrière. L'utérus se prolonge en arrière comme un cul de sac qui s'étend vers la partie postérieure jusqu'à mi chemin environ de la distance entre la vulve et l'anus. Rapport entre la longueur du corps et la distance de la vulve à l'extrémité caudale : 5 en moyenne, mais variant entre 6,3 et 3,5.

CHAPITRE IV.

E m b r y o l o g i e .

(Quelques observations concernant le développement du *Tylenchus devastatrix*.)

I. *Littérature sur l'embryologie des nématodes.*

Pour ce qui concerne l'embryologie du *T. devastatrix*, je n'ai fait qu'occasionnellement quelques recherches; je n'ai pas non plus pu comparer entre eux tous les ouvrages qui traitent de cet objet. Je citerai ceux que j'ai consultés sur cette matière encore assez inexplorée.

- C. DAVAINE, „*Recherches sur l'anguillule du blé niellé*”; la traduction néerlandaise de A. Kakebeeke (1862), p. 24.
- ANTON SCHNEIDER, „*Monographie der Nematoden*” (1866), p. 263, 290.
- RADKEWITSCH, „*Contributions à la connaissance de l'embryologie des Nématodes*” (1871). Je n'ai pu consulter de cet ouvrage, que les pages qui y sont consacrées dans Hoffmann u. Schwalbe's „*Jahresberichte über die Fortschritte der Anatomie u. Physiologie*”.
- O. BüTSCHLI, „*Beiträge zur Kenntniss der freilebenden Nematoden*”, dans „*Nova acta der Ksl. Leop. Carol. Deutschen Akademie*” T. XXXVI (1873). (*Recherches sur Rhadbitis dolichura*, p. 101, Table X (XXVI), fig. 61.)
- O. BüTSCHLI, „*Vorläufige Mittheilung über Untersuchungen betreffend die ersten Entwicklungsvorgänge im befruchteten Ei von Nematoden und Schnecken*”, dans le „*Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie*”, Tome XXV (1875), p. 201.
- O. BüTSCHLI, „*Zur Entwicklungsgeschichte des Cucularus elegans*.” (*Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie*”, Tome XXVI, p. 103, Pl. V.)
- M. GANIN, *Embryologie de Pelodera teres* (en langue russe, 1876). J'ai pu consulter la notice dans Hoffmann u. Schwalbe, „*Jahresberichte*”, etc V (1878), p. 495.
- J. NATANSON, *Contributions à l'embryologie des Nématodes* (en langue russe; 1877). J'ai pu consulter la notice de Hoffmann u. Schwalbe, „*Jahresberichte*” V (1878), p. 494.
- P. HALLEZ, „*Sur le développement de l'anguillula aceti*”, dans „*Revue des sciences naturelles*” V, 1877, p. 454—466. Je n'ai pu consulter que la notice dans Hoffmann u. Schwalbe, „*Jahresberichte*” VI (1878), p. 72.
- A. BRANDT, „*Über die Eifurchung von Ascaris nigrovensa*”, dans „*Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie*”, Tome XXVIII (1877), p. 365, Pl. XX et XXI.
- FRANCIS BALFOUR, „*Handbuch der vergleichenden Embryologie*”, übersetzt von B. Vetter, T. I, page 353, etc. (1880).
- OERLEY, „*Az Anguillulidák Magánzajza*”, (1880). Extrait allemand p. 148, etc.
- OSCAR und RICHARD HERTWIG, „*Die Coelomtheorie; Versuch einer Erklärung des mittleren Keimblattes*” dans „*Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft*”, T. XV (1881), p. 51.
- CARL MÜLLER, „*Mittheilungen über die unseren Kulturpflanzen schädlichen, das Geschlecht Heterodera bildenden Würmer*”, dans „*Landwirtschaftliche Jahrbücher*” (1884, p. 20, etc.).

II. *Mes observations.*

Les œufs des anguillulides sont en général relativement grands ; ceux du *Tylenchus devastatrix* varient beaucoup quant à la grandeur : les plus petits de ceux que j'ai mesurés avaient une longueur de 0,053 mill. ; les plus grands atteignaient une longueur qui n'est pas moindre de 0,081 ; la longueur moyenne soit 0,07 mill. ; mais la largeur relative de ces œufs n'est pas toujours la même, et, en général, la forme même peut offrir de grandes différences, comme on peut le voir par l'inspection de la planche II, fig. 3, 1^a, 1^b, 1^c, 1^d et 1^e. Quelques-uns sont relativement longs et étroits, d'autres plus larges ; quelques-uns sont de forme ovale, d'autres plus oblongs, et comprimés sur l'un ou l'autre côté.

Si les œufs de l'ovaire non fécondés (Pl. II, fig. 2, *i*) possèdent un noyau assez grand et distinct, il n'est plus possible d'observer des traces d'un noyau dans l'œuf fécondé, encore renfermé dans le corps de la mère (Pl. I, fig. 1, *m*). En outre, l'œuf non fécondé ne présente pas de paroi. Nu (sans paroi) et en possession d'un noyau, il passe de l'ovaire dans l'oviducte, où il est fécondé par les spermatozoïdes qui s'y accumulent après l'accouplement.

Il est rare de trouver deux œufs en même temps développés ; ils passent alors immédiatement, ou peu de temps l'un après l'autre, dans l'oviducte et de là dans l'utérus. Bientôt l'œuf se trouve entièrement ou en grande partie dans le cul de sac de cet organe. Le développement ultérieur ne se fait jamais dans le corps de la femelle.

La paroi me paraît être double, au moins dans l'œuf déjà pondu. Souvent le protoplasme se contracte et se sépare en quelque sorte de la paroi. Aussi il est plus ou moins en mouvement, de sorte que la masse change plus ou moins de forme.

L'observation de la formation de nouveaux noyaux, et en général celle des changements successifs de l'œuf, est rendue plus difficile par les globules du liquide très réfringent qui se forment rapidement (voir surtout Pl. II, fig. 3, 1^b) ; le plus souvent quelques-uns de ces globules se réunissent pour en former de plus grands qui finissent par s'accumuler à l'une extrémité (Pl. II, fig. 3, 1^c, 1^d) ou bien aux deux extrémités à la fois (Pl. II, fig. 3, 1^b).

J'ai rarement réussi à distinguer les nouveaux noyaux qui se forment alors rapidement dans le protoplasme. Ils sont représentés dans la figure 3, 2 ; *p*, *q*). Ils se présentent sous la forme de taches relativement claires, à l'intérieur desquelles le nucleus n'est pas toujours également distinct. Ils changent continuellement de forme : l'une fois ils sont

sphériques, d'autres fois ils ont une forme irrégulière. Leur situation n'est pas toujours celle indiquée par la fig. 3, 2, c'est à dire à côté l'un de l'autre; parfois ils se trouvent à l'extrémité de l'œuf, d'autre fois aussi il s'en trouve un au centre, et un autre noyau à l'une des extrémités.

Ce déplacement peut être causé en partie par le mouvement amoëboïde des noyaux eux-mêmes; en partie aussi la contractibilité du protoplasme de la cellule de l'œuf en est positivement cause.

Enfin les deux noyaux se rendent vers le milieu du protoplasme; ils se compriment de plus en plus et finissent par se confondre. Pendant ce temps les granules du protoplasme prennent une position caractéristique: ils se rangent plus ou moins en forme de rayons autour des noyaux qui se soudent. Toutefois, le plus souvent on ne peut pour ainsi dire rien voir de ces transformations, à cause de la présence de petits globules très refringents, dans le protoplasme de la cellule de l'œuf.

Bientôt commence la segmentation du protoplasme. Je n'ai pu observer la première phase de cette transformation. Dans certains cas, j'ai vu le noyau se diviser simplement en deux, en même temps que le protoplasme se séparait en deux parties égales (Pl. II, fig. 3, 3^a). Mais le plus souvent le noyau de l'œuf ne pouvait plus se distinguer ou était devenu entièrement invisible, et dans les sphères de protoplasme produites par la première segmentation, je n'ai pu observer des noyaux (Pl. II, fig. 3, 3^b).

Les deux sphères de segmentation sont rarement identiques; le plus souvent l'une est beaucoup plus grande que l'autre (fig. 3, 3^a).

Dans le développement ultérieur, quelquefois la plus grande se divise avant les plus petites. Il se présente même des cas (comme ceux qui sont représentés dans la fig. 3, 4, 4^a et 4^b) où la plus petite des sphères produites par la première segmentation, demeure entière, même lorsque les produits de la segmentation de la plus grande de ces deux sphères se subdivisent déjà à nouveau. Dans la figure 4, la sphère supérieure, la plus grande de celles qui se sont formées en premier lieu, s'est divisée en deux, tandis que l'un des produits de cette segmentation commence de nouveau à se diviser. Dans la figure 4^a cette dernière division s'est achevée, et dans la fig. 4^b, chacun des produits de cette division, s'est de nouveau segmenté. Ici se présente le cas que, jusqu'à deux fois de suite, une des sphères de segmentation se subdivise, tandis que l'autre demeure provisoirement entière. Je dis *provisoirement*, car la segmentation s'étend plus tard aux parties qui d'abord en étaient exemptes.

Le plus souvent toutefois, la segmentation se fait d'une manière plus

régulière de telle façon que chaque sphère se subdivise en deux parties égales (fig. 3, 5, 6).

Enfin il se produit une accumulation des sphères de protoplasme qu'on appelle „morula”, mais qui se transforme bientôt en une plaque composée de deux couches celluleuses, comme l'observe Bütschli dans l'évolution du *Cuculanus elegans*.

C'est de cette plaque — toujours chez le *Cuculanus elegans* — que paraît naître l'embryon, l'une de ces couches celluleuses (l'hypoblaste) cessant de croître, tandis que l'autre (l'épiblaste) continue son développement. De cette façon la plaque embryonale doit se courber et donner naissance à une cavité au-dessus de laquelle se replient les bords. Cette transformation se trouve indiquée fig. 3, 8, où les bords sont presque réunis et ne laissent qu'une petite fente libre. C'est du moins de cette façon que je crois devoir interpréter la phase de développement de l'œuf du *Tylenchus*, ici représentée, je n'ai toutefois pu distinguer, comme cellules isolées, que celles qui entourent la fente dont je viens de parler.

Le corps de l'embryon ne tarde pas à se souder dans son milieu, de sorte qu'on peut y distinguer une partie antérieure et une partie postérieure (fig. 3, 9).

L'embryon prend peu à peu la forme vermiculaire. Plus il s'allonge, plus il doit se ramasser sur lui-même (Fig. 3, 9, 10, 11, 12). D'abord il s'enroule plus ou moins en hélice, et on peut encore distinguer plus ou moins bien les cellules de l'épiblaste (10, 11, 12). Plus tard, ceci n'est plus possible, et l'embryon qui est devenu entièrement vermiforme, s'enroule de telle façon qu'il presse le plus possible la paroi de l'œuf (fig. 3, 13). Plus l'embryon s'allonge, plus il doit se replier, (fig. 3, 14). Pendant ce temps la plupart des organes se sont formés; l'hypoblaste a donné naissance au canal intestinal, et le crochet buccal se voit déjà distinctement (fig. 3, 14).

Depuis que l'embryon a perdu la forme d'hélice, il se montre sans cesse en mouvement. Dans le commencement (c'est à dire aussi longtemps qu'il ne remplit pas entièrement la cavité de l'œuf) ces mouvements ne sont pas très réguliers: l'extrémité de la tête se meut lentement en avant, puis en arrière. Mais chez les embryons plus grands, les mouvements se font toujours dans la même direction, c'est à dire que la tête se porte en avant.

Je parlerai tantôt plus en détail de ces mouvements, ainsi que de la sorte de l'œuf (voir chapitre V, Biologie: *C. La vie du Tylenchus devastatrix* à ses différentes périodes et dans des circonstances différentes).

Je n'ai pas poussé plus loin l'étude du développement des différents

organes. En général, l'étude de l'embryologie du *Tylenchus devastatrix* ne rentrait pas dans la cadre que je m'étais tracé. Un examen sérieux et approfondi de cette matière demande naturellement beaucoup de temps; j'estime donc qu'il vaut mieux faire part ici de mes observations sommaires, espérant que je pourrai plus tard me livrer à des recherches plus approfondies sur ce sujet.

CHAPITRE V.

Biologie.

Dans ce chapitre, j'ai à traiter de la vie du *Tylenchus devastatrix* et de l'influence qu'exercent sur cet animal les causes extérieures, ainsi que l'influence qu'il exerce lui-même sur son milieu. Je commence par :

A. L'habitat.

Le *Tylenchus devastatrix* est un parasite des tiges et des feuilles de différentes espèces de plantes; il ne se trouve jamais dans les racines. On a jusqu'ici constaté sa présence dans 34 espèces de plantes appartenant à 25 genres différents et à 14 familles distinctes. La table suivante en donne un résumé.

FAMILLE.	ESPÈCE.	DÉCOUVERT DANS CETTE PLANTE PAR	OBSERVATIONS.
I. Ranunculacées	1. Ranunculus acris	Ritz. Bos	Le <i>T. devast.</i> ne s'y montre que rarement et en petit nombre. Je n'ai pas observé de déformation des plantes.
II. Crucifères	2. Thlaspi bursa pas toris	Ritz. Bos	Id.
III. Alsinées	3. Spergula arvensis	[D'après Sickesz] Ritz. Bos	Je n'y ai trouvé le <i>T. devast.</i> que très rarement et en très petit nombre. Je n'y vis jamais de déformations. Mais Sickesz fait mention d'une maladie causée par les anguillules de la spergule. (Voir plus loin).

FAMILLE.	ESPÈCE.	DÉCOUVERT DANS CETTE PLANTE PAR	OBSERVATIONS.
IV. Géraniacées	4. Geranium molle	Ritz. Bos	Voir observations à <i>Ranunculus acris</i> .
V. Papilionacées	5. Medicago sativa	Kühn, Havenstein, Ritz. Bos	Quoique la maladie appelée le „Stock” puisse se déclarer à un degré intense dans la luzerne et le trèfle, je n'ai réussi à faire passer dans ces plantes qu'un petit nombre d'anguillulides. (Voir plus loin).
	6. Trifolium pratense	Kühn, Havenstein, Ritz. Bos	
VI. Dipsacées	7. Dipsacus fullonum 8. Dipsacus sylvestris	Kühn Havenstein	Voir plus loin. Voir Havenstein, „Wurm oder Stockkrankheit” p. 19.
VII. Composées	9. Centaurea cyanus	Kamrodt, Havenstein	Kühn n'a pu trouver ces anguillules dans les bluets: „Ich muss gestehen, dasz es mir, trotz eifriger Suchens, nicht gelungen ist, in Kornblumen welche von mir an Stellen, an welchen der Roggen krank war, die Würmchen zu entdecken.... Hervorheben möchte ich noch dass gerade an den Stellen, in welchen der Roggen in Folge der Krankheit ausgegangen war, die Kornblumen massenhaft und in üppigster Entwicklung auftraten.”
	10. Centaurea jacea	Ritz. Bos	En petit nombre, sans causer de déformation appréciable.
VIII. Borraginées	11. Bellis perennis	Ritz. Bos	En très petit nombre, ne causant aucune déformation.
	12. Sonchus oleraceus	Ritz. Bos	Id.
IX. Plantaginées	13. Myosotis stricta	Ritz. Bos	Id.
	14. Plantago lanceolata	Ritz. Bos	Id.
X. Polygonées	15. Polygonum fagopyrum	Kühn, Havenstein, Ritz. Bos	Le <i>Tylenchus devastatrix</i> cause, selon les auteurs anciens et modernes chez ces plantes la maladie appelée „Stock”. Je le vis rarement passer dans le sarrazin et n'ai pu jamais constater de déformations.

FAMILLE.	ESPÈCE.	DÉCOUVERT DANS CETTE PLANTE PAR	OBSERVATIONS.
XI. Amaryllidées	16. <i>Polygonum convolvulus</i>	Ritz. Bos	Voir observations à <i>Ranunculus acris</i> (n°1).
	17. <i>Narcissus Tazetta</i>	Ritz. Bos	J'en ai trouvé quelques exemplaires dans des bulbes plantés dans un sol infesté d'anguillulides du seigle. Pas de déformations.
XII. Liliacées	18. <i>Scilla sibirica</i>	Ritz. Bos	Voir plus loin. —
	19. <i>Scilla campanulata</i>	Ritz. Bos	Lorsque je plantai des bulbes de <i>Scilla</i> dans un sol qui contenait des anguillulides du seigle, des jacinthes ou des oignons, je trouvai bientôt celles-ci dans les bulbes de <i>Scilla</i> , qui étaient devenus malades.
	20. <i>Scilla cernua</i>	Ritz. Bos	
XIII. Graminées	21. <i>Hyacinthus orientalis</i>	de Vries, Wakker, Sorauer, Ritz. Bos	Les anguillules causent la maladie annuelle (Voir plus loin).
	22. <i>Hyacinthus romanus</i>	Prillieux	
	23. <i>Galtonia candicans</i>	Wakker, Ritz. Bos	Voir plus loin.
	24. <i>Allium cepa</i>	Beyerinck, Ritz. Bos	Les anguillules causent la maladie dite „kroefziekte” (Voir plus loin).
	25. <i>Allium proliferum</i>	Ritz. Bos	
	26. <i>Allium vineale</i>	Ritz. Bos	
	27. <i>Allium Schoenoprasum</i>	Ritz. Bos	Quand je semai des bulbes ou la graine de ces espèces d' <i>Allium</i> dans un sol infesté d'anguillulides de seigle, de jacinthes ou d'oignons, les plantes en étaient promptement attaquées.
	28. <i>Anthoxanthum odoratum</i>	Ritz. Bos	Des plantes venues dans un sol infesté d'anguillules du seigle, renfermaient un grand nombre de ces vers et étaient déformées comme le seigle malade.
	29. <i>Holcus lanatus</i>	Ritz. Bos	Voir <i>Anthoxanthum odoratum</i> , mais la déformation est moindre.
	30. <i>Avena sativa</i>	Ritz. Bos	Voir plus loin.
	31. <i>Poa annua</i>	Ritz. Bos	Voir <i>Holcus lanatus</i> .

Sec ab 1996

FAMILLE.	ESPÈCE.	DÉCOUVERT DANS CETTE PLANTE PAR	OBSERVATIONS.
XIV. Muscinées	32. <i>Triticum vulgare</i> 33. <i>Secale cereale</i> <i>rogue</i> 34. <i>Hypnum cupressiforme</i>	Ritz. Bos Kamrodt, Kühn, Nitschke, Haven- stein, Ritz. Bos, etc. Askenasy	Voir plus loin. Voir plus loin. Je trouvai le <i>T. devastatrix</i> (nommé en ce cas, par Bütschli, <i>T. Askenasyi</i>) dans le <i>Hypnum cupressiforme</i> sur le Feldberg(Taunus)., Die Koloniën dieses Wurmes bewohnen in dem Moos die Endknospen der Zweige, und bringen an diesen auch gewisse Veränderungen hervor, hauptsächlich eine abnorme Vergrößerung und eine Veränderung der Farbe... Sie liegen frei zwischen den innern Blättern der Knospen, so dass beim oeffnen derselben ein ganzes Knäuel unserer Würmer gewöhnlich herausfällt (Bütschli).

A côté de ces données positives concernant la présence de *Tylenchus devastatrix* dans différentes espèces de plantes, il y a lieu de citer le nom de quelques plantes qui croissent à l'état sauvage dans les champs où le seigle et les oignons étaient atteints de la maladie vermiculaire, et dans lesquelles je n'ai absolument pas trouvé d'anguillules : *Fumaria officinalis*, *Achillea millefolium*, *Cirsium arvense*, *Carduus crispus*, *Plantago major*, *Polygonum aviculare*, *Euphorbia lathyrus*, *Bromus mollis*, *Festuca ovina*, *Festuca elatior*, *Equisetum arvense*. Cela ne veut pas dire toutefois qu'en aucun cas les *Tylenchus* ne puissent se trouver dans ces plantes; en effet, ces dernières étaient dispersées parmi d'autres plantes (oignons ou seigle) pour lesquelles les anguillules ont une préférence; on peut cependant considérer comme certain que ces plantes n'appartiennent pas à celles qui sont le plus recherchées par les anguillules. Dans un sol infesté d'anguillules du seigle, je plantai des *Tulipa Gesneriana*, *Lilium candidum*, *Fritillaria imperialis*, *Narcissus pseudo-*

narcissus, et je semai, dans ce même sol l'*Hordeum vulgare*. Or, aucune de ces plantes ne fut visitée par les *Tylenchus*.

Il faut en outre remarquer que dans ce même champ infesté croisaient le seigle si recherché des *Tylenchus*, et l'avoine et le froment, plantes dans lesquelles ils choisissent aussi leur demeure.

J'appris aussi par des cultivateurs de bulbes à fleurs de Harlem, que les tulipes, les lis, la couronne impériale et les narcisses ne sont jamais atteints de la maladie causée par les anguillules („maladie annulaire”). Et dans ces contrées affligées de la maladie des anguillules du seigle („Stock”), il est reconnu que cette maladie n'atteint pas l'orge.

J'ai planté dans de la terre mélangée de bulbes finement hachés de jacinthes malades, des bulbes de *Muscari botryoides* et *Muscari comosum*. Or les *Tylenchus* ne se sont établis dans aucune de ces plantes. Ceci est d'accord avec les observations des cultivateurs de Harlem que ces deux espèces de *Muscari* ne souffrent jamais de la maladie propre aux jacinthes („maladie annulaire”).

Dans un sol argileux où les oignons étaient ordinairement attaqués par la maladie, je jetai des graines d'*Allium Moly* et je plantai des *Muscari botryoides* sans que j'aie pu découvrir plus tard des *Tylenchus* dans les plantes provenant de ces graines.

Il résulte de ce qui précède que le *Tylenchus devastatrix* peut se développer dans des plantes fort différentes entre elles (Dicotylées, Monocotylées, Muscinées), mais que ces nématodes ont une préférence marquée pour certaines espèces. A ces végétaux de prédilection appartiennent en première ligne quelques Graminées (surtout le seigle) et quelques Liliacées (*Scilla*, *Hyacinthus*, des espèces d'*Allium*), et dans quelques circonstances aussi le sarrasin et les trèfles (*Trifolium* et *Medicago*).

Il est facile de comprendre que des plantes d'une étroite affinité servent de demeure au même animal parasitaire ; mais on n'observe pas sans étonnement que parfois, parmi ces plantes, l'une sert de demeure à cet animal et l'autre pas (comme c'est le cas pour l'avoine et le seigle d'un côté, et l'orge de l'autre). En effet, des différences insignifiantes au point de vue morphologique, peuvent avoir une grande signification pour la vie d'un parasite. Ainsi pour un *Tylenchus*, par exemple, qui par son crochet doit perforer les parois cellulaires, l'épaisseur et la solidité de ces parois peuvent être d'une grande importance.

Je crois que par mes recherches morphologiques et biologiques, j'ai établi d'une manière irréfutable que les *Tylenchus Dipsaci*, *T. devastatrix*, *T. Allii*, *T. Hyacinthi* représentent tous la même espèce, et que j'ai

de plus prouvé qu'il est probable, sinon certain, que les *T. Askenasyi* et *T. Havensteinii* doivent être aussi rapportés à cette espèce. Déjà Kühn avait démontré que le *Tylenchus* des têtes des chardons malades, peut causer le maladie appelée „Stock” du seigle. Moi-même j'ai observé que les anguillules du seigle peuvent causer la maladie propre aux oignons („kroefziekte”), de même que les anguillules de jacinthes attaquées par la „maladie annulaire”. Pour ce qui concerne les anguillules de la mousse (*T. Askenasyi Bütschli*), je n'ai jamais eu l'occasion de les étudier, et seul l'examen morphologique que j'en ai fait, m'a amené à conclure que cette espèce aussi doit être identique avec le *Tylenchus devastatrix* commun.

Cependant il semble résulter d'observations faites autrefois en Allemagne, que les anguillules de la mousse passent parfois dans le seigle et y causent la maladie du „Stock”. Des avis, de l'année 1867, de Gielsdorf, Kirchhoven, Havert, Millen, Karken et Kempen (toutes des localités de la Prusse Rhénane) font connaître¹⁾ que la maladie du seigle s'est répandue, autrefois surtout, de la commune de Havert, là où „ausnahmsweise sehr viel Heidestreu, Ginster und Waldstreu als Ersatzmittel für mangelndes Stroh als Dünger benutzt wird”. Une pareille fumure en effet doit introduire beaucoup de mousse dans les champs; aussi, selon Havenstein²⁾, on a cru pendant longtemps que les anguillulides de la mousse ont les premières attaqué le seigle. Röse en Schnepfenthal, trouva des nématodes de ce groupe dans les *Mnium affine*, *M. undulatum* et *M. serratum*; mais d'après l'examen dudit Röse et de Kühn, ils diffèrent spécifiquement du *T. devastatrix*. Toutefois, si nous prenons en considération que l'on admet généralement comme termes de distinction entre les différents nématodes, le rapport entre la longueur et la largeur, le rapport de la longueur totale à la distance de l'anus à l'extrémité caudale, de pareils nombres de proportion, il n'est plus nécessaire d'admettre — après la communication qui j'ai faite page 216 du résultat de mes recherches, qui m'ont amené aussi à identifier les *T. Havensteinii* et *T. devastatrix* — il n'est plus nécessaire, dis-je, d'admettre que les anguillules de la mousse diffèrent toujours des anguillules du seigle. Toutefois sans doute en beaucoup de cas, les anguillules de la mousse ne sont pas identiques au

¹⁾ Julius Kühn, „Ueber die Wurmkrankheit des Roggens und über die Ueber-einstimmung der Anguillulen des Roggens mit denen der Weberkarde” dans les „Sitzungsberichte für 1868 der naturforschenden Gesellschaft in Halle.”

²⁾ Havenstein, „Die Wurm-oder Stockkrankheit”, p. 14.

Tylenchus devastatrix. Je regrette toutefois de n'avoir pu jusqu'ici, faire des recherches personnelles à ce sujet.

Quoique le *Tylenchus devastatrix* vienne parfaitement dans un grand nombre de végétaux différents, le passage de l'une plante à l'autre ne se fait pas toujours facilement. Des exemplaires de ce *Tylenchus*, dont les ancêtres vivaient, depuis nombre de générations, dans le seigle, passent dans cette plante beaucoup plus facilement et plus promptement que dans les oignons; et réciproquement, des exemplaires dont les ancêtres ont vécu depuis un grand nombre de générations dans les oignons, préfèrent ces plantes au seigle. Les expériences suivantes m'ont fourni la preuve de ce que j'avance: 1° Des graines de seigle et d'oignons en mélange furent semées par moi dans un pot contenant de la terre de Delden¹⁾ habitée par des anguillules dont les ancêtres avaient, depuis plusieurs années, vécu exclusivement dans le seigle, et j'aperçus bientôt que dans les oignons se trouvaient fort peu d'anguillules, tandis que les plantes de seigle en fourmillaient. 2° Dans un autre pot, contenant de la même terre, je semai uniquement des graines d'oignons et j'observai que les *Tylenchus* n'ayant pas d'autre choix, passèrent dans ces plantes qu'ils déformèrent de la manière habituelle. 3° Dans du sol argileux de Melissant (Hollande méridionale) dans lequel les oignons avaient été fortement atteints, l'année précédente, de la maladie dite „kroefziekte”, je semai des graines de seigle et d'oignons en mélange. Lorsque les plantes d'oignons montraient à peine leurs premières feuilles, elles étaient déjà habitées par un nombre incalculable de *Tylenchus*, tandis que les plantes du seigle, même beaucoup plus tard, n'en contenait que fort peu. 4° Quand je semai dans cette même terre uniquement du seigle, un plus grand nombre d'anguillules passèrent dans ces plantes, quoique ce nombre fût encore relativement petit, et les plantes ne souffrissent pas beaucoup de la maladie.

Il résulte clairement de ces expériences que, bien qu'il n'existe entre les *Tylenchus* du seigle et ceux des oignons, point de différence spécifique morphologique, une différence physiologique s'est fait jour, à tel point que ces nématodes, en se développant pendant plusieurs générations dans la même plante, montrent pour cette plante une préférence marquée, en d'autres termes, ils sont plus aptes à vivre dans cette plante.

¹⁾ Dans la contrée de l'est d'Overijssel on cultive jusqu'à vingt années consécutives du seigle sur les mêmes terres.

Les expériences que j'ai faites, peuvent peut-être contribuer à éclaircir certains faits qui ont paru jusqu'ici assez étranges. Dans les contrées du Limbourg où le seigle alterne plus ou moins régulièrement avec le sarrasin, le *Tylenchus devastatrix* ne se montre pas moins dans cette dernière plante que dans la première. M. Haan de la maison Hillen (à proximité de la frontière allemande) m'écrit : „Non seulement le sarrasin souffre beaucoup de la maladie, mais il paraît la propager dans des proportions effrayantes.” Il en est de même, selon Havenstein, dans la Prusse Rhénane. Mais dans les contrées d'Overijssel où le seigle n'alterne jamais, ou rarement, avec le sarrasin, ce dernier n'est en général que fort peu atteint dans les sols infestés. Aussi il ne m'a pas été possible de faire passer les *Tylenchus* dans des plantes de sarrasin quand j'ai semé ce dernier dans un sol infesté de *Tylenchus* provenant d'un champ qui n'avait produit, pendant de longues années, que du seigle.

La même observation peut être faite concernant l'infection du trèfle. Dans différentes contrées du Limbourg où l'on ne cultive que rarement, ou même jamais, du trèfle, le *Tylenchus devastatrix* ne passe pas dans cette plante, quand on la sème sur le sol infesté, au moins elle n'est pas atteinte de la maladie. D'après des renseignements que j'ai recueillis, il en est de même dans les contrées de Twenthe où l'on cultive sur des champs infestés pendant des années du seigle, et rarement ou jamais, du trèfle. Mais dans les contrées où l'on cultive beaucoup plus le trèfle, cette plante n'est pas exempte des atteintes du dangereux nématode; déjà Schwerz¹⁾ en fait mention.

En ce qui concerne le passage du *Tylenchus devastatrix* dans une autre espèce de plante que celle qui lui avait servi jusque-là d'habitat, je dois encore citer une de mes expériences à ce sujet. Je hachai des jacinthes atteintes de la maladie annulaire et je les mélangeai avec de la terre. Dans ce mélange je semai du seigle et de l'oignon : les anguillules des jacinthes se portèrent en masse vers les plantes d'oignons; tandis que le seigle en fut presque exempt et ne contracta pas la maladie; les oignons au contraire présentèrent bientôt les signes caractéristiques de la maladie. Ces anguillules de jacinthes ne passèrent pas seulement dans l'*Allium cepa*, mais aussi dans l'*Allium Schoenoprasum* et absolument pas dans l'*Allium Moly*. — J'ai planté de petits bulbes de *Scilla sibirica* dans de la terre infestée d'Overijssel qui n'avait, depuis bien des années, produit que du seigle, et dans de la terre mélangée de jacinthes malades

¹⁾ Schwerz, „Anleitung zum praktischen Ackerbau”, II (1825), p. 414.

finement hachées; or, j'ai pu constater que les plantes dans cette dernière terre furent atteintes plus promptement et à un degré plus prononcé que les bulbes de *Scilla* que j'avais exposés aux atteintes des anguillules du seigle.

Il paraîtrait donc qu'on peut admettre comme règle, que le *Tylenchus devastatrix* se fixe dans les plantes dans lesquelles les ancêtres ont vécu depuis plusieurs générations, de préférence à d'autres espèces de plantes; et que, toutes choses égales d'ailleurs, il préfère ordinairement la plante ayant une parenté étroite avec celle dans laquelle vivaient les générations précédentes, à celle qui en est plus éloignée dans le système.

J'estime qu'on pourra trouver dans ce qui précède la clef de bien des choses, inexpliquées jusqu'ici relativement à l'apparition et à la disparition des maladies vermiculaires dans nos cultures.

Il résulte d'ailleurs de ce qui a été traité jusqu'ici dans ce chapitre, que, si au point de vue *morphologique* il faut considérer comme une espèce unique les *Tylenchus* des jacinthes, ceux de l'oignon, ceux du seigle, du sarrasin, du trèfle, etc. et ceux de la mousse *Hypnum cupressiforme*, il existe néanmoins des différences *physiologiques* entre les différents *Tylenchus*, selon que leurs ancêtres ont vécu durant un grand nombre de générations, dans telle ou telle plante.

Que d'ailleurs il existe des différences *morphologiques* — aussi minimes qu'elles soient — entre les différents exemplaires de *Tylenchus devastatrix*, selon que leurs ancêtres ont vécu plus ou moins longtemps dans l'une ou l'autre espèce de plantes; cela résulte de ce qui a été dit p. 185—221. Il a été constaté, entre autres, qu'en général les exemplaires des oignons sont plus grands que ceux du seigle; que ceux de la luzerne paraissent relativement plus longs et ceux de la mousse relativement plus larges que les anguillules du seigle.

En d'autres termes, je suis d'avis que, selon la plante qui nourrit les *Tylenchus* dont il est question ici, des races différentes sont en voie de formation et procèdent de l'espèce *Tylenchus devastatrix*, que l'on doit cependant considérer jusqu'ici comme une seule espèce à cause de l'inconstance des différences observées.

Quoique les animalcules de cette espèce soient de vrais parasites des plantes, la durée de la vie de ces plantes les amène à passer dans le *sol* à des époques déterminées de l'année; seules les anguillules des plantes bulbeuses ne sont pas dans ce cas, au moins aussi longtemps

que les bulbes dans lesquels elles ont choisi leur demeure, ne sont pas morts par suite de la pullulation de ces vers, soit par toute autre cause.

Les anguillules qui causent la maladie annulaire des jacinthes et d'autres plantes bulbeuses, ne passent dans le sol que par exception ; voir l'Index : Partie III : Maladie des jacinthes, C, § 3. Au printemps elles quittent, en partie du moins, le bulbe pour séjourner dans les feuilles ; lorsque ces dernières meurent, elles passent de nouveau dans le bulbe. De l'ancien bulbe elles passent dans les jeunes, que ceux-ci soient obtenus par voie naturelle ou par voie artificielle. Ainsi les *Tylenchus* demeurent constamment dans les plantes sans passer dans le sol, au moins dans les circonstances ordinaires. On peut donc, sans crainte d'infection, planter des bulbes de jacinthes sains dans des champs où se sont trouvés des bulbes malades ; c'est une observation faite d'ancienne date par les cultivateurs.

C'est seulement lorsqu'un bulbe meurt, soit par la maladie même, soit par d'autres causes, que les *Tylenchus* se voient forcés de se rendre dans le sol ; mais ils cherchent bien vite un autre bulbe de jacinthe pour s'y fixer.

Aussi les jacinthes qui succombent à la maladie, forment des foyers de propagation de cette maladie.

On devrait en dire autant des anguillules qui habitent les oignons (*Allium*) malades, s'il n'existe pas, sous certain rapport, une grande différence : ainsi les oignons proviennent de graines, tandis que les jacinthes proviennent de jeunes bulbes. Les anguillules qui se fixent dans les jeunes oignons font mourir un grand nombre de ces plantes délicates ; et cette mortalité continue pendant tout l'été, aussi longtemps qu'il y a encore des oignons sur les champs. Et quoique un grand nombre d'anguillules provenant des plantes mortes, aillent se fixer dans d'autres, le sol demeure néanmoins constamment infesté d'anguillules, même lorsque tous les oignons ont été enlevés.

Quant aux anguillules du seigle, celles-ci se fixent dans les plantes lorsqu'elles sont encore jeunes ; elles y restent jusqu'à ce que les grains mûrissent pendant l'été et que les chaumes et les feuilles meurent ; alors elles passent de nouveau dans le sol. Il est évident que les anguillules des plantes qui meurent par la maladie plus tôt que les autres plantes, arrivent aussi plus tôt dans le sol.

Ainsi la nature des plantes habitées exerce une grande influence sur la manière de vivre des parasites de ces plantes. Si les anguillules se fixent dans les jacinthes, Scilla et autres plantes semblables, le sol n'en est infesté que *par exception et temporairement*. Si au contraire, elles se fixent dans les oignons, le sol en est *toujours* infesté, à l'exception peut-être

d'un court espace de temps, au printemps, lorsque *toutes* les anguillulides séjournent dans les jeunes oignons. Enfin, si les anguillules vivent dans des plantes annuelles qui sont récoltées pendant l'été ou à l'automne, le *sol* en est infesté *pendant quelque temps*, principalement à l'automne, puisque presque toutes les anguillules ont alors abandonné les chaumes ou tiges.

Il est certain que les nématodes de l'espèce *Tylenchus devastatrix* peuvent vivre pendant un certain temps dans le sol; non seulement durant quelques semaines — par exemple, depuis la récolte du seigle jusqu'aux semaines du seigle d'hiver — mais beaucoup plus longtemps, par exemple pendant une année. On en a fait l'expérience sur des champs fortement infestés qu'on laissait en friche pendant une année, ayant soin toutefois de sarcler, de façon à n'y laisser que peu ou pas de mauvaises herbes, dans lesquelles, au besoin, les anguillules auraient pu se fixer. Or, lorsque ces champs n'avaient produit pendant une année pour ainsi dire aucune plante qui aurait pu servir de refuge aux anguillules, on trouva qu'ils recélaient encore une grande quantité de ces nématodes, car le seigle qu'on y sema devint malade. Il est vrai que la première année après la jachère, la maladie se montre en général moins intense, mais à la seconde année, elle a déjà toute sa gravité. Je fis moi-même cette expérience sur un petit champ infesté séparé par une rigole profonde d'un autre champ infesté, et j'obtins le même résultat. — J'abandonnai pendant une année et demie, dans un pot à fleurs, de la terre qui renfermait un grand nombre d'anguillules, ayant soin de l'arroser de temps en temps. Après ce temps j'y semai des oignons qui furent atteints à un haut degré de la maladie.

On ne saurait présumer que les *Tylenchus* continuent ainsi à vivre et à se propager normalement dans le sol. Je suppose qu'ils y restent à l'état de léthargie d'où ils ne sont tirés, de temps en temps, que par la pluie qui n'humidifie les couches supérieures du sol que temporairement (Voir au sujet du desséchement et de la vie à l'état latent du *Tylenchus devastatrix*, plus loin dans cet article). Seul le desséchement est capable de tenir ces animaux à l'état de léthargie. De là vient qu'ils ne conservent la vie (ne serait-ce qu'à l'état latent) que dans les couches supérieures du sol, tandis qu'ils meurent dans les couches plus profondes, parce que là — à cause de l'humidité — les fonctions vitales doivent s'accomplir régulièrement et qu'il leur faut par conséquent de la nourriture pour entretenir la vie; or ils ne peuvent trouver dans le sol la nourriture qui leur

convient. Aussi on sait depuis longtemps qu'un labour profond est un remède contre la maladie vermiculaire du seigle.

B. Frank¹⁾ a fait des expériences concernant la propagation des larves des anguillules des racines (*Heterodera radicola*) dans le sol. Il a constaté en premier lieu que ces animalcules peuvent se mouvoir en sens horizontal, jusqu'à une certaine distance de leur point de départ. Je n'ai pas répété ces expériences pour *Tylenchus devastatrix*; car j'étais d'avis que des animaux qui ont le mouvement aussi facile que ces nématodes, se seront naturellement éloignés, après quelque temps, du lieu où on les a placés tout d'abord; la dissémination des anguillules résulte d'ailleurs suffisamment de la propagation de la maladie des plantes dont elles sont la cause, maladie qui s'étend graduellement et en rayonnant de l'endroit où elle s'était primitivement montrée.

De plus Frank a observé chez l'*Heterodera radicola* une *géotaxie positive*: „Die Eigenbewegungen gerade nur der Wurzelälchen (mais non ceux des anguillulides saprophages séjournant dans le sol et non déterminés par Frank) stehen mit der Gravitation in ursächlichen Zusammenhang”; ils se meuvent toujours de la surface du sol vers les parties basses. — En répétant les expériences de Frank avec le *Tylenchus devastatrix*, je n'ai pu, même après 2½ mois, trouver chez mes anguillules de trace de *géotaxie positive*; toutefois on serait tenté d'attribuer à ces nématodes une *géotaxie négative*; en effet, après avoir mis dans un verre dont le fond était couvert de *Tylenchus*, 8 cM. de terre, je pus constater, après 1½ mois, que les couches qui avoisinaient la surface, contenaient beaucoup de ces nématodes tandis que la terre du fond n'en renfermait plus. Néanmoins je suis d'avis que la *géotaxie négative* n'est pas ici en jeu, mais plutôt l'humidité. J'avais pris soin de ne pas laisser la terre du verre se dessécher totalement, en l'arroasant une seule fois. Or, ces *Tylenchus* éloignés des plantes dans lesquelles ils avaient vécu, devaient — afin de ne pas trouver une mort certaine — passer à l'état léthargique, ce qui était possible à la partie supérieure, mais non au fond du verre où la terre était humide. Afin de pouvoir réunir beaucoup de *Tylenchus* isolés des plantes dans lesquelles ils vivaient en parasites, dans la terre du verre, je plaçai des morceaux d'écailles de jacinthes brunies, dans un grand verre de montre rempli d'eau, je les secouai et je les mis sous l'eau au moyen d'aiguilles. Lorsque j'eus répété cette opération avec plusieurs écailles, l'eau contenait plusieurs dizaines d'an-

¹⁾ B. Frank, „Ueber das Wurzelälchen und die durch dasselbe verursachten Beschädigungen der Pflanzen”; dans les „Landwirthschaftliche Jahrbücher”, Tome XIV (1885) p. 163, 164.

guillules; je les plaçai au fond du verre que je remplis de 8 cm. de terre (voir plus haut).

Comme on doit l'attendre de parasites de plantes, l'espèce de plantes cultivée dans une contrée déterminée, et la succession des plantes sur une même terre (l'assolement), sont d'une plus grande importance pour la propagation du *Tylenchus devastatrix* que la nature du sol. Les nématodes dont il s'agit se rencontrent dans les terrains d'alluvion sablonneux d'Overijssel et de Limbourg (dans le seigle) aussi bien que dans les dunes entre Harlem et Leyde (dans les jacinthes), mais aussi dans les sols argileux de la Zélande et des îles de la Hollande méridionale (dans les oignons); même les löss du Limbourg méridional n'en sont pas entièrement exempts.

B. L'influence du *Tylenchus devastatrix* sur les plantes dans lesquelles il se fixe.

Sur ce point je serai bref. Dans la partie suivante de mon ouvrage il sera traité au long des phénomènes morbides engendrés par le *Tylenchus devastatrix* chez différents végétaux.

Lorsqu'un corps étranger pénètre dans les tissus d'une plante en vie, il y cause souvent un accroissement anormal des cellules de ces tissus¹⁾, surtout lorsque ce corps étranger est un organisme vivant; car si le corps est inerte, son action cesse dès qu'il a pénétré le tissu; l'action au contraire d'un corps vivant *continue*, soit par ses mouvements et par l'irritation mécanique qu'il exerce aussi sur les tissus environnants, soit par les substances sécrétées.

Les recherches de Beyerinck²⁾ ont prouvé que la cause de la formation des galles par les *Cynipides* ne doit pas être cherchée dans une substance que la Cynipide femelle introduit en même temps que son œuf dans la plante, ni dans l'irritation que les larves des *Cynipides* exercent au moyen de leurs pièces buccales et par leurs autres mouvements sur le tissu environnant, mais dans *l'une ou l'autre substance sécrétée par la larve*.

¹⁾ Voir W. Hofmeister, „Allgemeine Morphologie der Gewächse“ (1868), p. 633, 634.

²⁾ Beyerinck, „Beobachtungen über die ersten Entwicklungsphasen einiger Cynipidengallen“ (1882) p. 177—181.

Et quoique le *Tylenchus devastatrix* ne cause jamais une galle proprement dite, il occasionne cependant un phénomène analogue : l'hypertrophie des tissus. En général on peut dire que, par l'action de nos nématodes sur les tissus des tiges et des feuilles en végétation, il se produit une extension des cellules qui peut donner lieu à la formation de grandes vacuoles dans ces cellules. Parfois l'action se borne là, mais le plus souvent une division considérable de cellules a lieu plus tard et tandis que le parenchyme des tiges et des feuilles acquiert un plus grand volume par les causes réunies de l'extension et de la division des cellules, les fibres vasculaires conservent leurs dimensions, surtout leur développement en longueur diminue et peut s'arrêter totalement. Il est évident que toutes ces circonstances doivent déformer profondément les plantes attaquées ; mais aussi, la nature des plantes attaquées a une grande influence sur les altérations extérieures, visibles. Nous traiterons cette question dans la troisième partie de cet ouvrage.

Je crois devoir, pour des motifs d'analogie, admettre que la cause de l'hypertrophie causée par le *Tylenchus devastatrix*, réside dans la présence d'une substance sécrétée par ce parasite, quoique le fait cité par Beyerinck, à l'appui de la thèse que la formation des galles par les Cynipides, ne pourrait être attribuée à l'irritation mécanique produite par les larves, ne soit point probant dans le *Tylenchus*. En effet, Beyerinck démontre que le développement des galles est déjà en pleine voie, lorsque les larves des Cynipides, qui en sont la cause, sont encore renfermées dans la coque de l'œuf, donc à un moment où il ne peut être question de ronger au moyen des mâchoires chitineuses qui existent déjà à ce moment. Chez *Tylenchus devastatrix* on ne peut observer isolément l'action de l'œuf ni celle de l'embryon à l'intérieur de l'œuf, car jamais on ne trouve des œufs de ce ver dans quelque tissu, avant qu'il n'y soit entré lui-même. En conséquence on ne peut prouver si le *ver* seul est cause de l'hypertrophie ou si les œufs y contribuent de leur côté. Que ces derniers n'en sont pas seuls la cause, cela résulte du fait que certaines parties de plantes hypertrophiées ne contiennent que des anguillules et nullement des œufs.

Mais *ici* on ne peut pas, comme pour la formation des galles de Cynipides, exclure positivement, de la cause présumée de la maladie des plantes, l'irritation mécanique produite par les pièces buccales des parasites. En effet, le *Tylenchus* pénètre lui-même, au moyen de ses pièces buccales, dans les tissus des plantes. Aussitôt donc s'il peut être question de la sécrétion de l'un ou l'autre liquide attaquant les tissus, il a été en même temps question de l'action du crochet du *Tylenchus* sur une

ou plusieurs cellules. Ma croyance dans l'action d'un liquide sécrété, plutôt que d'une irritation mécanique, trouve surtout son fondement dans la considération que, dans d'autres cas, l'hypertrophie et la formation de galles ne peuvent s'expliquer par une irritation mécanique seule¹⁾. Je ne puis citer qu'un seul fait capable de faire admettre, qu'il n'y a ici en réalité d'autre action que celle d'un liquide sécrété:

Askenasy trouva (v. p. 229 de mon traité) dans l'*Hypnum cupressiforme* des *Tylenchus* que Bütschli a décrits comme *T. Askenasyi*, mais qui m'ont paru n'être autre chose que notre *T. devastatrix*. Or ces parasites causèrent „eine abnormale Vergrösserung”; toutefois ils se trouvent, d'après Bütschli²⁾ „nicht etwa in das Gewebe der Knospe eingegraben, sondern (sie) liegen frei zwischen deren inneren Blättern, so dasz beim Oeffnen derselben ein ganzes Knäuel unserer Würmer gewöhnlich herausfällt”. Dans l'ouvrage de Bütschli, l'altération causée par le *Tylenchus* en question à l'*Hypnum*, n'est pas décrite en détail; toutefois il paraît qu'il s'agit ici également d'hypertrophie, comme dans les autres cas de maladie qui seront décrits dans la troisième partie de mon travail. Or, l'hypertrophie est causée ici par des *Tylenchus* qui se trouvent à l'extérieur des tissus; il saurait donc difficilement être question d'une cause mécanique, et il est rationnel d'attribuer les altérations à un liquide sécrété par les *Tylenchus*.

Ainsi, sous l'action d'une seule et même substance, l'hypertrophie peut naître chez les plantes les plus diverses.

Les autres *Tylenchus* parasites des plantes, et surtout les *Heterodera* qui ont avec eux une étroite parenté, paraissent sécréter un liquide analogue: les maladies causées par les nématodes parasites chez les plantes les plus diverses se réduisent à l'hypertrophie et à la formation des galles. Mais il va de soi que lors même que la substance sécrétée par deux espèces de nématodes serait parfaitement identique, la vie de l'animal (l'âge qu'il atteint, la rapidité de la reproduction, les parties de la plante qu'il habite) doit exercer une grande influence sur l'altération qu'il fait subir à la plante.

Il est prouvé que l'action du liquide sécrété par le *Tylenchus devastatrix* se fait sentir à une certaine distance de l'endroit où se tient le parasite. Je n'ai pu déterminer l'étendue de cette distance. Il est dans la nature des choses que les parties de la plante présentent des altérations plus

¹⁾ Voir Beyerinck p. 177—181 et W. Hofmeister, „Allgemeine Morphologie der Gewächse”, p. 635.

²⁾ Bütschli, „Beiträge zur Kentniss der freilebenden Nematoden”, p. 40.

ou moins profondes selon qu'elle renferme un plus grand nombre de *Tylenchus*. Chaque plante malade, de seigle, d'oignons ou de jacinthes en fournit la preuve.

Il en résulte qu'une espèce de *Tylenchus*, qui se reproduit avec rapidité et fournit plusieurs générations par an, causera — toutes choses égales d'ailleurs — des altérations plus prononcées qu'une autre espèce, qui se reproduit plus lentement. Or, le *T. devastatrix* donne plusieurs générations par an (voir plus loin), tandis que *T. scandens* (= *Anguillula Tritici*) ne se reproduit qu'une fois par an.

De plus, le *T. devastatrix* se tient toujours dans la tige et les feuilles (par exemple dans le seigle), tandis que le *T. scandens* passe rapidement dans les épis et puis dans les rudiments des fleurs, pour y causer la formation de galles. Il s'ensuit que la plante sérieusement entamée par le *T. devastatrix* acquiert à la base de la tige une grosseur anormale et des feuilles épaisses et crispées, tandis que les feuilles et la tige, par suite du faible accroissement en longueur des fibres vasculaires, demeurent très courtes; la formation des épis, dès lors, ne se fait ordinairement pas. Il en est tout autrement des plantes de froment, attaquées par le *T. scandens*¹⁾). Au début, il est vrai, elles présentent les mêmes altérations que les plantes de seigle habitées par le *T. devastatrix*, mais ces altérations sont moins prononcées, parce que le nombre des *Tylenchus*, qui se sont introduits dans la plante, est moins grand que lorsque le *T. devastatrix* attaque une plante de seigle. Bientôt les phénomènes pathologiques disparaissent entièrement à la base des tiges et dans les feuilles, notamment lorsque les anguillules se sont introduites dans les épis et les rudiments des fleurs, où elles acquièrent leur développement et où elles se reproduisent. Alors les rudiments des fleurs se transforment en galles, et toutes les autres parties de la fleur sont exemptes de *Tylenchus* et se développent normalement.

La présence du *T. devastatrix* dans le tissu cellulaire d'une plante cause plus d'altération encore que l'accroissement et la segmentation plus grande des cellules, et la diminution de croissance en longueur des fibres vasculaires. Le contenu des cellules, sur lequel le liquide sécrété par les vers agit puissamment, ne demeure pas non plus intact. Là où un grand nombre d'anguillules se sont accumulées dans les tissus d'une

¹⁾ Voir Prillieux, „*Étude sur la formation des grains niellés du blé*”, dans les „*Annales de l'institut national agronomique*”, n°. 5 et n°. 6, (1879—80 et 1880—81).

feuille ou d'une partie verte des tiges, disparaissent les grains de chlorophylle, tandis qu'une matière colorante jaune verdâtre se répand dans le protoplasme des cellules, pour disparaître à la longue entièrement (voir entre autres, Pl. VIII, A, B, C, D, et l'explication). Les parties des plantes fortement attaquées par les *Tylenchus* dépérissent promptement, deviennent brunâtres et meurent. Elles meurent en général plus tôt que les parties des plantes, qui ne dépérissent pas sous l'action des *Tylenchus*.

La cause de la mort des tissus attaqués ne réside pas toujours dans la disparition de la chlorophylle, car les écailles des bulbes de jacinthes, de Scilla et des oignons meurent et brunissent aux endroits où se tiennent beaucoup d'anguillules. Les parties qui ne renferment relativement que peu d'anguillules ne gagnent que l'hypertrophie, mais ne meurent pas. Ainsi, la substance excrétée par le *T. devastatrix*, paraît n'avoir un effet mortel sur les tissus végétaux que lorsqu'elle existe en grande quantité.

C. La vie du *Tylenchus devastatrix* à diverses époques et dans des circonstances différentes.

1. La vie active.

Lorsque l'embryon a acquis, à l'intérieur de l'œuf, la forme vermiculaire, il commence à se mouvoir (comparez p. 225 de cet article). L'extrémité de la tête prend successivement différentes places, et les autres parties du corps suivent. C'est un mouvement dans un espace étroit, une sorte de rotation qui s'opère lentement, mais sans discontinue et par lequel la paroi peu épaisse de l'œuf se distend souvent à un endroit ou s'affaisse à un autre. Plus l'embryon devient grand, et plus il doit par conséquent se replier, plus ces mouvements deviennent difficiles dans cette prison étroite. Je puis difficilement, voir avec Carl Müller dans ces mouvements des „Kraftanstrengungen, durch welche die Würmchen die Eihaut zu sprengen bemüht sind.” Car, comme il a été dit, ces mouvements commencent immédiatement aussitôt que l'embryon a pris la forme de ver, et durent pendant quelques jours, notamment jusqu'à ce qu'il sorte de l'œuf. Ils ont aussi dans les derniers temps de la vie embryonale (comparez page 225), toujours la même direction, comme une rotation en apparence involontaire. Quand le jeune ver se propose de sortir de l'œuf, il presse, avec force, la partie antérieure du corps contre la paroi, toujours à l'une des extrémités de l'œuf.

Parfois il retire cette partie antérieure du corps pour appuyer avec une nouvelle force contre la paroi de l'œuf, au point que cette dernière fait saillie au dehors. Enfin une petite crevasse se fait jour dans la paroi, et la partie antérieure du ver s'avance au dehors; et par des mouvements répétés du corps et de grands efforts, l'animal parvient à sortir entièrement. J'ai observé un jour qu'il s'écoulait $\frac{3}{4}$ d'heure, et une autre fois une demi heure entière, entre l'apparition de la partie antérieure du ver et la sortie de la partie postérieure. Que les jeunes nématodes font usage du crochet buccal pour forer la première ouverture dans l'œuf, c'est ce que je n'ai pu constater; toutefois je le considère comme probable. La figure 3, 16 (Pl. II) représente la paroi d'un œuf dont l'embryon est sorti.

Les jeunes *Tylenchus* ont, en sortant de l'œuf (Pl. II, fig. 3, 15) une longueur de 0,2 mill. Ils ont donc alors environ $\frac{1}{7}$ de la longueur des exemplaires adultes, auxquels ils ressemblent pour la forme extérieure; toutefois on ne peut encore découvrir des organes génitaux et extérieurement on n'observe ni vulve ni spicule.

Je n'ai pu constater la rapidité de la croissance des larves parce qu'il ne m'a pas été possible de déterminer combien de temps il leur faut pour arriver à leur développement complet. Mais il est évident qu'il ne leur faut pas beaucoup de temps, car autrement la multiplication des anguilles ne serait pas si rapide. En effet, dans l'espace de quelques semaines, la maladie des jacinthes causée par ces anguilles, peut s'étendre sur toute une écaille du bulbe, après avoir pris naissance dans une tache brune, à peine visible, qui ne renfermait que peu d'anguilles. Quelques semaines plus tard, une pareille écaille fourmille de *Tylenchus* de tout âge, et leurs œufs se comptent par milliers.

Comme il a été dit plus haut (p. 192), le développement est accompagné de mues. On ne peut dire par combien de mues une larve doit passer avant qu'elle ait acquis son développement.

Il me reste peu de chose à dire concernant le mode dont s'accomplissent les fonctions vitales, car à peu près tout ce que je connais à ce sujet a trouvé place dans le chapitre précédent.

Le mode de la préhension des aliments a été décrit p. 197 et j'ai traité à la page 201 du contenu de l'intestin. Je n'ai jamais observé que des matières étaient rejetées par l'anus. Il est certain d'ailleurs que ce rejet d'excréments est de peu d'importance: le rectum en effet est très étroit et l'ouverture anale très petite. De plus, l'animal se nourrit continuellement des substances provenant du contenu de

cellules végétales, lesquelles sont sans doute presqu'entièrement assimilables.

Le canal intestinal et l'appareil génital remplissent à peu près la cavité entière de l'animal; tous les autres organes leur sont subordonnés. Les substances nutritives qui s'endosmosent par la paroi de l'intestin, se répandent de proche en proche dans chaque cellule. Elles peuvent franchir des distances plus grandes par la contraction de la couche musculeuse du tégument. Un appareil circulatoire n'existe pas; il serait d'ailleurs inutile.

Il n'y a pas d'*organes respiratoires* spéciaux; la peau en effet peut pourvoir largement au faible besoin d'oxygène. Dans quelques gouttes d'eau, que l'on a soin de préserver contre l'évaporation, un certain nombre de *Tylenchus* peuvent vivre au moins pendant dix semaines (voir plus loin).

Les organes *excréteurs* ont été mentionnés page 201. Je ne puis décider si ces organes excrètent la substance dont je vais parler ici. Comme le *Tylenchus scandens*, le *T. devastatrix* excrète une substance visqueuse caractéristique qui paraît avoir son importance pour la vie des vers. Bauer¹⁾ avait déjà découvert cette substance chez le *T. scandens* et il fit, à ce sujet, quelques observations importantes. Il trouva que les anguillules sont attachées l'une à l'autre dans le grain altéré (la galle) dans lequel elles vivent au moyen d'une substance gluante, qui devient molle dans l'eau et s'y dissout. Dans des bulbes de jacinthes malades, conservés depuis longtemps — par ex. jusqu'au printemps — et aussi dans des écailles malades et détachées qui avaient été exposées pendant des semaines à l'air sec — donc en général dans des parties plus ou moins desséchées de bulbes de jacinthes — je trouvai ci et là des taches, dans lesquelles des centaines d'anguillules étaient réunies et enchevêtrées en tous sens (v. Pl. II, fig. 4). Il m'a paru que ces anguillules étaient attachées l'une à l'autre par une substance analogue à celle, que Bauer trouva dans les galles produites par le *T. scandens*. Cette substance ne s'évapore pas, mais se dissout promptement dans l'eau, de sorte que, si on jette dans l'eau une de ces pelotes de *Tylenchus*, les anguillules se détachent. J'ai répété, avec cette matière visqueuse, les expériences que Bauer fit avec celle qu'il découvrit, et je suis arrivé aux mêmes résultats. C'est à dire qu'il est prouvé que les anguillules ne peuvent conserver la vie si elles ne sont

¹⁾ Bauer, „Microscopical Observations on the suspension of the muscular motions of the Vibrio Tritici”, dans „the Philosophical Transactions”, 1823.

pas entourées de cette substance. Aussi, si l'on met dans une quantité d'eau assez grande, et renouvelée constamment, une pelote de *Tylenchus*, provenant d'écailles de jacinthes un peu sèches (voir plus haut), les anguillules qui se trouvent sur le fond du vase meurent promptement. Si on enlève celles qui vivent encore pour les mettre sur une lame de verre, elles sèchent, mais meurent également et on ne peut plus les rappeler à la vie en les mouillant, comme c'est le cas pour les *Tylenchus* desséchés (voir plus loin). Mais si, l'on met un amas de *Tylenchus*, agglutinés par la substance dont je viens de parler, dans un verre de montre ne contenant que *peu d'eau*, cette substance se dissout, il est vrai, mais l'eau en est bientôt saturée; il se forme à la surface une pellicule et l'eau devient entièrement trouble; or, j'ai vu des *Tylenchus* vivre pendant des jours dans ce milieu. Mais lorsque j'enlevai la pellicule à mesure qu'elle se formait à la surface de l'eau, pour la remplacer chaque fois par une goutte d'eau, les vers mouraient dans l'eau dans l'espace d'un demi jour. Il résulte de ces expériences que cette matière, visqueuse excrétée par le *Tylenchus devastatrix*, est indispensable à la vie de ce ver dans l'eau, puisqu'il meurt bientôt étant placé dans un milieu où elle fait défaut.

Concernant les *mouvements* du *Tylenchus devastatrix*, je dois faire observer ce qui suit: Quand on place dans une goutte d'eau, sous le microscope, des *Tylenchus* plus ou moins desséchés et se trouvant en état de léthargie (voir page 246), on les voit bientôt entrer en mouvement. Ces mouvements se font d'abord par soubresauts, sans que le corps se courbe sensiblement; ils sont probablement causés en grande partie par l'absorption de l'eau. C'est seulement plus tard que commencent les mouvements plus arbitraires: les animalcules se replient plus ou moins et nagent dans ce milieu anormal pour eux, à la manière des anguillules. Les larves sont plus mobiles que les exemplaires adultes. — Lorsqu'on regarde au moyen d'une loupe un tissu végétal épais, on peut voir les *Tylenchus* exécuter leurs mouvements naturels dans leur milieu normal. Ces mouvements sont plus sinueux et se rapprochent de ceux du serpent.

La *copulation* paraît ne jamais se faire dans l'eau. J'ai réussi deux fois à l'observer, en examinant, sous une loupe, un tissu végétal d'épaisseur assez considérable. Le mâle commençait par embrasser de sa queue le milieu du corps de la femelle; se tenant ainsi solidement, il se dirigeait, en tournant, vers la partie postérieure de cette femelle, jusqu'à ce que son

orifice cloacal pressât la vulve de la femelle. Les deux animaux conservèrent cette position pendant quelque temps; puis le mâle déroula son corps et la copulation était terminée. Le mâle resta sans mouvement et parut être mort. Je ne puis dire si plus tard il s'est ranimé. Je n'ai pu observer le mouvement du spicule pendant la copulation.

La ponte peut parfois s'observer au microscope, dans une goutte d'eau. Jamais il n'est pondu plus d'un œuf à la fois. Je ne suis point parvenu à connaître combien de temps il s'écoule entre la ponte du premier œuf et celle du suivant. Il est probable qu'il faut plusieurs heures, car rarement on observe dans l'utérus un second œuf à côté d'un œuf parfait et prêt pour la ponte. Je n'ai trouvé qu'une seule fois une exception à cette règle (voir page 203). Pendant la ponte, les lèvres antérieure et postérieure de la vulve sont écartées considérablement l'une de l'autre, ce qui s'explique quand on compare le volume de l'œuf avec l'ouverture de la vulve. Des contractions violentes de la couche musculeuse du tégument, pendant lesquelles l'extrémité caudale s'élève par secousses soudaines, paraissent être nécessaires à l'expulsion de l'œuf.

Lorsqu'un *Tylenchus* est mort, il s'incise de distance en distance et prend l'aspect d'un animal articulé. Cette fausse segmentation commence presque toujours à la partie antérieure et ne s'étend que plus tard à la partie postérieure. La cuticule n'y participe point partout (Voir Pl II, fig. 6).

2. La vie latente.

Depuis longtemps on sait que le *Tylenchus scandens* (= *Anguillula Tritici*) tombe en léthargie en se desséchant, pour se ranimer au contact de l'humidité. Turbervil Needham¹⁾, Maurice Roffredi²⁾, Felix Fontana³⁾ et Francis Bauer⁴⁾ ont signalé des observations concernant ce phénomène physiologique remarquable. Surtout ce que Bauer écrit à ce sujet mérite d'être mentionné, quoique ses expériences, dont encore l'exactitude laisse peu à désirer, soient isolées et ne pussent encore, à son époque, se relier entre elles ni à d'autres phénomènes. Aucun

¹⁾ T. Needham, „Microscopical Observations on the Worms, discovered in „Smuthy corn”, in „Philosophical Transactions,” XLII, (1744).

²⁾ M. Roffredi, „Mémoire sur l'origine des petits vers ou Anguillules du „Bled Rachitique” in „Journal de physique,” V, (1775).

³⁾ F. Fontana, in „Journal de physique,” VII (1776).

⁴⁾ F. Bauer, article cité dans „Philosophical Transactions,” 1823.

⁵⁾ D'après Claude Bernard, „Leçons sur les phénomènes de la vie” (1885) I, pag. 91.

des quatre observateurs nommés n'a pu constater chez le *Tylenchus scandens* une vie latente aussi longue que Baker (1771) qui l'a conservé en état léthargique pendant 27 ans et le ranima chaque fois en le mouillant. Bauer a pu ranimer par l'humidité des exemplaires conservés à l'état sec pendant 6 années et un mois; s'ils demeuraient plus longtemps en cet état, ils restaient „really dead.” — Relativement aux *Tylenchus* des jacinthes, Prillieux¹⁾ a observé que „au moins après quelques jours de dessiccation” ils peuvent retourner à la vie par le traitement avec l'eau. — Concernant „l'anguillule de l'oignon” (lequel nématode toutefois, comme il sera dit plus loin, n'est probablement pas un *Tylenchus*), Chatin a fait quelques expériences intéressantes en vue de la vie latente²⁾. Il serait trop long d'examiner ici en détail les observations faites par mes prédecesseurs; elles aboutissent d'ailleurs essentiellement aux mêmes résultats. En mentionnant mes propres recherches je renverrai aux œuvres de mes devanciers, chaque fois que leurs recherches ont conduit aux mêmes résultats.

Je dois déclarer que je ne me suis pas donné de peine pour rechercher pendant combien de temps les nématodes de l'espèce *Tylenchus devastatrix* peuvent, à l'état de dessiccation et de léthargie, conserver la faculté de se ranimer au contact de l'humidité; je me suis plus appliqué à l'étude des circonstances dans lesquelles la vie latente commence et de celles, dans lesquelles la vie active recommence. Lorsque je considère les expériences citées de Bauer, et surtout celles de Baker, concernant la dessiccation du *T. scandens* (= *Tritici*), je suis porté à croire que chez le *T. devastatrix* aussi la vie peut demeurer beaucoup plus longtemps latente qu'il ne résulte de mes expériences. La durée la plus longue de cette vie latente a été observée par moi dans les trois expériences suivantes:

1° Des jeunes plantes malades d'oignons, qui me furent envoyées en mai 1884, ont été abandonnées à la dessiccation jusqu'en avril 1885. Alors je hachai ces plantes que la dessiccation avait réduites à l'état de paille, je les mélangeai avec de la terre non infestée et j'y semai de la graine d'oignons. Les jeunes plantes qui en provenaient avaient à un haut degré la maladie vermiculaire.

2° Une lame de verre sur laquelle se trouvaient vingt et une larves d'anguillules de jacinthes, une anguillule mâle et deux femelles, plus une grande quantité d'œufs à des degrés différents de développement,

¹⁾ E. Prillieux, „La maladie vermiculaire des jacinthes,” in „Journal de la Soc. nation. d'horticulture,” 1881, p. 253—260.

²⁾ Joannes Chatin, „Recherches sur l'Anguillule de l'Oignon,” (1884) pag. 32.

fut abandonnée de novembre 1884 à novembre 1885. Après ce temps les larves pouvaient être ranimées au contact de l'humidité, mais pas les exemplaires adultes. Quant aux œufs, ceux qui contenaient déjà, avant la dessiccation, un embryon vermiculaire, continuaient à se développer, après avoir été humectés, mais des autres quelques uns seulement (voir plus loin).

3° Une parcelle d'une écaille de jacinthe contenant un grand nombre d'anguillules, mesurant en longueur et largeur 3 mill. et d'une épaisseur d'environ 1 mill., fut conservée par moi, dans un endroit sec, de janvier 1883 jusqu'en juillet 1885. Lorsque j'humectai cette parcelle, parfaitement sèche, les larves d'anguillulides y contenues se ranimèrent insensiblement; il n'en fut pas de même des exemplaires adultes. Les larves étaient ainsi demeurées pendant 2½ années à l'état léthargique.

D'autres fois encore j'ai laissé se dessécher des *Tylenchus* à différents degrés de leur développement, pour un temps plus court. Il est inutile de citer toutes ces expériences, je me bornerai à en faire connaître les résultats.

Des œufs non encore arrivés à l'état de segmentation du protoplasme, peuvent sans danger de périr, dessécher pendant deux mois. Si on les laisse dessécher pendant une année, $\frac{1}{3}$ environ du nombre total se développe après l'humectation; les $\frac{2}{3}$ sont morts. Les œufs exposés pendant deux mois à la dessiccation, avaient le contenu légèrement contracté; le contenu de ceux qui étaient demeurés à l'état sec pendant une année, était fortement ridé. La paroi avait conservé les dimensions ordinaires de sorte que le protoplasme n'y touchait plus d'un côté. Les œufs desséchés pendant deux mois devaient rester dans l'eau au moins pendant trois jours, mais généralement plus longtemps avant de commencer à se développer; et ceux qui avaient desséché pendant une année, au moins 13 jours, mais la plupart deux fois aussi longtemps. La segmentation du protoplasme ne commençait jamais, à moins que le protoplasme n'eût acquis, par l'absorption de l'eau, son volume primitif et ne touchât partout les parois.

Des œufs dont le protoplasme est divisé en 2, 4, 8 ou 16 sphères de segmentation, ne peuvent supporter la dessiccation même pendant six jours. Après humectation, ils ne continuent pas à se développer.

Les œufs, qui contiennent un embryon vermiculaire, peuvent demeurer à l'état léthargique pendant 6 mois (peut-être plus longtemps encore) sans perdre la faculté de se ranimer au contact de l'humidité. Cette observation est en contradiction avec celle de Bauer concernant le *Tylenchus*

scandens; en effet, il écrit à ce sujet: „neither can the young worms within the eggs be revived, if the eggs have been but for a moment dry before the worms have extricated themselves.” La figure 5, Pl. II, représente un œuf desséché dans lequel le ver s'est complètement développé. On voit que ce dernier s'est retiré à l'intérieur de l'œuf et occupe le plus petit espace possible.

La faculté des *larves* de reprendre, après dessiccation, la vie active, est très grande. Il résulte de l'expérience citée ci dessus (sub 3, p. 248) qu'après une vie latente de $2\frac{1}{2}$ années, elles reviennent à la vie normale.

Toutes les expériences mentionnées ci-dessous, relatives à la rapidité du réveil du sommeil léthargique ont été faites sur des larves.

L'âge des *larves* est un facteur qui n'est pas sans importance quant au temps nécessaire pour échanger, après humectation, la vie latente contre la vie active. En faisant l'expérience sur une vingtaine ou une trentaine de larves de grandeur différente (donc d'un âge différent), j'observai qu'après un mois de dessiccation, les larves de 0,4 — 0,5 mill. de longueur avaient besoin, en moyenne, de $4\frac{1}{2}$ heures pour se ranimer, tandis que les larves de 0,9 — 1 mill. de longueur (donc celles qui avaient à peu près la dimension des adultes) ne revinrent à la vie active qu'après un séjour dans l'eau de 2 à 5 jours. Je pris pour mes expériences, un petit morceau d'une écaille de jacinthe malade, que je fis sécher et que j'humectai un mois après. De cette manière, j'avais la certitude de traiter toutes les larves d'une manière identique; ce qui, d'après mes observations, est très nécessaire (voir plus loin). Que les jeunes larves — toutes choses égales d'ailleurs — se raniment plus promptement que les vieilles, cela a été constaté déjà par Chatin pour son „anguillule de l'oignon.”

Les *Tylenchus adults* (c'est à dire ceux qui laissent apercevoir la différence de sexe) ne sont pas en état de conserver la vie dans la dessiccation. Lorsque j'avais placé quelques femelles dans une goutte d'eau, je vis qu'elles s'étendirent de leur long dès que la goutte était définitivement évaporée; en les humectant pendant plusieurs jours, je ne parvins pas à défaire l'ouvrage de quelques heures.

J'ai fait sur les *larves*, qui ont une si puissante faculté de se ranimer, plusieurs expériences

D'abord j'ai observé que des larves ayant environ les mêmes dimensions (c'est à dire du même âge), qui sont à l'état léthargique, doivent, pour

se ranimer, séjourner dans l'eau d'autant plus longtemps que leur état de dessiccation a été plus prolongé. Ainsi, tandis qu'une dizaine de larves d'une longueur de 0,4—0,7 mill., qui étaient restées pendant deux jours à l'état sec sur une lame de verre, se ranimaient toutes dans l'espace d'une heure, — huit autres larves qui avaient en moyenne la même dimension, mais qui se trouvaient depuis un mois à l'état de dessiccation, ne revenaient à la vie qu'après 10 heures. Quinze larves, également de la même dimension, mais dont l'état léthargique durait depuis 2½ années, mettaient 8 à 20 jours avant de se réveiller.

En second lieu j'ai observé que la température de l'eau, qui sert à humecter les larves de *Tylenchus* desséchées, n'est pas sans influence sur le temps nécessaire pour les ranimer. Les expériences mentionnées à l'alinéa précédent ont été faites en janvier, par une faible gelée, mais dans une place chauffée. Les 8 larves, dont il est parlé, ayant une longueur de 0,4—0,7 mill., qui étaient restées à l'état de dessiccation durant un mois et qui avaient besoin de 10 heures pour se ranimer, se trouvaient dans un verre de montre contenant de l'eau à 5° C. et placé à un endroit où la température moyenne était de 10° C. J'ai pris 14 autres larves de la même longueur moyenne et qui étaient restées pendant le même temps à l'état de dessiccation ; je les plaçai dans un verre de montre contenant de l'eau à 22° C., que je mis à proximité du calorifère, afin que la température de l'eau baissât le moins possible ; j'observai alors que dans l'espace d'une demi heure les larves commençaient à se mouvoir, et même après $\frac{3}{4}$ d'heure, cinq des plus petites étaient revenues à la vie active. Enfin, je pris encore 10 larves d'une longueur de 0,6 à 0,8 mill. qui étaient depuis un mois à l'état de dessiccation ; mises dans un verre de montre dont l'eau avait une température de 1° C. et placées dans un endroit non chauffé, dont la température variait entre 1° et 5° C., ces larves, après cinq jours, étaient encore à l'état de léthargie. Je n'ai pu continuer mon expérience parce que l'eau, qui contenait mes vers, s'est alors congélée. Plus tard j'ai repris cette expérience avec 20 larves, qui n'étaient restées à l'état de dessiccation que pendant deux jours ; l'eau, dans laquelle je les plaçai, avait 2° C. et la température de la place variait, pendant la durée de l'expérience, entre 1° et 6° C. : après 10 jours où elle descendait au-dessous de 0° C., les larves ne revinrent pas à la vie active. Chatin a fait pour son „anguillule de l'oignon“ la même observation que je fis pour le *Tylenchus devastatrix* : c'est à dire qu'une température basse de l'eau entrave le retour à la vie active, tandis qu'une température élevée l'accélère.

Les larves de notre *Tylenchus* peuvent, après avoir été ranimées, être desséchées de nouveau et renaître encore après avoir été humectées, et ainsi de suite. Toutefois on ne peut répéter ces expériences à l'infini. J'ai pris un grand nombre de jeunes larves, que je laissais sécher pendant deux jours, pour les humecter ensuite avec un peu d'eau de 15° C. En une demi-heure, elles étaient toutes revenues à la vie. Alors je laissai s'évaporer la goutte d'eau qui les contenait, et le lendemain je les humectai de nouveau; en une heure de temps, elles étaient de nouveau réveillées. J'ai répété ces expériences 16 fois; mais après chaque humectation je devais attendre plus longtemps le réveil des vers, et dès la troisième fois déjà il y en avait qui ne revinrent plus à la vie; je les éloignais chaque fois du porte-objet; enfin à la seizième humectation plus aucun exemplaire ne se ranimait.

Lorsque je plaçai les vers desséchés absolument dans les mêmes circonstances, mais dans une plus grande quantité d'eau, laquelle exigeait 8 à 12 jours pour s'évaporer, de sorte que les animalcules, revenus de la vie latente, demeuraient entre deux desséchements beaucoup plus longtemps dans la vie active, — je vis alors qu'à chaque nouvelle humectation un grand nombre de *Tylenchus* restaient morts et que les autres demandaient beaucoup plus de temps pour renaître. Je n'ai pu non plus, dans ces circonstances, répéter le desséchement et l'humectation plus de cinq fois de suite.

Le fait cité plus haut que les larves de *Tylenchus* ne peuvent, après dessiccation, renaître à l'infini, s'accorde avec les données de Claude Bernard concernant la révivification en général: „Ces animaux ne peuvent pas revenir à la vie indéfiniment, parce qu'à chaque réviviscence ils consomment une partie de leurs matériaux nutritifs, sans pouvoir réparer cette perte, puisqu'ils ne mangent pas; de sorte qu'à la fin la condition intrinsèque, formée par la réserve des matériaux nutritifs, finit par disparaître et empêcher la vie de se manifester, lors même que subsistent les trois autres conditions extrinsèques: chaleur, eau, air”.¹⁾

Le second fait, que j'ai cité, s'explique de même facilement. Si à chaque reviviscence l'animal consomme une partie des matériaux nutritifs accumulés dans son corps, la vie active de quelques jours demande également de la nourriture; or l'eau dans laquelle se meuvent les larves des *Tylenchus*, n'en contient pas. Il suit de là que plus longtemps on laisse les animalcules dans la vie active, entre deux périodes de vie

¹⁾ Claude Bernard, „Leçons sur les phénomènes de la vie”, I, pag. 91.

latente, moins ils conservent de matériaux nutritifs pour des reviviscences souvent répétées.

La question de savoir, quelle est la substance employée comme nourriture à la reviviscence des larves, se résout clairement par le fait que la masse granuleuse et très réfringente, qui rend si difficile l'étude de la structure intérieure (voir p. 183), diminue et disparaît presque entièrement après des transitions souvent répétées de la vie latente à la vie active.

Si, après la reviviscence on conserve les larves assez longtemps dans l'eau avant de les dessécher de nouveau, alors, à la perte de matière causée par les mouvements et les fonctions vitales, vient s'ajouter celle qui résulte de l'excrétion de la substance visqueuse dont il est parlé à la page 244 de ce mémoire. —

Avant de mettre fin à ce que je viens de dire concernant le passage des *Tylenchus* à la vie latente par dessiccation, j'appellerai l'attention sur le grand avantage, qui résulte pour ces animaux de la faculté de pouvoir de temps en temps échanger la vie active ordinaire contre la vie latente. Si par exemple une terre infestée de ces nématodes ne porte pas de plantes, ou seulement des plantes que les vers ne fréquentent pas volontiers, alors ils se portent à la surface du sol, laquelle est en général assez sèche pour leur permettre d'y vivre à l'état léthargique, état dans lequel ils peuvent se passer de nourriture. (Comparez p. 237.) Ainsi l'existence de l'espèce est assurée par le passage du *Tylenchus* à la vie latente.

Non seulement la *dessiccation*, mais aussi le *froid* est de nature à faire passer le *Tylenchus devastatrix* à l'état léthargique. Que la vie de ces nématodes ne s'éteint pas même lors des plus basses températures de l'hiver, cela résulte du fait qu'en hiver ils se trouvent dans les plantes de seigle, qu'ils se congèlent avec les plantes qu'ils habitent, dégèlent avec elles et retournent ainsi à la vie active.

Les expériences citées plus haut (page 250) ont prouvé, que des larves à l'état léthargique ne se raniment pas dans de l'eau qui n'a qu'une température de deux degrés C environ au dessus de 0. Si on refroidit (de préférence lentement) de l'eau qui contient des larves vivantes, jusqu'à 1° C., on les voit encore se mouvoir, mais aux environs de cette température, on peut considérer ces mouvements comme nuls. A une température plus basse, et aussi lorsque l'eau s'est changée en glace, les anguillules s'engourdissent tout à fait; mais la vie n'est pas définitive-

ment éteinte ; en effet, si la température de l'œuf s'élève, elles se raniment.

Relativement à l'action d'une température basse sur le *Tylenchus devastatrix* j'ai fait une expérience dans laquelle, pour produire un grand froid, je fis usage de glace et d'acide nitrique. Dans ce mélange frigorifique je plaçai une boîte de verre contenant un morceau d'oignon fourmillant de *Tylenchus*, en même temps que des feuilles de jacinthes malades, renfermant quelques anguillules. Ce mélange se refroidissait à deux heures de l'après midi à — 12° C. ; à 2 h. 45 m. à — 19° C., puis il remonta jusqu'à ce qu'à 6 h. du soir il atteignit — 9° C. Le lendemain matin à 8 heures le thermomètre indiquait — 5° C., à midi, à 1 h. 45 m., — 4° C. J'enlevai alors les plantes du mélange frigorifique après qu'elles y avaient séjourné pendant 24 heures. J'en réchauffai lentement une partie en les mettant dans de la glace en fusion, tandis que l'air ambiant avait une température de + 8° C. Une autre partie fut exposée brusquement à une température plus élevée, en plaçant les plantes, qui sortaient du mélange frigorifique à — 4° C., dans un endroit dont la température était + 17° C.

Or, j'ai pu observer ce qui suit : les *Tylenchus* brusquement dégelés étaient tous morts. De même que pour les plantes, un dégel subit paraît être pour les anguillules plus dangereux qu'une température basse.

En effet, pour ce qui concerne les *Tylenchus* lentement dégelés, lorsque je les isolais des plantes qu'ils habitaient et que je les arrosais d'eau à 16° C., toutes les larves que j'observais se ranimaient déjà après 10 minutes. Les embryons contenus dans l'œuf commençaient également à se mouvoir. Toutefois, les mâles et les femelles adultes étaient presque tous morts. Il paraît donc que les animaux adultes peuvent moins bien résister à des températures basses que les larves et les embryons. Quant aux œufs, quelques-uns, qui étaient à l'état de segmentation du protoplasme au moment où on les enlevait de la glace fondante, passaient à une autre segmentation, dans l'espace de $\frac{3}{4}$ d'heure, après avoir été arrosés d'eau à 16° C. Ainsi la température basse qui allait jusqu'à — 19° C. n'avait non plus exercé sur eux une influence nuisible.

On sait que les phénomènes chimiques, qui caractérisent la vie, sont, en grande partie, l'œuvre de *ferments*. Or c'est un fait bien connu que les ferment peuvent être desséchés de telle façon que momentanément ils ne présentent plus leurs propriétés caractéristiques, mais qu'ils acquièrent de nouveau toute leur activité au contact de l'humidité.

Les substances dont se compose un organisme vivant, ont une struc-

ture et des caractères propres, qu'ils perdent par la dessiccation, mais qu'ils peuvent récupérer par l'humectation.

Ainsi la dessiccation fait perdre aux tissus d'un organisme leurs propriétés physiques caractéristiques, et l'activité des ferment, dont cet organisme est le siège, est supprimée; l'humectation peut — si les circonstances sont favorables — faire renaître et les propriétés physiques indispensables à la vie des tiges, et les fonctions des ferment. Lorsque cela arrive, l'animal revient de la vie latente à la vie active.

„L'animal ou la plante, en renaissant, commence toujours par détruire son organisme, par en dépenser les matériaux préalablement mis en réserve. Cette observation nous fait comprendre la nécessité d'une nouvelle condition pour la réviviscence ou le retour à la vie manifestée. Il faut que l'être possède des réserves, accumulées dans ses tissus, pour pouvoir se nourrir et parer à ses premières dépenses, jusqu'au moment où, complètement revenu à l'existence, il pourra puiser au dehors, par l'alimentation, les matériaux qui lui sont nécessaires pour faire de nouvelles réserves . . . Dès que les phénomènes de destruction vitale ont recommencé dans l'être tout à l'heure inerte, la création vitale reprend aussi son cours, et la vie se rétablit dans son intégrité avec ses deux ordres de phénomènes caractéristiques".¹⁾.

Les *Tylenchus* mâles et femelles adultes ont usé leurs réserves pour la formation des spermatozoïdes ou des œufs. C'est pourquoi ils ne peuvent retourner de la vie latente à la vie manifestée. (Voir pag. 249 et 253.)

Comme le *froid* enlève l'activité aux ferment et qu'une élévation convenable de température la restitue, il est facile à concevoir qu'une température basse peut amener la vie latente d'un organisme, tandis qu'une élévation de température peut faire renaître la vie manifestée.

3. Influence de diverses substances sur la vie des *Tylenchus*.

a. *Substances organiques en décomposition*. — Davaïne²⁾ fut le premier qui fixa l'attention sur ce fait que les anguillules des grains de blé

¹⁾ Claude Bernard, „Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux”, I (1885), page 102. — Voir aussi pag. 96—103.

²⁾ Voir Davaïne, »Recherches sur l'anguillule du blé niellé,” la traduction en hollandais de A. Kakebeeke, p. 45. — Voir aussi Nördlinger, „die kleinen Feinde der Landwirthschaft”, 2te Auflage (1869), p. 20.

niellé sont réduites à l'état léthargique par les substances organiques en décomposition. J'ai observé que ceci est également applicable au *Tylenchus devastatrix*, tant aux larves qu'aux exemplaires adultes; toutefois en beaucoup de cas les derniers ne peuvent jamais retourner à la vie manifestée. Lorsque dans quelques gouttes d'eau pure un certain nombre de *Tylenchus* prennent leurs joyeux ébats, on n'a qu'à y mettre un petit morceau de viande, de fromage ou d'amidon, pour voir, dans l'espace de 2—6 heures, quand l'air ambiant est chaud, tous les *Tylenchus* à l'état léthargique. Que la cause de ce phénomène réside bien dans la présence des substances organiques en décomposition, est hors de doute; en effet, on n'a qu'à laver les vers plusieurs fois dans de l'eau pure — où ils doivent toutefois continuer à séjourner — pour les voir entrer en mouvement dans l'espace de 2—5 heures. Plus les substances organiques sont dans un état de décomposition avancé, plus les *Tylenchus* s'engourdissent promptement. A une température élevée, ce phénomène se produit plus tôt qu'à une température basse. A tout prendre cependant, il me paraît que le *Tylenchus devastatrix* conserve plus longtemps que le *T. scandens* (= *Tritici*) la vie active sous l'influence de substances organiques en décomposition.

Je ne puis donner une explication basée sur des observations du fait, que des substances en décomposition causent la léthargie des *Tylenchus*. Il est probable toutefois que cela provient, de ce que les bactéries de la décomposition absorbent si promptement l'oxygène que la respiration des *Tylenchus* cesse, ce qui donne naissance à la vie latente.

Dans les expériences sur la réviviscence d'individus desséchés, les propriétés ci-dessus décrites des *Tylenchus* peuvent facilement induire en erreur. En effet, il peut arriver souvent que dans le verre de montre qui contient les vers, objets de l'expérience, il se trouve des petits morceaux de tissus végétaux ou des *Tylenchus* morts, dont la décomposition entraîne l'état latent des autres *Tylenchus* qui, sans cette circonstance, seraient depuis longtemps revenus à la vie active par l'humectation.

b. Une solution de 1% d'*acide phénique* tue les *Tylenchus* adultes presque instantanément, les larves après quelques minutes.

c. L'*Acide sulfurique* (solution à 1%) tue les *Tylenchus* adultes après quelques minutes, les larves après une demi heure.

d. L'*Acide nitrique* (solution à 1%) m'a paru avoir une action plus prompte encore que l'acide sulfurique.

e. L'*Acide chlorhydrique* (solution à 1%) a une action un peu plus lente.

f. L'*Acide acétique* (solution à 1%) paraît en général ne pas tuer les

Tylenchus dans l'espace de 24 heures; une solution à 10 % les tue en deux heures; les larves encore moins promptement que les adultes.

g. Le *Potasse caustique* (kaliumhydroxyde), en solution à 1 % tue les larves en une demi heure, les *Tylenchus* adultes après quelques minutes¹⁾.

h. L'*Ammoniaque*, dilué de 100 parties d'eau, tue les larves comme les adultes presque instantanément.

i. Le *Bichromate de potasse*, en solution à 0,1 %, tue les larves après un contact de 5 à 10 heures, les vers adultes plus promptement.

k. Le *Permanganate de potasse* (33 parties sur 10 000 d'eau) tue les larves de *Tylenchus* après deux jours.

l. Le *Nitrate d'argent* (une partie sur 1000 parties d'eau) paraît n'avoir aucun effet nuisible sur les *Tylenchus*.

m. L'*éther* tue les larves et les exemplaires adultes de *Tylenchus devastatrix* presque instantanément.

n. L'*alcool* de 93 % les laisse en vie pendant 5 minutes; l'alcool d'environ 30 % ne les tue qu'après 8 à 16 heures.

¹⁾ Mes observations ne concordent pas avec celles de Nördlinger („die kleinen Feinde der Landwirtschaft,” p. 20) qui dit que le *Tylenchus scandens* n'est pas sensible à l'action des alcalis; ni avec celles de Davaine (p. 52) qui prétend que pour ce dernier nématode les alcalis caustiques sont moins actifs que les acides dilués.

III.

MALADIES DES PLANTES CAUSÉES PAR LE TYLENCHUS DEVASTATRIX.

„Man gehe hinaus in die freie Natur, man sehe die Thiere in ihrem Leben und Wirken.”

JOH. FRIED. NAUMANN.

„Die rechte Praxis ist die Tochter der rechten Theorie,
und insofern nichts praktischer als die Theorie.”

ROSENKRANZ.

„Neem mij voor een houten hand,
Die den reizer op een kruisweg
't Kortste toepad naar zijn huis zeg';
Neem mijn feilen voor een wrak,
Dat een ander mijd' op 't vlak.
Feilen is ook onderwijzen,
En nog is hij wat te prijzen,
Die zich als een' lege ton
Voor een baak ten beste gon.”

VAN ZUILICHEM.

CHAPITRE I.

Maladie vermiculaire du seigle.

a. Littérature.

SCHWERZ, „Anleitung zum praktischen Ackerbau”, 1825. Bd. II. pag. 414.

KAMRODT, dans „Zeitschrift des landwirthschaftlichen Vereins in Rhein-Preussen”, 1867, N°. 6, pag. 251 et 378.

KÜHN, dans „Zeitschrift des landwirthschaftlichen Centralvereins der Provinz Sachsen”, 1867, pag. 99.

NITSCHKE, dans „Landwirthschaftliche Zeitung für Westphalen u. Lippe”, 1868, N°. 22.

KÜHN, „Ueber die Wurmkrankheit des Roggens und über die Uebereinstimmung der Anguillulen des Roggens mit denen der Weberkarde”, dans les „Sitzungsberichte für 1868 der naturforschenden Gesell-

schaft in Halle" (Halle, H. W. Schmidt, 1869.). — Cet article se rapporte aux recherches de Kühn publiées dans le „*Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*,“ Tome IX (1858), p. 129. „*Ueber das Vorkommen von Anguillulen in erkrankten Blüthenköpfen von Dipsacus fullonum L.* (Voir p. 163).

- VON LAER, dans „*Landwirtschaftliche Zeitung*,“ 1868, N°. 16.
- KELLERMAN, dans „*Landwirtschaftliche Zeitung*“ („*Vereinsschrift des landwirtschaftlichen Provinzialvereins für Westphalen u. Lippe.*“) 1876, N°. 44.
- KÖNIG, dans „*Landwirtschaftliche Zeitung*“ (*Westphalen u. Lippe*), 1877, N°. 19.
- J. H. V., consacre dans „*het Platteland*“ de F. R. Corten (1878, N°. 4) quelques mots à la maladie vermiculaire du seigle.
- F. R. CORTEN, donne dans sa „*Landbouwkroniek*“ de 1878 (N°. 66, 67, 68) une revue de ce qui a été écrit en Allemagne, surtout par Kühn, concernant la maladie vermiculaire du seigle.
- ED., dans „*Landwirtschaftliche Zeitung*“ (*Westphalen und Lippe*), 1879, N°. 30.
- C. J. SICKESZ donne dans le „*Landbouwcourant*“, 1879, du Dr. L. Mulder le compte rendu d'une séance à laquelle il assistait du „*Landwirtschaftlicher Verein für Rheinpreussen.*“
- HAVENSTEIN, „*Die Wurm- oder Stockkrankheit, ihre Verbreitung und Bekämpfung.*“ Bonn, 1880.
- J. RITZEMA Bos, „*De aaltjesziekte der rogge*“ dans le „*Nieuwe Landbouwcourant*“ 1882 (de G. Reinders).
- J. RITZEMA Bos, „*Landbouwdierkunde*“ II (1882), p. 505—512.
- J. RITZEMA Bos, „*Insektenschade op bouw- en weiland*“ (1883), p. 138.
- J. RITZEMA Bos, „*Ueber Aelchenkrankheiten verschiedener Culturgewächse,*“ in „*Landwirtschaftliche Versuchstationen*“ 1885, p. 105.
- J. RITZEMA Bos, „*Zur Bekämpfung der Stockkrankheit des Roggens*,“ in „*Landwirtschaftliche Versuchstationen*,“ 1887, S. 118.

Revue succincte des connaissances que nous avions jusqu'aujourd'hui concernant la maladie vermiculaire du seigle.

Le premier qui fait mention de cette maladie — quoiqu'il n'eût pas spécialement le seigle en vue — est von Schwerz, qui écrit ce qui suit dans son „*Anleitung zum praktischen Ackerbau.*“ „*Einer eigenen Krankheit, von der ich sonst nie gehört habe, ist der Klee in dem kleinen*

Lande um die Städte Kempen, Dahlen, u. s. w. unterworfen. Man bezeichnet sie unter dem Namen Stock. Nebst dem Klee leiden auch Roggen, Hafer und Buchweizen, nicht aber Weizen und Lein darunter. Die Krone des stockigen Klees ist schwarz, die Wurzel welk, zäh, trocken, ohne Faülle oder Benagung von irgend einem Thier.

„Der Stock zeigt sich gewöhnlich schon im Herbst des ersten Jahres. Erblickt man dann auf dem Kleefeld schwarze Flecken, auch nur von der Grösse eines Tellers, so kann man schliessen, dass sie im nächsten Frühjahr sich schon auf einige Ruthen werden ausgedehnt haben. Man hat zum Versuche rings um solche Stellen eine Rinne ausgegraben, und dadurch die Fortschritte der Krankheit von den benachbarten gesunden Stellen abgehalten, welches beweist, dass das Uebel sich durch Berührung fortpflanzt. Ist der erste Kleeschnitt stockig, so ist von dem zweiten durchaus nichts zu erwarten.“

„Der Buchweizen wird für die eigentliche Mutter des Stockes angesehen. Das Getreide vergeht durch den Stock gänzlich und man sagt dann, der Acker sei toll. Wird ein stockiges Haferland umgepflügt und im Herbst mit Roggen bestellt, so wird dieser unfehlbar auch stockig, und verschwindet vom Felde.“

Quoique Schwerz (comme il résulte des lignes ci-dessus) dise peu de chose concernant la maladie dite „Stock“ du seigle, dans son „Anleitung zum praktischen Ackerbau“, il résulte clairement des renseignements relatifs à la propagation de la maladie et de la communication de celle-ci de l'une plante à l'autre, qu'il s'agit ici de la maladie vermiculaire, causée par le *Tylenchus devastatrix*.

Le Dr. Kamrodt, alors Directeur de la Station agricole de Bonn, fut le premier qui découvrit des anguillulides dans la maladie du seigle, appelée „Stock“. Kühn les découvrit la même année également dans le seigle malade, en faisant remarquer que ces anguilles du seigle ressemblaient entièrement ou presque entièrement aux anguillules du chardon (*Tylenchus Dipsaci*), antérieurement découvertes par lui dans les têtes de chardons à foulon malades. Néanmoins Kühn n'osa pas se résoudre à considérer ces deux anguillules comme une espèce unique, parce que la place, où elles se présentent dans les chardons, diffère de celle où on les trouve dans le seigle. En effet, les anguillules du chardon à foulon apparaissent dans l'axe de l'inflorescence après avoir passé les tiges, tandis que celles du seigle se trouvent dans les tiges à proximité du sol. Il crut devoir résoudre cette question au moyen de l'expérimentation directe; la matière ne fit pas défaut, car en 1867 la maladie des chardons à foulon était générale dans les environs de Hohenthurm près de Halle. C'est là qu'il

fit provision de têtes de chardons attaquées par la maladie, appelée „Kernfäule”; il les broya et en sema les débris, à une profondeur de $1\frac{1}{2}$ pieds, dans les rigoles d'un champ d'expérience de l'Institut agricole, avec des graines de froment ordinaire et anglais, d'épeautre, de seigle et d'orge d'hiver. Ces graines servirent également à ensemencer des rigoles dans lesquelles on ne mit point de pièces de chardons malades. Toutes les graines levèrent bien et avaient bon aspect après l'hiver; seulement, dès le mois de décembre, on put déjà remarquer chez quelques plantes de seigle infestées une ondulation caractéristique des feuilles; au printemps on remarqua ces feuilles encore plus clairement. Le développement ultérieur fut accompagné de signes nombreux et irréguliers de la maladie. Quelques pousses jaunissaient et moururent promptement, tandis que d'autres, qui paraissaient en bon état, furent après un examen minutieux également trouvées atteintes. Au pied de la plante elles avaient une grosseur anormale, la gaine était plus large et les feuilles elles mêmes étaient plus étroites et plus courtes que celles de plantes de seigle saines. Des feuilles larges et ondulées se développèrent encore plus tard. Lorsque les plantes devaient former leur chaume, on remarqua une grande irrégularité. Un grand nombre ne purent former l'épi, dépérirent lentement, les feuilles étaient déjà fanées et les pousses, brunâtres et mortes à l'intérieur, lorsque les gaines étaient encore vertes, mais tachées de blanc. En général, le chaume proprement dit était plus ou moins ver moulu en dessous du dernier nœud inférieur. Chez d'autres, l'épi se forma, mais il ne put sortir de son enveloppe parce qu'il ne pouvait être question d'un chaume proprement dit; celui-ci en effet avait les nœuds tellement rapprochés, qu'en dessous de l'épi il était à peine long d'un pouce. D'autres chaumes atteignirent la hauteur de 2, 3, 7 pouces et l'épi se montra en proportion; toutefois lorsque le chaume avait une longueur moindre que 6 pouces, l'épi ne sortit pas entièrement de son enveloppe. Naturellement ces épis étaient petits et insignifiants, bien que quelques-uns atteignissent la moitié du développement d'un épi ordinaire de seigle et renfermassent même des graines. Chez tous la gaine était large et épaisse; les feuilles étaient parfois ondulées. Chez un très grand nombre de plantes de seigle, on ne put constater que l'une ou l'autre de ces formes irrégulières; chez d'autres, se montrèrent tous les signes énumérés de la maladie; aussi un grand nombre moururent après l'hiver entièrement, d'autres en partie, en conservant des pousses rudimentaires, qui ne moururent qu'au printemps; d'autres enfin développèrent parfaitement leurs pousses, une ou deux exceptées. *Tous ces signes de la maladie se*

montrèrent sur des plantes de seigle semé dans les lignes où l'on avait semé des têtes de chardons malades et non dans les autres lignes; et exclusivement chez le seigle; le blé, l'épeautre et l'orge demeurèrent sains.

„Mes observations (poursuit Kühn) concordaient entièrement avec les communications du Dr. Kamrodt, du prof. Nitschke, etc., et avec celles de tous les endroits où le „Stock” était connu, à l'exception de ce que j'avais déjà remarqué avant l'hiver: les feuilles ondulées; mais il me fut prouvé que ce signe caractéristique ne fait pas non plus défaut en plein champ, par des plantes que m'envoya le Dr. Fürstenberg de Clèves et par un échantillon que me remit le Dr. Kamrodt; toutefois, il est bien possible que le seigle renferme des anguillulides et qu'il ait la maladie du „Stock” sans qu'il possède des feuilles ondulées, bien qu'on remarque ordinairement ce caractère à quelques-unes des feuilles.

„L'identité des anguillulides du seigle et du chardon fut alors prouvée d'une manière irréfutable par l'examen minutieux de mes anguillulides du seigle et de leur manière d'être. C'étaient bien les mêmes êtres que j'avais trouvés, à l'automne, dans les têtes de chardons, et que j'avais semés dans les rigoles, et les mêmes que ceux que j'avais observés dans toutes les plantes attaquées de la maladie appelée „Stock” de toutes les contrées; et telles ces anguillulides se présentent dans ces dernières, ainsi elles étaient dans les plantes malades de mon champ d'expériences.”

„Les anguillulides se trouvent déjà dans les jeunes plantes de seigle, avant qu'on puisse y remarquer quelque chose d'anormal. Elles causent d'abord l'épaississement des gaines et l'ondulation de certaines feuilles; ensuite le renflement de la partie inférieure de la tige, entre le premier nœud de la tige et le nœud d'où partent les racines. On les trouve dans ces renflements bulbeux, de même que dans les gaines et les feuilles. Dans les tiges plus élevées, on peut trouver des anguillulides entre les deux nœuds les plus élevés, parfois immédiatement en dessous de l'épi; et dans des tiges incomplètement développées portant des épis, j'en ai trouvé dans l'axe de l'épi même; par contre je ne les ai jamais trouvées dans les glumes ou dans les autres parties de la fleur; le professeur Dr. Nitschke a également observé qu'elles s'avancent aussi loin dans la plante.”

„Dans le tissu cellulaire des tiges, entre les fibres vasculaires longitudinales, on trouve parfois les anguillules rangées et en grand nombre les unes à côté des autres. Les femelles adultes sont repliées dans le tissu des plantes et ressemblent à des trichines, d'autant plus que ces deux espèces de nématodes ont les mêmes dimensions. Toutefois, en examinant de plus près, on peut remarquer promptement que les an-

guillules sont des animalcules tout autres que les trichines. Parfois il est possible de voir à l'œil nu des taches jaunâtres sur les gaines des feuilles du seigle; on n'a qu'à observer ces dernières avec un grossissement de 50, sans la moindre préparation, pour y distinguer les anguillules qui abandonnent successivement ces parties plus claires pour pénétrer dans les parties saines et vertes de la plante."

„Il ne peut donc exister aucun doute ni au sujet de la cause de la maladie du chardon à foulon et du seigle, ni au sujet de la nature et de l'espèce des anguillulides, qui en sont la cause. Ce sont, pour les deux cas, les animaux microscopiques que j'ai déjà décrits antérieurement sous le nom d'*anguillule du chardon à foulon* ou *Anguillula Dipsaci*. Mais comme nous savons que ces nématodes ne vivent pas seulement de têtes de chardons ou de jeunes plantes de seigle et qu'au contraire un grand nombre d'autres plantes leur servent de nourriture et d'habitat, la dénomination d'*anguillule du chardon à foulon*, n'est pas plus exacte que celle d'*anguillule du seigle*" etc.; et j'ai en conséquence résolu de nommer ces animalcules: *Anguillula devastatrix Jul. Kühn*, c'est à dire „*anguillule dévastatrice*." En effet, outre les chardous, le seigle, le sarrasin, l'avoine et le trèfle, ils visitent aussi les bluets et très probablement le chardon à foulon sauvage; car il est à présumer que de ces plantes sauvages ils sont passés sur nos champs et nos plantes cultivées avec la litière et le fumier d'étable."

J'ai cru utile de rapporter ici en détail et presque textuellement les observations de Kühn concernant la maladie du „Stock" et les anguillulides qui en sont la cause. Dans ces communications on trouve entre autres un aperçu exact et assez complet des caractères extérieurs de la maladie vermiculaire du seigle. Les observateurs, qui sont venus après lui, n'avaient jusqu'ici que fort peu à y ajouter. Havenstein dans son ouvrage cité p. 258, qui est peu volumineux mais excellent, „Die Wurm- oder Stockkrankheit", fournit quelques données. Moi j'ai pu constater, par un grand nombre d'observations personnelles, l'exactitude de celles faites par Kühn et Havenstein. Ce dernier décrit, comme Kühn, la première apparition de la maladie vermiculaire. Déjà dès l'automne, les plantes attaquées présentent des feuilles aux bords ondulés. Mais au printemps les signes de la maladie deviennent plus prononcés. Un grand nombre de plantes et de pousses perdent leur couleur saine et meurent bientôt. C'est le sort de la plupart des plantes lorsque la maladie se déclare avec intensité. D'autres, au contraire, se dénotent par un développement prospère apparent: les feuilles sont d'un vert foncé et les plantes poussent vigoureusement en couvrant bientôt une grande surface. „Löst man

eine derartige Pflanze vom Boden ab, dann fällt zunächst die sehr schwache Bewurzelung derselben in die Augen. Es sind nur wenige und dabei verhältnissmässig kleine Wurzeln vorhanden, und dies kommt wohl daher, dass sich an dem eigentlichen Heerd der Kronenwurzeln, nämlich dem ersten Knoten, eine grosse Zahl grüner Blätter entwickelt hat. Zum zweiten fällt an einer derartig erkrankten Pflanze die mächtige, beinahe zwiebelartige Anschwellung ihrer Basis auf. Die nähere Untersuchung dieser abnormen Bildung ergibt, dass die Blattscheiden, sowie auch das unterste Stengelglied stark verdickt und die ersten ausserdem augenfällig verbreitert sind. Die grünen Blätter selbst zeigen bezüglich ihrer Formenverhältnisse ausserordentliche Variationen; einige haben die bereits erwähnte, wellenförmige, dabei etwas aufgedunsene Beschaffenheit; andere sind sehr unvollkommen entwickelt, schmal und kurz; wieder andere sehr schmal und lang mit grasartigem Habitus. Zwischen diesen typischen Formen sind die verschiedensten Uebergänge bemerkbar. Daneben finden sich denn auch wohl hie und da völlig normal entwickelte Blätter. Alle abnormen Formen der Blätter können an denselben Pflanzen vorkommen, sich aber auch auf verschiedene vertheilen. In letzterem Falle sind diejenigen mit den schmalen, grasähnlichen Blättern erst durch genaue Besichtigung als Roggenpflanzen zu legitimiren. Diese Abnormitäten verleihen den kranken Pflanzen ein Exterieur, welches, abgesehen von dem durch das vorangegangene massenhafte Eingehen vieler Individuen entstandenen dünnen Stand, schon bei oberflächlicher Musterung einer Roggensaat im monat März und April das Vorhandensein der Krankheit mit absoluter Sicherheit erkennen lässt." — Le développement ultérieur des plantes de seigle qui échappent à la mort et continuent à végéter, est décrit exactement de la même manière par Havenstein et par Kühn. Mes observations personnelles aussi sont entièrement d'accord.

Tous ceux qui ont écrit au sujet de la maladie du „Stock”, disent que l’aspect des champs attaqués peut être très différent d’après le degré d’intensité de la maladie. Lorsque celle-ci sévit très fort, la plupart des plantes meurent déjà en mars et avril. Dès le printemps on voit des vides se produire dans le champ de seigle, tandis que les plantes qui restent, en nombre relativement restreint, présentent les symptômes déjà décrits de la maladie. Lorsque celle-ci est un peu moins intense, un plus grand nombre de plantes attaquées demeurent en vie, au printemps, de sorte que les symptômes de la maladie peuvent s’observer plus facilement; mais plusieurs exemplaires persistent dans le développement ultérieur, de sorte que dans ce champ de seigle, il se produit encore

plus tard des vides, qui procurent souvent une végétation vigoureuse aux bluets. Enfin, la maladie peut se présenter à un si faible degré que peu de plantes montrent des conditions anormales et que la formation des tiges se fait d'un façon à peu près normale. Dans ce cas, il est extrêmement difficile de découvrir dans les champs de seigle les taches de la maladie.

La maladie du „Stock” peut donc présenter des degrés bien différents; „und alle diese Stadien (ainsi continue Havenstein) kann man studiren, wenn man von dem bereits von Pflanzen entblößten Mittelpunkte der in der ersten Zeit gewöhnlich kreisförmigen Infection-heerde die Pflanzen nach der Peripherie zu beobachtet. Sind also erst kahle Stellen in einer Roggensaat vorhanden, dann besitzt die Krankheit bereits eine um Vieles grössere Ausdehnung, als die in die Augen springenden Grenzen derselben.”

C. Mes propres observations concernant la maladie vermiculaire du seigle.

Les caractères extérieurs de la maladie ont été si exactement décrits par Kühn et Havenstein que je n'ai à y ajouter que ceci: les feuilles vigoureuses, de couleur bleu vert foncé et plus ou moins sinueuses, du seigle malade, sont souvent très épaisses et l'épiderme se détache souvent du parenchyme qui renferme la chlorophylle, de sorte que les feuilles peuvent paraître blanches en certains endroits. Comme je crois que nulle part il n'a été donné une figure complète d'une plante de seigle atteinte du „Stock” j'ai représenté une telle plante Pl. III, fig. 1 et 2. (Voir l'explication des figures.) Il paraît y avoir une grande ressemblance entre les symptômes que présente la canne à sucre attaquée par la maladie, appelée à Java „serehziekte”, et ceux des plantes de seigle attaquées par le „Stock” eu égard, bien entendu, à la manière toute différente de multiplication de ces deux graminées¹⁾. Chez la canne à sucre malade, aussi bien que chez le seigle malade, les tiges demeurent courtes et les boutons latéraux se développent outre mesure, le système

¹⁾ Comme on sait, la canne à sucre ne se propage pas par graines, mais par empotage de *bibit*, c'est à dire des boutures prises dans les tiges et que l'on met en terre. Voir entre autres K. W van Gorkom, „De Oost-Indische culturen in betrekking tot handel en nijverheid” I, 2^e édition (1884).

radiculaire demeure faible et ne se développe que faiblement¹⁾. J'ai cru devoir signaler cette ressemblance, parce que, d'après les recherches de Treub, la maladie de la canne à sucre doit probablement être attribuée à l'action d'une autre espèce d'anguillulides (*Heterodera javanica Treub*), quoique ce dernier, comme tous les *Heterodera*, paraisse se fixer exclusivement dans les racines des plantes attaquées, tandis que le *Tylenchus devastatrix* n'a jamais été trouvé par moi ni par d'autres, en dépit de toutes mes recherches, dans les racines.

Quelles sont les modifications qui ont lieu à l'intérieur du seigle malade? Quelles sont les modifications intérieures qui causent l'aspect anormal des plantes? Il paraît qu'aucun de mes prédécesseurs ne s'est occupé de l'examen microscopique du seigle malade. Le grossissement extraordinaire des feuilles et surtout l'ondulation des bords m'avaient promptement fait présumer que, dans ce cas — comme pour la cloque en général — il s'agissait d'un développement local mais relativement considérable du parenchyme des feuilles, tandis que le développement des fibres vasculaires n'était nullement proportionnel.

Je fis un grand nombre de sections de feuilles saines et de feuilles malades et j'arrivai à la conclusion suivante: les feuilles des plantes malades sont en général plus épaisses que celles des plantes saines, mais la différence n'est pas toujours à beaucoup près aussi grande que l'indique la Pl. III, où sont figurées, pour faciliter la comparaison, une section transversale d'une feuille saine et une autre d'une feuille malade. Les cellules épidermiques des feuilles malades sont en général peu ou point supérieures en dimensions à celles des feuilles saines. Au contraire les cellules du parenchyme sont toujours plus grandes dans les feuilles malades que dans les feuilles saines; parfois cette différence est considérable; souvent aussi la forme elle-même est modifiée. Les cellules parenchymateuses des feuilles de seigle malade ont les prolongements plus longs et plus nombreux que celles des plantes saines. Parfois même elles se transforment en cellules à trois ou quatre rayons presque étoilés, comme on en voit Pl. III, fig. 4.

Il arrive que tout se borne à l'accroissement des cellules parenchy-

¹⁾ Voir: „Mededeelingen uit 's Lands Plantentuin te Buitenzorg: Onderzoeken over Sereh-ziek suikerriet”, door Dr. M. Treub; Batavia, 1885. — La maladie fut observée la première fois en 1883. Van Gorkom donne („Oost-Indische cultures”, I, 2^e éd.) comme nom probable de l'anguillulide de la canne à sucre: *Tylenchus devastatrix*. — Des recherches concernant cette maladie ont été faites également par le Dr. A. M. Prins: „Onderzoeken omtrent de suikerrietziekte in de residentie Cheribon”, Batavia, 1885.

mateuses à chlorophylle; mais souvent aussi il se fait une *division* de cellules, comme celle indiquée fig. 4, quoique à un degré moindre. Enfin, soit qu'un accroissement des cellules parenchymateuses seul ait lieu, soit qu'une division des cellules s'en soit suivie, on comprend facilement que les feuilles d'une plante atteinte sont plus épaisses que celles d'une feuille saine. Les cellules, pour la plupart polyédriques et privées de chlorophylle, qui entourent les fibres vasculaires, ne prennent presqu'aucune part à l'accroissement anormal; surtout l'accroissement des fibres vasculaires est de peu d'importance. Sur la section transversale des feuilles de seigle malade on remarque, que quelques-unes grossissent d'une manière anormale (comme dans la fig. 4) et que d'autres ne grossissent pas. Toujours l'accroissement en longueur des fibres vasculaires des feuilles de seigle atteintes est moindre que celle des fibres des feuilles saines, et déjà au commencement du développement des plantes, leur végétation s'arrête et avec elle l'accroissement en longueur des feuilles.

Les conséquences de ce développement anormal des feuilles ne se font pas attendre. Comme le parenchyme des feuilles se développe plus et plus longtemps que les fibres vasculaires, il en résulte que les feuilles se crispent. Lorsque le parenchyme du revers de la feuille se développe plus que celui du dessus — ce qui arrive parfois — il s'y produit des renflements, tandis que le côté opposé demeure lisse. Quelques parties des feuilles (les fibres vasculaires, les cellules polyédriques sans chlorophylle qui les entourent, ainsi que les cellules épidermiques) prennent peu de part à l'accroissement général, qui s'observe dans le parenchyme des feuilles; de plus l'accroissement des cellules et leur division ne sont pas également prononcés dans tout le parenchyme; et tout cela est cause qu'il se produit souvent des fentes: souvent les cellules parenchymateuses se détachent des cellules épidermiques, de sorte que l'air pénètre entre le parenchyme à chlorophylle et l'épiderme, et que la surface de la feuille devient blanche; souvent aussi le parenchyme se détache des fibres vasculaires, ou bien les cellules parenchymateuses se séparent l'une de l'autre (v. Pl. III, fig. 4). De cette façon, des fentes et des crevasses se produisent facilement dans les feuilles.

Tout ce qui vient d'être dit des feuilles, s'applique aux gaines et aux tiges. Par le peu de croissance des fibres vasculaires et par le plus grand développement du parenchyme, toutes ces parties de la plante demeurent courtes et deviennent plus épaisses.

Je ne me dissimule pas que, par mes recherches, je n'ai pas, a beaucoup près, élucidé tous les détails de la maladie du seigle.

Ainsi je n'ai pu encore m'expliquer comment il se fait, que parfois les feuilles du seigle malade sont très longues et étroites et d'un aspect herbacé. Je ne comprends pas non plus comment les plantes donnent tant de pousses alors que le nombre de leurs racines demeure si restreint.

J'appelle encore l'attention sur un point. Kühn parle de taches claires que l'on aperçoit parfois sur les gaines des feuilles dans lesquelles un grand nombre d'anguillules peuvent se trouver réunies. J'ai examiné ces taches et j'ai observé, qu'il y existe des cellules parenchymateuses où les grains de chlorophylle ont disparu et que, à la place de ces grains de chlorophylle, il se répand d'abord, par tout le protoplasme des cellules parenchymateuses, une couleur vert-jaunâtre; ce protoplasme se contracte graduellement, tandis que la matière colorante devient de moins en moins perceptible et disparaît finalement. Il est donc constaté que, dans les endroits où s'accumulent un grand nombre de *Tylenchus*, la chlorophylle disparaît entièrement et qu'il s'y produit les mêmes déformations que dans les taches jaunes des feuilles de jacinthes malades; ce dont il sera traité plus tard. (V. aussi Pl. VIII.)

D. Distribution de la maladie vermiculaire du seigle en général; surtout la distribution de cette maladie dans les Pays-Bas.

Il est certain que la maladie, dont nous traitons ici, doit avoir fait, depuis plusieurs années, son apparition dans quelques parties de notre pays, mais sans que l'on connût la cause véritable de cette maladie.

Il paraît que ce fléau redouté est entièrement inconnu dans beaucoup de pays de l'Europe, notamment en France et en Angleterre, tandis que — comme il résulte de ce qui a été dit — en 1825 déjà on parlait en Allemagne de la maladie appelée „Stock”; surtout dans les contrées, où depuis longtemps déjà la culture du seigle primait toutes les autres cultures, la maladie fit de grands progrès. Notamment la Westphalie et les provinces Rhénanes étaient affligées de cette maladie, connue sous les noms de „Stock”, „Knoten”, „Knotenkrankheit”, „Knopf”, „Cancer”, „Rüb”, depuis bien des années déjà par les cultivateurs de ces contrées, bien que ce fût seulement en 1867 (par Kühn) et en 1868 (par Nitschke) que la cause en fut découverte. Dans la séance du 27 avril 1864 du „landwirthschaftliche Verein Heinsberg-Geilenkirchen”, Randerath appela l'attention sur la maladie du seigle, et Kühn écrit ce qui suit dans sa publication: „Ueber die Wurmkrankheit des Roggens und über die Uebereinstimmung der Anguillulen des Roggens mit denen der Weber-

karde" (1869): „Nachrichten vom Jahre 1867 aus den Ortschaften Gielsdorf, Kirchhoven, Havert, Millen, Karken, Kempen, bezeichnen die Krankheit als dort „vor mehreren Decennien“ bereits bekannt, und als noch in nachtheiliger Ausbreitung begriffen. Nach einer dieser Mittheilungen soll die Verbreitung in früherer Zeit von der Ortschaft Havert aus erfolgt sein, wo ausnahmsweise sehr viel Heidestreu, Ginster und Waldstreu, als Ersatzmittel für mangelndes Stroh, als Dünger benutzt wird.“

Il s'en suit donc que la maladie vermiculaire du seigle existe déjà depuis longtemps dans le pays de Gülich et dans les contrées avoisinantes, où non seulement aujourd'hui la culture du seigle occupe le premier rang, mais où déjà depuis les temps anciens était la „Kornkammer des Heiligen Römischen Reches Deutscher Nation“; là, comme dans la Twenthe (Pays-Bas), on trouve des champs dont plusieurs ont été, dans l'espace de dix ans, ensemencés 8 ou 9 fois de seigle. Quel terrain plus propre à la multiplication tranquille de parasites qui — il est vrai — peuvent vivre aussi dans d'autres plantes, mais qui se trouvent si bien dans leur élément dans le seigle!

Du pays de Gülich et environs, l'anguillule du seigle s'est répandue, probablement depuis des années déjà, dans le nord du Limbourg où se cultive beaucoup de seigle. Le premier avis que j'en ai trouvé, figure dans une feuille paraissant à Maastricht sous le nom de „Het Platteland“, du 23 avril 1874. Le rédacteur, M. Corten, y parle de „Ruub ou Stock, qui comme nous l'avons appris par hasard, a de *nouveau* sévi cette année avec intensité. . . Il n'est d'ailleurs que trop vrai que ce Ruub ou Stock ou Kapot cause régulièrement chaque année des dommages incalculables à l'ouest et au nord ouest de Ruremonde, dans quelques communes où il menace de rendre la culture du seigle impossible“. — Il résulte bien de ces lignes qu'en 1874 la maladie du seigle n'était plus nouvelle dans le Limbourg. Et une communication de J. H. V. à Swalmen, dans le même n° du Platteland, prouve que le fléau, dont nous traitons, était déjà bien connu des cultivateurs du Limbourg. „Plus d'une fois déjà on s'est entretenu, dans notre Casino, de ce triste sujet“.

La maladie du seigle a été observée aussi depuis plus de 20 ans dans une partie de la province d'Overijssel (Twenthe); et en 1879 elle s'est montrée une fois à Angerlo (dans la partie est de la Gueldre)¹⁾. Comment s'est elle répandue dans ces contrées? Selon toute apparence, de la Westphalie, où elle doit avoir fait son apparition déjà en

¹⁾ Voir: „Verslag over den Landbouw in Nederland over 1880“, p. 123.

1865, dans les environs de Recklinghausen et de Dortmund, de même qu'elle n'était pas inconnue non plus à Lippe-Detmold.

Quoiqu'il en soit, j'ai remarqué qu'au printemps de 1882 cette maladie était déjà très répandue dans les communes de Delden, Goor et Markelo; et dans quelques plantes de seigle, recueillies dans la commune de Bathmen, je trouvai les célèbres parasites, quoiqu'en petit nombre. M. Marlet, de Delden, en donnant une conférence agricole, fut consulté au sujet d'une maladie du seigle que lui-même ne connaissait pas, et pour ce motif il m'envoya, de cette contrée, des plantes de seigle malades. J'y trouvai le *Tylenchus devastatrix* en grande quantité; quelque temps après, je me rendis moi-même à Overijssel pour étudier la maladie sur place. J'appris alors que — notamment dans le hameau de Bentelo, près de Delden, — il y avait des champs où depuis plus de vingt ans on connaissait cette maladie tout en ignorant la cause véritable¹⁾.

J'aurais voulu dresser une carte indiquant l'extension de la maladie vermiculaire du seigle dans la Néerlande et les pays voisins; mais les données que j'ai pu recueillir jusqu'ici sont insuffisantes. On sait fort peu concernant la propagation de cette maladie dans les autres pays; je dirai toutefois qu'elle est bien circonscrite dans les provinces Rhénanes et la Westphalie et environs, mais que ce n'est pas là une limite absolue; en effet, on a observé cette maladie, entre autres, dans les environs de Gotha²⁾.

E. Circonstances, dont dépend la propagation de la maladie vermiculaire du seigle. Examen des remèdes proposés.

Lorsqu'une plante atteinte meurt, les *Tylenchus* qui l'habitaient, se rendent dans le sol; quelques uns seulement, c'est à dire les jeunes exemplaires, restent parfois dans la plante, comme j'ai pu l'observer plus d'une fois. Il va de soi que si des œufs se trouvent dans la plante lorsqu'elle meurt, ils y restent. Ces œufs, aussi bien que les anguilles qui y sont demeurées, se dessèchent avec la plante; et lorsque

¹⁾ L'énumération des communes et hameaux où règne la maladie, m'est fournie par mes propres observations et empruntée en grande partie au Rapport sur l'Agriculture en Néerlande et aux données des ouvrages de Kühn, Havenstein, Kamrodt, Kellerman, König, etc., ouvrages qui sont presque tous cités à la page 257 et 258.

²⁾ Voir: „Zeitschrift des landw. Central-Vereins der Pr. Sachsen”, 1867, N°. 5: „Mittheilungen des landw. Instituts der Universität Halle.”

cette dernière est enterrée plus tard par les labours, les œufs et les anguillulides peuvent revivre et quitter la plante pour se fixer dans le sol. On peut donc établir comme règle, qu'avant comme après, les *Tylenchus* du seigle retournent dans le sol. Car même les plantes qui demeurent relativement saines et se développent normalement, meurent pendant l'été, quand les graines commencent à mûrir, et aussitôt que ce déprérissement commence, la grande majorité des anguillulides retourne dans le sol. Les retardataires sont de nouveau les œufs et les exemplaires très petits; toutefois on trouve parfois dans la paille desséchée des exemplaires adultes. Il me paraît que cela se présente lorsque le grain mûrit en fort peu de temps et que par conséquent le chaume se fane promptement. Dans ce cas, les anguillulides en sont réduites à se dessécher dans les tissus mourants ou morts. Les anguillulides très petites ne peuvent pas se déplacer aussi promptement que les adultes, de sorte qu'elles sont surprises, plus tôt que ces dernières, par la mort des feuilles et du chaume, dans lequel elles demeurent le plus souvent et se dessèchent. Aussi est-il arrivé plus d'une fois que la maladie s'est propagée dans des champs qui n'en avaient pas été atteints jusqu'alors, simplement par l'usage, dans le fumier, de paille de seigle récolté sur des champs infestés. En général la maladie se montre en des places déterminées d'un champ, et de là elle s'étend graduellement. Or ces places sont précisément celles où a séjourné pendant quelque temps du fumier contenant beaucoup de paille de seigle. Il est donc sage de ne pas se servir dans le fumier, de paille de seigle, dans les endroits où règne la maladie.

Toutefois, on peut dire en général que le *sol* est le véhicule des parasites. Lorsque les plantes de seigle sont très jeunes, les anguillulides s'y fixent et s'y propagent dans les tissus des chaumes, des gaïnes et des limbes durant plusieurs générations; enfin, quand les plantes commencent à jaunir, elles émigrent de nouveau dans le sol. Si maintenant on cultive souvent du seigle dans un pareil sol (comme dans les contrées où l'on suit l'assolement triennal, et encore plus dans celles où pendant dix années consécutives, ou davantage, on ne cultive que du seigle sur le même champ), ceci donne lieu à une multiplication considérable d'anguillulides. Mais si pendant une année ou pendant plusieurs années consécutives, on ne cultive pas de seigle, les anguillulides ne sont pas pour ce motif exterminées; pas même quand on ne cultive pas d'autres plantes dans lesquelles les anguillulides puissent se fixer et se multiplier, comme l'avoine, le sarrasin, le trèfle, etc. Car alors même qu'on ne cultive aucune plante pouvant être sujette à la maladie du „Stock”, il se rencontre sur le champ assez de plantes sauvages, dans

lesquelles les anguillulides peuvent se propager. Aussi je ne puis espérer que des mesures, telles que celles qui furent édictées le 5 octobre 1879 par le „Bezirks Polizei-Verordnung”, pour le Cercle de Mulheim sur Ruhr en Essen, puissent contrebalancer les difficultés que leur exécution rigoureuse ferait naître. Les deux premiers articles de ce règlement sont conçus comme suit :

§ 1. „Auf Grundstücken, welche von der Oberpolizeibehörde mittelst ortsüblicher Bekanntmachungen als von Roggen-Aelchen infizirt bezeichnet worden sind, darf ohne besondere Erlaubniss der erwänten Behörde *Roggen, Hafer, Buchweizen, Klee und Weberkarde* nicht angebaut werden.”

§ 2. „Auf den nämlichen Grundstücken müssen sämmtliche Pflanzen der etwa vorkommenden *Kornblume (Centaurea cyanus L.)* und der *wilden Karde (Dipsacus sylvestris)*, bevor sie zur Blüthe gelangen, mit der Wurzel ausgezogen und sofort vernichtet werden.”

Si on voulait se conformer strictement aux mesures prescrites par ces deux paragraphes, il ne resterait pour beaucoup de terres que la culture des pommes de terre, des navets, de la spergule et des lupins, ou bien on devrait transformer ces terres arables en bois. Mais aussi longtemps que l'on veut continuer à employer ses terres pour les cultures, les mesures de police ci-dessus, en supposant même qu'elles puissent enrayer, dans une certaine mesure, la multiplication des anguillulides, seront certainement inefficaces, puisque les *Tylenchus* peuvent vivre très longtemps dans le sol et qu'ils trouvent toujours à la surface des herbes et autres plantes dans lesquelles ils peuvent se propager.

Sachant que le sol est le véhicule des anguilles du seigle, il n'est pas difficile de se rendre compte du mode de propagation de ces parasites, des endroits qui ont été infestés antérieurement par l'usage de paille de seigle comme fumier, ou de toute autre manière.

D'abord il y a lieu de prendre en considération le mouvement des anguillulides. Parce qu'elles émigrent chaque année après la maturité et le desséchement des graines, en plus grand nombre dans le sol (du moins dans le cas de cultures de plantes qui leur sont appropriées), elles exigent chaque année un plus grand nombre de plantes pour s'y fixer. Aussi on peut remarquer comment l'infection rayonne de certains centres déterminés; chaque année les cercles des endroits infestés s'étendent régulièrement. Les plantes qui occupent le centre d'un endroit infesté, sont toujours les plus attaquées et meurent les premières, et à partir du centre vers la circonférence du cercle, l'intensité des symptômes morbides devient plus faible.

Mais à cette propagation de la maladie qui se fait sans l'action de causes extérieures, viennent se joindre d'autres motifs de propaga-

tion, puisque dans les terres cultivées le sol lui-même est souvent mis en mouvement.

Dans les sols sablonneux, le *vent* a une grande importance, puisqu'il enlève les anguillules avec le sable pour les transporter ailleurs, parfois à de grandes distances. Dans les sols qui ont plus de cohésion, il ne peut être question de la propagation de la maladie par le vent.

L'*eau* peut, à son tour, transporter les parasites de l'un endroit à l'autre. Dans les averses l'eau détache certaines parties du sol et, cherchant les dépressions du sol, elle transporte non seulement de la terre mais aussi des anguillules. Les parties les plus basses d'un champ ont surtout à souffrir de la maladie. J'ai observé ceci clairement lors d'une excursion que j'ai faite à Delden et environs (Overijssel). C'est surtout sur les bords des champs de seigle que la maladie se montre d'abord à un degré intense.

Enfin l'*homme* lui-même contribue à la propagation de la maladie. La terre d'un champ infesté s'attache souvent aux souliers ou aux sabots des ouvriers, aux sabots des chevaux ou aux outils employés dans les champs et se transporte ainsi dans des champs qui étaient encore indemnes. Il convient donc que les souliers des ouvriers, les sabots des chevaux et les outils soient nettoyés avant qu'ils passent dans un champ qui avait été épargné jusqu'alors.

Aussi le § 4 de la dite „Bezirks-Polizei-Verordnung” est ainsi conçu „Ebenso dürfen Ackergeräthe, welche bei der Bestellung infizirter Grundstücke zur Verwendung gekommen sind, nicht auf Grundstücken anderer Besitzer gebracht, oder von letzteren benutzt werden.” J'attends plus d'effet de ce paragraphe ainsi que du suivant, que des deux premiers.

§ 3. „Das von infizirten Grundstücken gewonnene Ernte-material, insbesondere auch das Stroh und der hieraus erzeugte Dünger, darf von den Besitzern in keiner Weise veräussert und auf andere als die eigenen Grundstücke der Besitzer gebracht werden.”

Passant à un examen critique des remèdes contre la maladie du seigle causée par les anguillules, proposés par des savants et des praticiens, je traiterai d'abord de la mesure radicale proposée par le professeur Nitschke, qui veut qu'on brûle les graines et la paille provenant de champs infestés et qu'on n'emploie jamais de fumier préparé avec de la paille récoltée sur ces champs. En ce qui concerne ce dernier point, le lecteur sait que telle est aussi mon opinion. Mais il a été démontré longtemps avant moi, notamment par Kühn et Havenstein, que l'incinération des *graines* provenant d'un champ infesté est non seu-

lement extrêmement onéreuse, mais de plus totalement inutile, puisque jamais il ne se trouve dans les graines de seigle des *Tylenchus* de l'espèce qui nous occupe. Il est vrai que les anguillules du blé (*Tylenchus scandens* = *Anguillula Tritici*), après qu'elles ont séjourné quelque temps dans la tige et dans les feuilles de la plante, se transportent vers les épis, où elles causent des galles noires entièrement remplies de parasites, galles qui se trouvent naturellement parmi les graines récoltées, — mais les anguillules de la tige (*Tylenchus devastatrix*) restent toujours à l'intérieur des tiges et des feuilles, sans jamais se rendre dans les fleurs ni dans les grains.

Le conseil de Kühn revient à ceci. On doit semer du seigle dans les champs infestés, puis, au printemps, enlever la terre qui porte les plantes, à une profondeur de 3 centim., et la mettre en tas sur le bord du champ, plaçant entre chaque couche de terre, une couche de chaux vive. Afin d'empêcher la végétation sur ce tas, on le saupoudre de tan. De cette manière on évitera que les anguillules se transportent du tas vers d'autres terres, soit dans le sol même, soit dans les plantes qui y croissent. Dans ce but aussi, on exercera une surveillance sévère, afin que l'infection ne soit pas transmise à d'autres terrains, par exemple par des enfants qui auraient joué sur le tas. — Kühn continue en disant, que sur les champs débarrassés du seigle et de la terre qui portait ces plantes, on doit immédiatement semer du sarrasin, et lorsque ces plantes ont acquis un certain développement, on doit les arracher avec les racines et les détruire. Lorsque les circonstances le permettent, on peut semer de nouveau du sarrasin pour le traiter de la même façon.

Cette proposition fait présumer que lorsque le sol est bien couvert de plantes, qui permettent au parasite de se propager, toutes les anguillulides du sol vont se fixer dans la plante. Lors donc que trois fois de suite un sol porte des plantes, qui servent d'asile aux anguillules et qui sont chaque fois détruites, il est évident que chaque fois on enlève une grande quantité d'anguillules, de sorte qu'à la fin toutes les anguillules, ou à peu près toutes, seront enlevées du sol.

Havenstein, en parlant de la méthode préconisée par Kühn, dit que personne ne méconnaîtra que ce remède est remarquablement ingénieux, mais qu'il ne peut pas conseiller de l'employer. En effet, dit-il, la méthode proposée est extrêmement coûteuse, et indépendamment des frais, que nécessitent l'enlèvement d'une couche de terre, le transport de celle-ci, l'emploi d'un outillage approprié, la surveillance, etc., il faut surtout considérer la valeur qu'on enlève au sol avec cette couche de terre la plus fertile. Ajoutez à cela qu'on ne serait nullement certain

de détruire les anguillules. Même quand le temps est favorable, l'ouvrage ne peut s'exécuter de telle façon qu'il ne reste plus une seule plante, ou qu'une bêchée de terre infestée ne se répande de nouveau sur le champ. Par un mauvais temps, ceci sera encore plus à craindre, et surtout en temps de pluie l'application de cette mesure aura à lutter contre des obstacles insurmontables. On a fait, dit Havenstein, quelques expériences en Westphalie, d'après les indications de Kühn, et on a acquis la certitude que les résultats obtenus étaient bien au dessous de ceux qu'on espérait: aux endroits où la terre avait été enlevée, le seigle est de nouveau devenu malade, quoique avec moins d'intensité.

Telles sont les appréciations de l'habile secrétaire de la Société agricole de la Prusse Rhénane. Il me paraît que le jugement qu'il porte sur la méthode préconisée par le professeur Kühn, dont la compétence en matière d'agriculture et de maladie de nos plantes cultivées surtout s'impose, est trop sévère. Havenstein n'a pas fait lui-même des essais d'après les données de Kühn; les essais faits en Westphalie ne donnerent pas des résultats complets, des résultats en rapport avec les frais, mais cependant ces résultats avaient *quelque* importance. Et puis, est-il bien certain que ces essais aient été faits avec tous les soins nécessaires? Pour moi il n'est pas douteux que l'emploi de plantes-pièges (un moyen que Kühn a employé avec grand succès contre l'*Heterodera Schachtii*, l'anguillulide de la betterave¹⁾) doive, en fin de compte, fournir de bons résultats. Le *choix* de ces plantes-pièges pour le *Tylenchus devastatrix* pourra donner lieu à des difficultés. En effet, il résulte des observations de mes prédécesseurs et des miennes propres, que les anguillulides de cette espèce peuvent, il est vrai, vivre dans un grand nombre de plantes, mais que celles, qui depuis plusieurs générations se sont développées dans une plante déterminée, ne passent pas facilement dans une autre plante, surtout si elle n'a pas avec la première une étroite parenté. On peut donc supposer a priori que sur des champs comme ceux de Twenthe (Overijssel), où pendant plusieurs années consécutives on cultive du seigle et où par conséquent la maladie des anguillulides est très intense, le *sarrasin* sera peu propre à servir de plante-piège pour les *Tylenchus*. Il est résulté de mes expériences que ma supposition était juste. Au printemps de 1882, M. Bitter, administrateur du domaine de Twickel, près de Delden, m'avait envoyé une grande quantité

¹⁾ Voir: „Berichte aus dem physiologischen Laboratorium des landwirtschaftlichen Instituts der Universität Halle”; herausgegeben von Julius Kühn; 3tes u. 4tes Heft. Dresden, Schönfeld.

de terre infestée d'anguillulides du seigle et provenant d'un champ qui n'avait, depuis plusieurs années, porté que du seigle. Je répandis cette terre sur des parterres bien isolés dans le jardin d'expériences de l'École d'agriculture de l'État; je fis donner un labour et je semai du sarrasin dans un des parterres; plus tard je trouvai il est vrai dans le sarrasin quelques *Tylenchus*, mais en trop petit nombre pour communiquer la maladie aux plantes; la quantité d'anguillulides était beaucoup plus grande dans quelques plantes de seigle, qui avaient poussé sur un coin du parterre et dans quelques plantes de *Poa annua* et *Anthoxanthum odoratum* qui se trouvaient parmi le sarrasin. A l'automne de la même année, je semai sur le même champ du seigle d'hiver, et je vis que déjà avant l'hiver presque toutes les plantes étaient plus ou moins attaquées par la maladie; au printemps beaucoup de plantes étaient déjà mourantes, preuve que le sol avait été réellement infesté d'anguillulides. Il résulte de tout ceci que les *Tylenchus*, qui se trouvent dans le sol (du moins lorsque depuis plusieurs générations ils ont l'habitude de passer dans le seigle), préfèrent en général y demeurer pendant une année, plutôt que d'émigrer dans une toute autre plante, dans le sarrasin, pour le cas qui nous occupe. Dans les sols sablonneux de Twenthe on ne pourra donc employer le sarrasin comme plante-piège pour le *Tylenchus devastatrix*. Il n'est pas dit toutefois qu'on ne pourra l'employer *nulle part*. Dans les terrains sablonneux, où l'on cultive bien le seigle mais où le sarrasin entre également dans l'assolement, il n'est pas impossible que les données de Kühn pourront être suivies dans tous leurs détails. Toutefois, dans les sols où l'on ne cultive guère que le seigle, on ne peut employer d'autre plante-piège que le seigle lui-même. En 1883, je semai à l'automne du seigle d'hiver sur un champ très infesté; avant l'hiver déjà je remarquai qu'il était très attaqué, et plusieurs plantes moururent au commencement du printemps de 1884. Aussitôt que je m'en aperçus, je fis sarcler toutes les plantes de seigle, donner un labour au sol et je semai, à la fin de mars, du seigle d'été. Celui-ci vint en général très bien, eut peu à souffrir des anguillulides, se développa à merveille et, comme peu de plantes disparurent, était plus fourni que le seigle de l'année précédente, et donna une récolte satisfaisante. Il va de soi qu'en employant une seule fois le seigle comme plante-piège, je n'avais pas, à beaucoup près, éloigné du sol toutes les anguilles; la fois suivante, le seigle d'hiver devint de nouveau malade dans ce même champ, quoique à un moindre degré que l'année précédente. En tout cas, le nombre de *Tylenchus* était sensiblement diminué par ce procédé. Je suis persuadé qu'à la longue, on peut purifier le champ, pas totalement il est vrai mais en grande

partie, en suivant cette méthode; c'est à dire en semant du seigle d'hiver en automne (pas trop tard à l'automne, afin de donner aux *Tylenchus* le plus long temps possible, l'occasion de se fixer dans les plantes), sarclant ou ratissant ce seigle au printemps et semant ensuite du seigle d'été. Le ratissage peut remplacer le sarclage puisque jamais les anguillulides ne se trouvent dans les racines. Il vaudrait certes mieux de suivre un tout autre système de culture; mais là où les circonstances ne permettent pas de rompre en une fois avec un usage suivi depuis longtemps, et surtout dans les contrées où la culture du seigle doit forcément primer les autres, je crois que la méthode préconisée par moi peut mitiger un peu le fléau.

Je dois appeler encore l'attention sur une seule circonstance; j'ai observé notamment, dans mes expériences, que, traité de la même façon et sur des champs également infestés, le seigle d'été a généralement moins à souffrir de la maladie que le seigle d'hiver. Sur des champs très infestés, il me paraît qu'on pourra attendre du seigle d'été une meilleure récolte, aussi bien en grains qu'en chaumes, que du seigle d'hiver. Et ceci n'est pas étonnant. La récolte du seigle infesté par les anguillules est si faible surtout parce que les fibres vasculaires des plantes malades croissent relativement peu en longueur. Le chaume demeure donc court et l'épi ne se développe pas. La maladie se montre d'autant plus qu'un grand nombre d'anguillules se trouvent dans les plantes encore peu développées. Or le seigle d'hiver se trouve à l'état de faible développement, pour ce qui concerne les parties aériennes, depuis l'automne jusqu'au printemps suivant. Pendant ce long temps, un grand nombre d'anguillulides peuvent passer du sol dans les plantes; et lorsqu'en hiver, la température n'est pas trop basse, les *Tylenchus* se propagent déjà dans les jeunes plantes de seigle. C'est ainsi — comme le prouve l'examen — qu'au printemps la plupart des plantes de seigle d'hiver renferment une quantité incroyable d'anguillulides, qui s'opposent à l'accroissement en longueur des chaumes et causent parfois la mort des plantes. Le seigle d'été développe ses parties aériennes beaucoup plus vite; et à peine les anguillules s'y sont-elles fixées, que les tiges sont déjà si longues que les parasites ne peuvent plus empêcher la croissance des épis. Ainsi, tandis que d'un côté les anguillules ont moins d'influence sur le seigle d'été que sur le seigle d'hiver, on peut d'un autre côté supposer en général que dans le seigle d'été, il s'établira un plus petit nombre de ces parasites, parce qu'au printemps, lorsque la plante pousse, un grand nombre sont déjà passés dans des graminées sauvages et dans d'autres plantes. — Ma conclusion est donc celle-ci: bien que j'estime

qu'il est désirable de combattre plus efficacement ces parasites et que je verrais volontiers circonscrire dans des limites plus étroites la multiplication de ces nématodes nuisibles, par un système de culture donnant moins de place à une culture aussi exagérée du seigle, j'ai la conviction qu'on peut modérer l'intensité du fléau en cultivant plutôt le seigle d'été, surtout lorsqu'on emploie comme plante-piège le seigle d'hiver.

J'admetts volontiers avec le professeur Kühn, qu'en beaucoup de contrées le sarrasin peut être très utile comme plante-piège; mais il me paraît que ce n'est pas le cas pour les contrées où le seigle n'alterne pas avec une autre plante, et notamment pas avec le sarrasin.

Je crois surtout que la méthode citée de Kühn (v. p. 273), modifiée d'après les circonstances, pourra être employée avec succès là où le mal apparaît pour la première fois et où on veut l'empêcher de se propager. Il a été dit plus haut que la maladie, en se déclarant dans un champ, n'attaque pas en même temps toutes les parties de ce champ; mais qu'au début les plantes de seigle n'offrent plus ou moins nettement les symptômes décrits qu'en des endroits déterminés, d'où la maladie s'étend de proche en proche sur tout le champ. Or, je laisse à l'appréciation des cultivateurs des contrées infestées, de voir, s'il ne serait pas utile d'essayer la méthode décrite de Kühn, non pas d'abord sur les champs déjà fortement infestés, mais surtout là où la maladie se montre nouvellement. Dans les endroits qui sont malades au printemps, qu'on arrache les plantes du sol. On étendra toutefois cette opération en dehors du rayon des endroits malades, parce que là aussi il se trouve des plantes qui renferment des anguillules. La règle est d'expurger les endroits infestés aussi tôt et aussi radicalement que possible, et il me paraît que la méthode de Kühn est excellente pour cet objet. Je conseillerais d'arroser de pétrole les endroits ratissés, où plus tard on sème du sarrasin (ou plutôt du seigle d'été) et d'y mettre ensuite le feu, afin de tuer les anguillules qui se trouvent dans les parties des plantes restées dans le sol.

J'ai déjà dit plus haut que l'absence d'un assolement régulier ou, du moins, la culture du seigle trop souvent répétée sur le même champ, est la cause principale de la maladie intense, causée par les anguillules. Car, bien que le *Tylenchus devastatrix* se rencontre dans d'autres plantes, le seigle est néanmoins pour lui une plante de prédilection, et son augmentation ou sa diminution suit l'augmentation ou la diminution des plantes de seigle dans la contrée infestée. Aussi bien dans le nord du Limbourg qu'à l'est d'Overijssel, la culture du seigle prime, plus qu'il ne faut, toutes les autres. Le seul moyen qu'on puisse imaginer dans ces contrées pour se débarrasser définitivement des anguillulides, est un

changement radical dans le système de culture, en d'autres termes, l'introduction de l'assolement, dans lequel le seigle occupera une place plus modeste, et disparaîtra même, si possible, les premières années. Dans ce nouvel assolement il sera nécessaire de cultiver, à côté du seigle, surtout des plantes-racines (pommes de terre, carottes, navets) et des plantes fourragères (trèfle, luzerne, — dans les sols maigres, lupin et serratelle). Peut-être pourrait-on cultiver en certains sols le maïs, fourrage excellent surtout pour l'ensilage.

Le mieux serait, si possible, de se décider à nourrir le bétail entièrement à l'étable, car de cette manière on peut nourrir plus de bétail qu'en le laissant brouter dans les prairies, et on obtient du fumier meilleur. Comme litière on se servira de tourbe ou de bruyère, mais pas de paille de seigle, parce que celle-ci peut récéler des anguillules (v. p. 270), qui peuvent arriver avec le fumier, vivants, sur les champs. La paille de seigle peut se vendre aux fabriques de papier ou s'écouler d'une autre façon. On soignera aussi pour une bonne fumure; celle-ci en effet donne de la vigueur aux plantes, les fait pousser plus vite et les met en état d'opposer une plus grande résistance à l'attaque des anguillules. M. Bitter, que j'ai déjà cité plusieurs fois, m'écrivit, dans ces derniers temps, que par suite d'une fumure abondante, le seigle avait beaucoup moins qu'auparavant à souffrir de la maladie, dans beaucoup de champs infestés des environs de Delden (Overijssel). Il peut être utile, en certains cas, de soutenir l'action du fumier d'étable par le salpêtre de Chili.

Depuis longtemps Kühn a conseillé de labourer profondément les champs infestés; le sol infesté doit être enterré, et la terre pure, même quand elle serait maigre, doit être portée à la surface. Quoique mon expérience ne s'est étendue que sur un petit champ, je crois toutefois pouvoir confirmer l'observation de Kühn. D'un champ infesté par les anguillules du seigle, la moitié environ fut labourée à deux pieds de profondeur, l'autre moitié ne reçut qu'un labour superficiel. A l'automne suivant, lorsqu'on y sema du blé, l'influence du labour profond était très apparente sur la partie labourée profondément: la maladie avait pour ainsi dire disparu, tandis que tout à côté elle continua à sévir.

Il résulte de ce fait que les anguillules vivent de préférence dans les couches supérieures. Ce qui le prouve aussi, c'est qu'on peut enrayer la multiplication de la maladie en creusant une rigole autour de l'endroit infesté. Quant à la profondeur que celle-ci doit avoir, je ne puis l'indiquer avec certitude pour tous les cas. Il paraît que le plus souvent une profondeur d'un pied sera suffisante; naturellement on ne peut, de cette

manière qu'empêcher la marche des anguillules à travers le sol: la possibilité de la propagation par l'eau, qui cherche les dépressions, par le vent, par les pieds de l'homme, par les sabots du cheval et par les outils, n'en existe pas moins.

Pour attaquer radicalement le fléau, qui nous occupe, dans les contrées infestées, on devra se décider à abandonner le système cultural dans lequel la culture du seigle prime toutes les autres.

CHAPITRE II.

Maladie vermiculaire de l'avoine.

Ici je serai bref. — J'ai semé de l'avoine de Groningue dans un sol infesté d'anguillulides du seigle. En général la maladie du „Stock” se montrait moins intense que chez le seigle d'hiver, mais aussi intense que chez le seigle d'été. Des plantes que je cultivais sur le sol infesté (je n'en avais que sur un champ de peu d'étendue), il n'en mourut aucune par le travail des anguillulides, mais presque toutes étaient attaquées à un degré plus ou moins prononcé. Ces plantes présentèrent un renflement fort, parfois tuberculeux, à la base; des feuilles courtes, le plus souvent épaisses, parfois ondulées et étroites, herbacées; en un mot elles présentèrent tous les caractères du seigle malade, mais à un degré moindre que chez le seigle d'hiver.

CHAPITRE III.

Maladie du blé, causée par le *Tylenchus devastatrix*.

Tous mes prédécesseurs ont cité comme un fait certain, que l'anguillulide, dont il s'agit ici, ne passe pas dans le blé. Le nématode, qui cause la maladie du blé et de l'épeautre, bien connue et déjà décrite en 1822 par Francis Bauer¹⁾, diffère en plusieurs points du *Tylenchus devas-*

¹⁾ Voir Francis Bauer, „Microscopical observations on the suspension of the muscular motion of the Vibrio Tritici”, in „Philosophical Transactions of the Royal Society,” Vol. I (1823).

tatrix, quoiqu'elle doive être rapportée au même genre. On l'appelle maintenant *Tylenchus scandens* *Bastian*, autrefois: *Anguillula Tritici Roffredi*. Quoique ces anguillules, aussi longtemps qu'elles vivent dans les parties aériennes du blé, produisent à peu près les mêmes désordres que le *Tylenchus devastatrix*, elles s'en distinguent par des caractères morphologiques bien prononcés, et parce qu'elles s'introduisent dans les rudiments des fleurs, pour y produire des galles noirâtres. C'est cette maladie, qui est connue sous les noms de „blé niellé”, „maladie vermiculaire”, „Gichtkrankheit”, „Radekrankheit”, „Kaulbrand”, „ear-cockles”, „purples”, „false ergot”,¹⁾). — Mais on ne connaît pas jusqu'à ce jour une maladie du blé causée par le *Tylenchus devastatrix*; même la plupart des observations en nient l'existence et conseillent de cultiver (là où le sol le permet) du blé sur des terres infestées par cette anguillulide.

Dans un sol qui renfermait des anguillules du seigle, je semai, au printemps de 1885, du blé d'été, et je remarquai que la plupart des plantes qui en provenaient, ne montrèrent aucun signe de la maladie, durant toute la végétation, mais qu'elles contenaient cependant quelques anguillulides; que cependant quelques autres plantes présentèrent des symptômes de maladie conformes à ceux des plantes d'avoine atteintes de la maladie du „Stock” (voir plus haut). Et, de même que le *Tylenchus devastatrix* ne passe pas dans les rudiments des fleurs du seigle et de l'avoine, pour y causer des galles, de même il ne passe pas dans la fleur du blé. Ainsi le *Tylenchus devastatrix* se conduit dans cette plante tout autrement que le *T. scandens* (= *Tritici*).

Toutefois la circonstance, que ce premier nématode peut aussi passer dans le blé, nous avertit que l'on ne saurait toujours sans danger semer du blé dans des champs, qui en sont infestés, comme on a cru pouvoir le faire, se basant sur des observations antérieures.

¹⁾ Voir Henslow, dans „Royal agricultural Journal”, II, p. 19. — Davaine, dans „Comptes rendus de l'Académie”, 1855 et 1856. — Davaine, „Recherches sur l'anguillule du blé niellé”, 1857. — Haberland, dans „Wiener landwirthschaftliche Zeitung”, 1877, p. 456. — Ed. Prillieux, dans „Annales de l'Institut national agronomique”, n°. 5 (1879—1880), p. 159: „Étude sur la formation des grains niellés du blé” (1882). —

CHAPITRE IV.

Maladie vermiculaire des oignons (*Allium cepa*).*a. Littérature.*

- JULIUS KÜHN, „*Hallese Zeitung*”, 1877 et 1879. — Voir aussi Kühn, „*Drittes Heft der Berichte aus dem physiologischen Laboratorium und der Versuchsanstalt des landwirthschaftlichen Instituts der Universität Halle*”, pag. 134.
- M. W. BEIJERINCK, „*De oorzaak der kroefziekte van de jonge ajuinplanten*”, dans „*Maandblad voor September* (n°. 9), *uitgegeven van wege de Hollandsche maatschappij van Landbouw*”, jaargang V (1883).
- JOANNES CHATIN, „*Recherches sur l'anguillule de l'oignon*”, Paris, 1884.
- L. J. MOL, „*Over Ajuinverbouw*”, dans F. R. Corten's „*Landbouwkroniek*” van 19 Maart 1882 (n°. 232).
- J. RITZEMA Bos, „*Mittheilungen über landwirthschaftlich schädliche Thiere*”, X, dans „*Landwirthschaftliche Versuchstationen*”, 1888.

B. Résumé des travaux d'auteurs antérieurs concernant la maladie vermiculaire de l'oignon.

En 1878 (ou vers cette époque) j'ai lu dans quelques journaux que l'on aurait découvert, en Russie, des trichines dans les oignons. Comme les anguillules, au premier aspect, ressemblent assez bien aux trichines, tandis que ces dernières n'ont jamais été trouvées comme parasites dans les végétaux, il est, me paraît-il, plus que probable qu'il s'agissait déjà ici de l'anguillule de l'oignon.

Le peu de données que nous ont fourni les auteurs néerlandais concernant les maladies de l'oignon, nous laisse quelque incertitude sur la question de savoir s'ils ont observé *la maladie vermiculaire* ou bien une autre maladie. Ainsi M. L. J. Moll, à St. Maartensdijk, écrit ce qui suit dans l'article cité : „Il y a trente ans une seule maladie existait, et elle ne s'est pas propagée jusqu'à ce jour ; elle fut causée par une larve, qui ne tuait pas la plante immédiatement mais réduisait sa végétation, parfois bien loin dans l'été.” Quand je considère : 1°. que M. Moll m'envoya en 1883 des oignons, connus en Zélande sous le nom de *plantes naines*, mais dans lesquelles je ne trouvai pas de larves, mais bien une grande quantité d'anguillules à tous les degrés de développement ; 2°. que les oignons qui renferment

un nombre restreint de larves (ce sont dans ce cas, celles d'*Anthomyia antiqua*¹⁾ ou d'*Eumerus lunulatus*), sont entièrement rongés à l'intérieur ou changent en une masse qui se décompose, et ne peuvent donc rester vivants jusque dans l'été — il paraît évident que la communication de M. Moll se rapporte à la maladie nommée „Kroefziekte” en Hollandais, et causée par les anguillules et non à celle causée par la larve d'*Anthomyia* ou d'un autre diptère.

Ces dernières années, les plaintes sont devenues de plus en plus nombreuses dans plusieurs contrées de la Hollande méridionale et de la Zélande, au sujet de la maladie vermiculaire de l'oignon, surtout depuis que la culture de cette plante a pris une grande extension dans ces provinces. Ce fut le Dr. M. W. Beyerinck, alors professeur à l'École d'agriculture à Wageningen, qui découvrit en 1883 la vraie cause de la maladie dite „Kroefziekte” maladie toujours croissante des oignons. Dans le *Maandblad der Hollandsche maatschappij van Landbouw*, n°. 9, 1883, il donne une description très exacte des signes extérieurs caractéristiques de la maladie et des modifications qui se produisent à l'intérieur des tissus. Il indique de plus comme cause certaine de la maladie une espèce de *Tylenchus*, ayant beaucoup de ressemblance avec l'anguillule du seigle (*Tylenchus devastatrix*). Le Dr. Beyerinck m'a fait voir des anguillules de l'oignon, et un examen superficiel de quelques exemplaires m'a fait conjecturer qu'elles diffèrent spécifiquement des anguillules du seigle (bien que cette différence soit minime et affecte surtout la forme de la bourse). Beyerinck partageait cette opinion et donna à ses parasites de l'oignon un nouveau nom spécifique (*Tylenchus Allii n. sp.*). J'ai dit déjà plus haut (voir pag. 213), que par un examen plus approfondi j'ai pu conclure qu'il n'existe aucune différence spécifique entre les anguillules de l'oignon et celles du seigle, qu'ainsi on doit les désigner par un même nom spécifique et que le nom de *Tylenchus Allii* ne peut être conservé. Quant aux caractères de la maladie, Beyerinck écrit ce qui suit: „Les exemplaires malades se distinguent des plantes saines et grèles, en ce qu'ils ont une apparence trapue et difforme. Au lieu de prendre rapidement une forme élancée, ils ont employé les sucs nourriciers pour grossir d'une manière anormale, d'où résulte — surtout pour les feuilles — un renflement très prononcé et souvent très irrégulier, de sorte que l'aspect élégant des plantes saines fait place, chez les plantes malades, à une forme tordue

1) Consulter pour la maladie de l'oignon, causée par *Anthomyia antiqua*, entre autres, mon mémoire dans „die landwirthschaftlichen Versuchsstationen”, 1886, p. 209, „Die graue Zwiebelfliege.”

et disgracieuse. Les gaines des feuilles sont demeurées très courtes et fort épaisses; elles sont couvertes ça et là, à leur surface extérieure, de petites tumeurs bourgeonnées. Souvent les jeunes feuilles ne peuvent, à cause de la végétation irrégulière des gaines plus âgées, sortir de ces gaines, leurs pointes s'y arrêtent et au lieu d'une élégante feuille conique, on voit sortir du bouton principal de la plante, une bourse irrégulière. Lorsque la jeune plante a végété ainsi durant quelques semaines, elle meurt ordinairement. Elle entre ensuite en décomposition, beaucoup plus promptement que les plantes qui ont succombé par toute autre cause que la pullulation des anguillules. Quelques plantes cependant guérissent parfois et peuvent alors donner naissance à des oignons dont le développement est entièrement ou presque entièrement normal; toutefois ces plantes ainsi rétablies sont presque toujours endommagées par places, et sans valeur commerciale. Il résulte de ceci que les parties, qui viennent s'ajouter à la plante, ne doivent pas nécessairement être infestées par les parties malades, qui s'étaient formées auparavant, que par conséquent la maladie est locale et ne doit point être recherchée dans les germes des oignons, mais qu'elle réside dans des causes extérieures."

La question de savoir, sur quoi repose le grossissement anormal des parties malades des plantes attaquées, a été également étudiée par Beyerinck. „Le diamètre de la feuille malade est beaucoup plus grand que celui de la feuille saine, ce qui doit évidemment être attribué à un épaississement de la paroi de la feuille et non seulement à l'agrandissement de sa cavité. L'épaississement de la paroi résulte essentiellement d'une augmentation en volume de chaque cellule en particulier et non d'un accroissement du nombre de cellules existantes. Aussi bien la partie ligneuse (le xylème) que la partie fibreuse (le phloème) des faisceaux fibro-vasculaires de la feuille malade ne sont guère modifiées. Les autres cellules au contraire, à l'exception de celles de l'épiderme, sont considérablement augmentées en volume, à tel point que les plus grandes, qui touchent immédiatement à la cavité intérieure de la feuille, peuvent se distinguer à l'œil nu, puisqu'elles atteignent un diamètre de $\frac{1}{5}$ ou même $\frac{1}{4}$ de millimètre.”

„Il suit de là que le grossissement des feuilles, par suite de la maladie causée par les anguillules, est basé, comme il est dit plus haut, sur le grossissement des cellules et n'est pas accompagné de la segmentation des cellules.”

Je pourrais finir la revue de ce qui a été écrit par les observateurs antérieurs concernant la maladie de l'oignon causée par les *Tylenchus*, avec les recherches importantes de Beyerinck. Mais il convient de citer

encore les écrits de deux auteurs, notamment de Kühn et de Chatin (voir page 281). Le premier naturaliste fit mention d'une espèce d'anguillulide qui se développe dans les oignons et qu'il appelle *Tylenchus putrefaciens n. sp.* J'aurais désiré prendre personnellement connaissance des recherches de Kühn concernant la maladie vermiculaire des oignons, mais je n'ai pu me procurer les numéros de la „*Hallesehe Zeitung*” dans lesquels ce savant a décrit ses expériences. Je priai M. le professeur Kühn de me les donner en communication; malheureusement il dût, à ce moment, garder la chambre par suite d'une longue maladie; il me promit néanmoins, avec son obligeance habituelle, de m'envoyer ces numéros aussitôt qu'il le pourrait, mais jusqu'à ce jour ils ne me sont pas encore parvenus.

Toutefois il résulte des communications de Chatin (voir pag. 43 de l'article cité) que Kühn n'a pas décrit en détail le nématode de l'oignon qu'il appelle *Tylenchus putrefaciens*, et c'est ainsi que je continuai d'abord à employer le nom de *Tylenchus Allii* donné par Beyerinck, jusqu'à ce que je fusse arrivé à conclure, que ce nématode ne diffère pas spécifiquement du *Tylenchus devastatrix*.

Quant à l'ouvrage de Joannes Chatin, qui paraît ne pas être dans le commerce, mais qui, à ma demande, me fut gracieusement offert par l'auteur, il m'a été difficile de le mettre en rapport avec les recherches de Beyerinck et avec les miennes. Deux questions se posent ici: 1°. s'agit-il dans l'ouvrage de Chatin des mêmes nématodes que de ceux décrits par moi, dans la première partie de mon mémoire, sous le nom de *Tylenchus devastatrix*? et 2°. la maladie de l'oignon mentionnée par Chatin, peut-elle être identifiée avec celle décrite pour la première fois en détail par Beyerinck comme maladie de l'oignon, causée par les anguillules? Je ne me hasarde pas à donner à ces questions, qui sont étroitement liées entre elles, une réponse positive. Chatin croit (l. c. p. 43) que son nématode est le même que celui que Kühn appelle *Tylenchus putrefaciens*. En tout cas, il est, d'après lui, un *Tylenchus*, au moins dans le sens attaché par Bastian à ce genre. Or cet auteur anglais donne, dans son ouvrage „*Monograph of Anguillulidae*”, à la page 125, une définition du genre *Tylenchus*, dans laquelle on trouve, entre autres, le caractère suivant: „*Oesophagus having a rounded muscular swelling about its middle.*” Ce renflement que j'ai désigné (p. 195) sous le nom de *bulbe musculeux* ou *premier bulbe*, manque dans la figure 1 et 5 (Pl. I) de Chatin; car ce qu'il indique par les lettres *b. oe* ne peut être comparé à ce bulbe antérieur presque sphérique; en outre l'*œsophage* du *Tylenchus* doit, en tout cas, présenter *deux* renflements, savoir le bulbe

antérieur musculeux *sphérique*, et le bulbe *postérieur, plus oblong*, lequel se relie à l'autre partie de l'intestin au moyen d'une large base. Ainsi, si le nématode de Chatin, en ce qui concerne la structure du canal intestinal, ne ressemble aucunement à un *Tylenchus*, il en est de même de la structure des organes génitaux mâles, puisque chez les espèces du genre dont il s'agit, la *bourse* et la *pièce accessoire* des *spicules*, (pag. 206) ne manquent jamais.

Mais l'un et l'autre sont le cas pour les nématodes de Chatin, (v. sa Pl. I, fig. 2, 7, 8 et p. 24 des „Recherches sur l'anguillule de l'oignon“). Si donc les observations du naturaliste français sont exactes, il ne s'agit nullement d'un *Tylenchus*; et l'identification de la maladie de l'oignon, décrite par lui, avec celle dont il est question ici, tombe d'elle-même. Cependant le nématode dont Chatin représente à la Pl. I, fig. 1 et 2, un exemplaire mâle et un exemplaire femelle, présente dans la structure générale du corps, une si grande similitude avec le *Tylenchus devastatrix*, que je dois supposer, en présence des figures et des descriptions trop peu exactes de l'auteur français, que ce dernier aura décrit un *Tylenchus* de l'espèce même dont je traite ici. Il sera donc nécessaire que j'étudie de plus près la maladie de l'oignon causée par le nématode de Chatin.

Le savant Français reçut de Pasteur „quelques fragments d'*Allium cepa* attaqués par un nématode déterminant dans cette plante une véritable maladie vermiculaire.“ Il a ensuite infecté des plantules d'oignons avec des nématodes reçus. Seulement ce n'étaient pas des plantes en germination. Les anguillules, qui sont mises en terre contenues dans une partie de bulbes infestés, tandis qu'on met dans la même terre des oignons sains, „abandonnent le tissu décomposé qui les abritait et rampent dans la terre, arrivent au contact des pieds sains. Elles y pénètrent par une région nettement délimitée, répondant à l'axe fondamental“ des botanistes: intermédiaire aux racines et à la tige; cette région se prête aisément à la pénétration des larves, qui, arrivées au centre de ce plateau, s'engagent d'une part dans les racines, d'un autre côté, dans le centre du bulbe, respectant généralement, mais non toujours, les tuniques extérieures. Dans celles-ci on ne trouve que rarement les nématodes, qui abondent au contraire dans le tissu central, lui faisant subir de profondes altérations, et s'engagent même dans les faisceaux fibro-vasculaires qui, rapidement dilacérés, n'offrent plus que de vagues débris parmi lesquels les spicules trachéens peuvent bientôt seuls être reconnus.“ . . . „Quant à la propagation par les organes floraux, elle est rare, le ver ne pouvant que difficilement les atteindre,

en raison même des lésions initiales qu'il détermine dans le bulbe et qui ont pour effet d'arrêter le développement de la tige florifère ou de la dessécher prématurément; cependant j'ai constaté parfois la présence des anguillules dans les feuilles et les fleurs; mais le fait est rare." (Voir les recherches de Chatin, p. 47 et 48.)

En ce qui concerne les phénomènes de la maladie pouvant être remarqués chez les oignons infestés, Chatin mentionne encore ce qui suit : „Si l'on examine sur des tissus absolument frais, les modifications initiales, on reconnaît qu'elles s'affirment et par la régression d'éléments antérieurement constitués d'une façon normale, et par l'apparition d'éléments nouveaux, qui n'offriront jamais une structure semblable. Les éléments préexistants sur lesquels porte la régression, sont toujours des cellules; Ces cellules d'abord gorgées d'amidon et d'autres produits secondaires, s'éclaircissent rapidement, leur noyau devient distinct, leur contenu se montre bientôt sous l'aspect d'un liquide granuleux. En même temps apparaissent de petites cellules à protoplasme abondant, offrant tous les caractères d'un tissu jeune en voie d'évolution rapide; cependant ce tissu ne s'organise pas pour constituer une néoformation Ses éléments disparaissent plus ou moins promptement, entraînés par une altération ambiante dont il importe de suivre les progrès et effets.... La membrane cellulaire (des cellules préexistantes) semble d'abord s'hypertrophier; mais en réalité elle est simplement gonflée par suite de la transformation de la cellulose en une matière mucilagineuse, qui ne se colore plus en violet sous l'action du chlorure de zinc iodé. C'est une véritable gélification qui s'est produite dans la membrane cellulaire." — Insensiblement il se produit alors, suivant Chatin, une gommification totale du tissu, et bientôt les méats intercellulaires sont remplis d'une gomme jaunâtre, produite par la transformation des parois cellulaires. Les vaisseaux eux-mêmes peuvent subir cette gommification; les parois des vaisseaux spiriformes la subissent d'abord; leur paroi se dissout, tandis que la spirale demeure, mais se détache par fragments; on retrouve ces fragments dans la masse gommeuse.

Comme le prouve la comparaison des recherches, indiquées ci-dessus avec celles de Beyerinck (p. 282), la maladie vermiculaire de l'oignon, constatée par Chatin, ne peut nullement être identifiée avec la maladie vermiculaire de l'oignon, connue en Hollande méridionale et en Zélande sous le nom de „kroefziekte". Et cependant il ne me paraît pas impossible que, dans les deux cas, nous nous trouvions devant la même maladie. Il paraît en effet que les observations de Chatin manquent

de l'exactitude nécessaire. Il décrit comment les cellules parenchymateuses des tuniques de l'oignon sont remplies d'abord d'amidon, comment cet amidon disparaît plus tard pour laisser aux cellules leur transparence. Or, tous ces phénomènes s'observent dans les tuniques des bulbes de *jacinthes* attaquées par les anguillules. Prillieux a décrit les transformations qui se produisent dans les cellules des bulbes de jacinthes, qui sont remplis d'amidon. Mais dans les bulbes d'*oignons* les mêmes transformations ne peuvent avoir lieu, par la raison toute simple que les bulbes d'*Allium cepa* ne renferment pas d'amidon. Lorsque de pareilles inexactitudes entachent un examen, il devient difficile de décider ce qu'il faut admettre ou rejeter dans le rapport. Aucune figure ne vient éclaircir la description des transformations importantes, qui se produisent dans les tissus des oignons lorsque les anguillules s'y sont fixées, la disparition mentionnée ci-dessus de l'amidon, la naissance de nouvelles petites cellules et toutes les autres modifications décrites par Chatin dans les termes que je viens de citer. Par contre, il n'y a pas moins de sept figures pour représenter la séparation lente des spirales des vaisseaux spiriformes (Pl. I, fig. 20; Pl. II, fig. 21—26). Or ce phénomène, je l'ai observé très souvent dans les tuniques malades et mourantes de bulbes d'oignons, attaqués par les anguillules. Je n'ai toutefois pas observé de gommification, mais seulement une couleur brune que prend toute la tunique par suite d'une désorganisation ordinaire, à laquelle résistent naturellement le plus long-temps les parties solides telles que les spirales des trachées aériennes.

En finissant mon rapport au sujet des recherches de Chatin, je dois avouer que je n'ai pu me fournir une idée exacte concernant la vraie nature des nématodes décrits par cet auteur, pas plus que sur la maladie des oignons causée par ces nématodes. J'incline à croire que le nématode de Chatin n'est pas différent de celui décrit par Beyerinck et par moi, et que, par suite, la maladie, dont traite cet auteur, est la maladie ordinaire, trop bien connue des cultivateurs de la Hollande méridionale et de la Zélande, sous le nom de „kroefziekte”. Toutefois il se pourrait aussi qu'il s'agisse d'une maladie des oignons produite par une toute autre cause, et que l'apparition des anguillules ne soit qu'un phénomène secondaire. En effet, on sait que beaucoup d'espèces de nématodes de ce groupe aiment à se fixer dans des substances organiques à moitié

¹⁾ Cependant à cela s'oppose, outre ce qui a été dit p. 284 de ce mémoire, concernant la structure de l'œsophage et de l'appareil génital mâle, la longueur plus grande des anguillules de Chatin, laquelle est moyenne, pour les femelles, de 1,8 millimètre.

desséchées ou en décomposition. On pourrait peut-être, dans ce cas, songer au genre *Dorylaimus Duj.*, car chez les anguillulides, dont les dimensions du corps sont un peu plus grandes que celles des *Tylenchus* (voir la note), la structure de l'œsophage et des organes génitaux mâles ressemble plus — quoique pas complètement — à celle des mêmes organes chez les anguillulides de Chatin. Mais je dois le répéter: les descriptions et les figures de cet auteur sont trop inexactes pour qu'on puisse s'y baser.

C. Mes recherches concernant la maladie vermiculaire des oignons causée par les anguillules.

Dans l'examen de cette maladie la coopération obligeante de praticiens ne m'a pas fait défaut. En 1883 je vis pour la première fois des oignons atteints de cette maladie, chez mon collègue d'alors, le Dr. Beyerinck. En 1884, M. J. van Es Lzn., à Mélissant (Hollande méridionale), qui avait procuré aussi au Dr. Beyerinck les matériaux pour ses recherches, et M. L. J. Mol, à St. Maartensdijk (Zélande), m'envoyèrent de la terre argileuse dans laquelle les oignons avaient, l'année précédente, contracté la maladie, dite „kroefziekte”. Plus tard M. van Es m'envoya, à plusieurs reprises, des oignons malades, surtout en 1885, quand j'en reçus à tous les degrés de leur développement. Toutefois je ne puis ajouter beaucoup de remarques aux recherches de Beyerinck dont il est parlé à la page 282; car l'auteur, dans son article cité et qui parut dans le „Maandblad der Hollandsche maatschappij van Landbouw,” a décrit la succession des phénomènes pathologiques, sous une forme succincte, mais avec beaucoup d'exactitude. Je renverrai donc aux recherches de Beyerinck en me permettant d'y ajouter quelques remarques.

J'ai dit que les *Tylenchus* ne pénètrent à l'intérieur des plantes de seigle que lorsque celles-ci montrent déjà deux ou trois feuilles; mais dans les oignons ils se fixent lorsque les plantes ne montrent encore que les cotylédons, et même d'ordinaire avant que ces derniers apparaissent au dessus du sol. Cependant les plantes qui ont déjà plus de feuilles, sont aussi susceptibles d'infection. Plus les plantes grandissent, moins elles paraissent y être sujettes. Beyerinck dit: „Mes recherches m'ont appris que les anguillules peuvent pénétrer dans les oignons semés même à la fin de juillet et leur communiquer la maladie, et que les oignons plus âgés, qui possèdent déjà la quatrième ou la cinquième feuille, ne sont plus aptes à contracter la maladie.”

Je ne puis me rallier entièrement à cette opinion. En effet, lorsque j'ai infesté de *Tylenchus* le sol qui portait des oignons sains, j'ai bien observé que les plantes contractaient la maladie d'autant plus facilement qu'elles étaient plus jeunes, mais aussi que des oignons, arrivés à la moitié de leur développement, n'étaient pas à l'abri de la maladie, quoique parmi ces derniers plusieurs en fussent demeurés exempts.

Mais la grande majorité est déjà attaquée pendant la germination, et les phénomènes, que présente la maladie, sont alors les suivants : lorsque à la germination le spermoderme se fend, alors déjà les anguillules se rendent dans le cotylédon, qui est à peine sur le point de sortir. Il n'est donc pas étonnant que ce cotylédon commence immédiatement un développement anormal ; il se gonfle en plusieurs endroits d'une manière singulière, et prend des formes sinueuses (v. fig. 1, *b*, Pl. IV). Dans une plante germant normalement (Pl. IV, fig. 1, *a*) le cotylédon porte toujours à son extrémité le spermoderme vide ; mais si le sol dans lequel les graines d'oignons germent, renferme des *Tylenchus* vivants, il arrive souvent que le cotylédon se gonfle si fort que le spermoderme se détache et qu'ainsi la jeune plante arrive au-dessus du sol sans emporter le spermoderme (Pl. IV, fig. 1, *d*). Comme il résulte de la comparaison entre la figure 1, *b*, *c*, *d*, (Pl. IV) et la fig. 1, *a*, les plantules d'oignons malades sont bientôt moins vertes, plus jaunâtres que les plantules saines ; en certains cas, cette différence s'accentue graduellement, mais en d'autres cas, notamment lorsque la plantule n'est habitée que par un petit nombre de vers, la couleur normale verte se montre de plus en plus. Dans ce dernier cas, la plantule se développe (Pl. IV, fig. 1, *c*), quoique d'une façon anormale ; dans l'autre cas, elle meurt et entre bientôt en décomposition ; c'est par l'extrémité du cotylédon qu'elle commence à brunir (*d*). A l'examen microscopique des plantes devenues jaunâtres par la maladie produite par les anguillules, on observe que la chlorophylle diminue et manque ci et là dans les cellules. Il se pourrait que la mort précoce des plantes d'oignons malades, sur laquelle Beyerinck appelle l'attention (v. p. 283), doive être attribuée à la présence d'une trop faible quantité de chlorophylle, de sorte que l'assimilation ne peut plus suivre sa marche naturelle. Mais il n'est pas impossible non plus que le disparition de la chlorophylle soit causée par la mort des cellules. Je tiens à rappeler que des taches jaunes se reproduisent également dans les feuilles des jacinthes aux endroits où se trouvent beaucoup d'anguillules (voir Chapitre V, B, et Pl. VII, fig. 2) et que ces endroits meurent de même graduellement.

Les figures 1, *a*, *b*, *c*, *d*, (Pl. IV) représentent, en grandeur naturelle, une plante d'oignon saine et trois exemplaires atteints de la maladie, tels

qu'ils se présentèrent au 25 mai. La planche V, fig. 1 représente une plante d'oignon plus âgée qui a échappé provisoirement à la mort, mais qui est fortement atteinte de la maladie. A côté (fig 2) on voit une plante saine, du même âge. Ces plantes sont plus âgées d'un mois que celles représentées par la Pl. IV, fig. 1, *a*, *b*, *c* et *d*. On voit ici encore plus clairement que dans les dernières figures, comment la plante malade, au lieu de se développer promptement en longueur, a employé toute sa nourriture pour grossir d'une manière anormale. Les feuilles surtout sont extraordinairement gonflées dans leur milieu, et du bulbe en formation quelques écailles ont une grosseur anormale. La figure 3 donne une coupe en *a b* de la plante, figurée en fig. 1 ; et la figure 4, une coupe semblable en *a b* de celle montrée en fig. 2. On voit que, dans la plante saine, chaque écaille du bulbe présente partout une épaisseur uniforme, tandis que dans la plante malade l'épaisseur n'est point partout la même, et qu'en général les écailles de l'intérieur ont plus grossi que celles de l'extérieur. Il suit de cette dernière circonstance que les écailles situées vers l'extérieur se fendent pour permettre à celles de l'intérieur de se développer. C'est ce qu'on remarque aussi bien dans la fig. 1 que dans la fig. 3 (Pl. V). Tandis que dans la plante saine (fig. 2 et 4) chaque écaille extérieure enveloppe l'autre, dans la fig. 3, l'écaille extérieure ne s'étend que de *p* à *q*, la seconde de *r* à *s*, alors que la troisième, la plus grosse de toutes, forme un cercle continu : il n'est toutefois pas impossible que la quatrième écaille ne fasse éclater plus tard la troisième, près de *t*.

De même que dans la maladie du seigle, la cause de l'aspect abnormal des plantes réside également ici dans ce fait que la croissance en longueur des faisceaux fibro-vasculaires est arrêtée par la présence des anguillules, tandis que, au contraire, le parenchyme des feuilles prend des proportions anormalement agrandies. Il en résulte que les plantes demeurent courtes, pendant que les feuilles se gonflent et se crispent, et que les écailles acquièrent une grosseur extraordinaire. Là où les anguillules se trouvent en grand nombre, la feuille ou l'écaille montre le plus d'épaisseur ; celle-ci n'est donc pas partout la même.

Je ne puis admettre qu'en partie la manière de voir de Beyerinck concernant les causes de la croissance anormale des organes malades des plantes attaquées. Il l'attribue (v. p. 283 de ce mémoire) „à une augmentation de volume de chaque cellule en particulier, et non à un accroissement du nombre des cellules existantes.” Il est très vrai que les parties malades présentent un grossissement considérable des cellules ; et chez les *feuilles très jeunes* auxquelles Beyerinck emprunta ses sections, on n'observe ordinairement que ce phénomène *seul*. Les représentations

qu'il donne dans sa fig. 4, *a* et *b*, sont très exactes. Mais si on fait une section dans des feuilles plus âgées ou dans des écailles de bulbes, on observe — outre un grossissement considérable des cellules parenchymateuses — une *augmentation* de ces cellules, et encore une fois, dans de grandes proportions, là où se trouvent le plus grand nombre d'anguillules et d'œufs de ces vers. Ce qui se présente chez les oignons malades, s'accorde donc entièrement avec ce que j'ai observé chez d'autres plantes atteintes de la maladie des *Tylenchus*, et avec ce que Frank¹⁾ découvrit concernant l'action de l'*Heterodera radicicola Greeff* sur différents végétaux, et avec ce que Treub nous apprend concernant l'action de l'*Heterodera javanica* sur la racine de la canne à sucre malade. Ce dernier naturaliste constate au cylindre central de la racine, autour de l'endroit où un *Heterodera* a attaché son orifice buccal, une croissance anormale et la formation d'une grande quantité de noyaux dans 5 ou 6 cellules; mais lors de la présence de deux *Heterodera* à proximité l'un de l'autre, surtout lorsque des racines minces sont attaquées, Treub trouva une *augmentation* très visible de cellules²⁾.

J'ai représenté fig. 1 Pl. VI, une section d'une écaille saine, la troisième en comptant de l'extérieur; en fig. 2 une section d'une même troisième écaille malade. On y observe non seulement un agrandissement des cellules parenchymateuses et une augmentation de leur nombre, mais encore un agrandissement — moins prononcé toutefois — du faisceau fibro-vasculaire, sur la section transversale. Le xylème aussi bien que le phloème sont augmentés en volume.

Lorsqu'un grand nombre d'anguillules se sont fixées spontanément dans les plantules d'oignon en germination, ces dernières meurent promptement; mais lorsque ce nombre est moins grand ou bien lorsqu'elles se fixent plus tard dans les jeunes oignons, il se peut que ces derniers restent plus longtemps en vie, même qu'ils soient encore en vie lorsque les oignons sains sont en état d'être récoltés. — Entretemps le petit nombre d'anguillules qui se sont fixées dans les jeunes plantes, se sont peu à peu multipliées; il n'est dès lors pas étonnant que plus tard les plantes, bien qu'elles aient formé un bulbe, conservent sous plusieurs rapports un développement anormal et que par suite le bulbe n'ait aucune valeur commerciale. Dans

¹⁾ Voir B. Frank, „Ueber das Wurzelälchen und die durch dasselbe verursachten Beschädigungen der Pflanzen” dans „Landwirthschaftliche Jahrbücher”, Bd. XIV (1885), p. 152, etc.

²⁾ Voir M. Treub, „Mededeelingen uit 's Lands Plantentuin,” II: „Onderzoeken over Sereh-ziek suikerriet, gedaan in 's Lands Plantentuin te Buitenzorg,” Batavia, 1885 (p. 20 et 21).

la fig. 2 (Pl. IV) j'ai représenté un de ces bulbes d'oignon qui se sont plus ou moins rétablis; mais ce bulbe présente trop d'anomalies pour avoir quelque valeur. La fig. 3 montre le même bulbe vu en dessous. En général on remarquera ce qui suit concernant ce bulbe: les écailles intérieures (*a*) ont, par leur développement extraordinaire, fait crever les écailles extérieures (*b*), ce qui est cause que le bulbe est entièrement fendu d'un côté (celui tourné vers le lecteur, dans la fig. 2, et près de *x* dans la fig. 3). Par le développement vigoureux des écailles intérieures, celles de l'extérieur se sont détachées du disque, de sorte qu'en regardant le bulbe en dessous (fig. 3) on aperçoit successivement plusieurs écailles, au lieu d'une écaille unique (extérieure). Certaines écailles (*c*, fig. 2 et 3) se sont tellement développées aussi à la partie inférieure, qu'elles descendent plus bas que le disque (*d*, fig. 2 et 3) auquel sont attachées les racines. De plus, ces écailles, par suite de cette circonstance que les faisceaux fibro-vasculaires ont cessé de croître, tandis que la masse parenchymateuse continuait son développement, se sont divisées près de *c*, en deux parties qui s'éloignent l'une de l'autre; comme on le remarque dans les figures citées, l'une pièce se courbe vers le disque, l'autre s'en écarte.

Comme il a été dit plus haut, les plantes d'oignon malades, meurent parfois déjà étant très jeunes; Beyerinck avait fait remarquer que les plantes attaquées entrent très promptement en décomposition, plus promptement que si elles étaient mortes par une autre maladie. Or, cette tendance à se décomposer aussitôt après la mort, affecte les plantes malades et chacune de leurs parties, à tout âge. Ainsi les bords des écailles disloquées de l'oignon figuré fig. 2 et 3, sont déjà morts et à moitié décomposés. En plaçant sous le microscope la masse en décomposition, on voit les cellules et les vaisseaux, à peu près tels que Chatin les représente dans ses fig. 24—26. Les spirales et les autres parties épaissees de la paroi des vaisseaux opposent la plus grande résistance à l'anéantissement général.

D. Examen des remèdes à employer contre la maladie des oignons.

A mon grand regret je ne puis indiquer ici des remèdes dont les résultats seraient positivement ou très probablement efficaces. Comme l'anguillule dont il est question, *Tylenchus devastatrix*, ne se fixe pas seulement dans les oignons, mais qu'elle peut vivre en parasite dans 33 autres plantes au moins, il n'existe aucune chance d'enrayer le mal

par l'assolement, ou même en s'abstenant, pendant plusieurs années consécutives, de cultiver des oignons sur des champs infestés. En effet, l'anguillule qui cause la maladie des oignons, peut aussi se fixer dans *Poa annua*, *Anthoxanthum odoratum*, *Sonchus oleraceus*, *Geranium molle* et dans différentes autres espèces herbacées, et se maintenir ainsi, pendant des années, sur des champs une fois infestés, jusqu'à ce qu'on y cultive de nouveau des oignons, et alors cet ennemi microscopique se fixe encore dans sa plante de prédilection pour s'y multiplier à l'infini.

Toutefois le défaut d'un assolement régulier, et la culture trop souvent répétée de l'oignon sur le même champ pourront être nuisibles, au même titre que la culture répétée du seigle dans les sols infestés d'anguillules. En effet, l'oignon est une plante dans laquelle les „anguillules de l'oignon” (c'est à dire ces exemplaires de l'espèce *Tylenchus devastatrix* dont les ancêtres ont vécu depuis plusieurs générations dans les oignons) vivent de préférence en parasites, dans laquelle elles se développent facilement et se propagent avec une extrême rapidité. Lorsque ces anguillules de l'oignon en sont réduites à devoir se contenter d'autres végétaux (des mauvaises herbes p. ex.), elles se développent et se propagent moins vite que lorsqu'elles ont des oignons comme habitat.

Comme dans la maladie du seigle, on pourra, dans la maladie des oignons, attendre de bons résultats d'une bonne fumure. Non que les anguillules soient tuées par le fumier naturel, ou par quelque engrais chimique ; mais une bonne fumure procure aux plantes une végétation rapide par laquelle elles peuvent souvent échapper à une destruction totale. Supposez en effet qu'un même nombre d'anguillules pénètrent dans une plante à végétation rapide et dans une autre à végétation lente, il est à croire que cette dernière sera bientôt si remplie d'anguillules, qu'elle mourra promptement, tandis que la première, à cause de ses dimensions plus grandes, renferme relativement moins d'anguillules et a donc plus de chance de rester en vie.

Je me suis posé à moi-même la question de savoir si on ne pourrait pas employer avec succès, contre la maladie des oignons, des plantes-pièges, telles que Kühn employa avantageusement contre la redoutable anguillule de la betterave (*Heterodera Schachtii*). J'estimais qu'il y avait lieu d'essayer si le seigle n'aurait pu servir de plante-piège pour les anguillules de l'oignon ; en effet, parce que le seigle d'hiver reste sur les champs en hiver, cette plante se prêterait à merveille pour cet objet. Les oignons se récoltent ordinairement en septembre. On pourrait aussitôt après, semer du seigle d'hiver sur les champs infestés, dans l'espoir que les anguillules de l'oignon iront se fixer dans les plantes de seigle. Ensuite, dès

le printemps, on arracherait le seigle, et la terre se trouverait ainsi nettoyée des anguillules habitant les plantes arrachées, avant qu'on sème de nouveau l'oignon. — M. van Es, à Mélissant, a eu l'obligeance de faire des essais dans ce sens, à ma demande et selon mes indications ; au milieu d'un champ où, l'année précédente, les oignons avaient contracté la maladie, on choisit une bande de 3—4 pieds de largeur en deux sens, et ces bandes qui formaient ainsi une croix, furent ensemencées de seigle, à l'automne. Au printemps suivant, on arracha les plantes de seigle et le champ entier fut ensemencé d'oignons. Cependant le résultat désiré ne se montra pas. Il est vrai qu'en examinant de plus près, je pus m'assurer que quelques anguillules avaient passé, du sol infesté, dans le seigle ; mais leur nombre était si petit que les plantes n'en étaient nullement altérées, de sorte que, par la culture de ces plantes, le sol n'était pas désinfecté. Aussi la végétation des oignons qui se trouvaient sur les bandes en forme de croix dont j'ai parlé, n'était pas sensiblement meilleure que dans les autres parties du champ. — Il n'est pas précisément étonnant que les résultats de cet essai ne soient pas très brillants ; en effet, je savais d'avance que le *Tylenchus devastatrix* peut vivre en parasite dans plusieurs sortes de plantes cultivées et sauvages, mais aussi que des exemplaires dont les ancêtres ont vécu en parasites, depuis plusieurs générations, dans une seule plante déterminée, ne passent pas facilement dans une autre plante, surtout lorsque cette dernière n'a pas une bien étroite parenté avec la première (voir plus haut, p. 234). Même ces insectes préfèrent vivre parfois, pendant quelque temps dans le sol, plutôt que de passer — au moins en grand nombre — dans une autre plante.

Il est assez naturel de demander pourquoi on ne semerait pas de la graine d'oignon sur un terrain malade, dans le but d'enlever plus tard les jeunes plantes ; car de même que les plantes de seigle sont les meilleures plantes-pièges pour un champ infesté d'anguillulides de seigle, de même les plantes d'oignon seront les meilleurs piéges pour les champs malades où l'on veut cultiver des oignons. Mais il ne saurait être question de semer des oignons après la moisson (en septembre), car les plantes ne pourraient plus prendre un développement convenable avant l'arrivée du temps froid. On devrait donc semer au printemps et de cette façon la culture des plantes-pièges prendrait une année entière. Toutefois il n'est pas à prévoir que (même en agissant ainsi) on pourrait obtenir des résultats satisfaisants. En effet, les jeunes plantes sont à peine sorties de terre lorsque les anguillules vont s'y fixer ; et lorsque la plupart des plantes ainsi devenues malades, meurent en peu de temps, les anguillules

se répandent de nouveau dans le sol. Or comme les jeunes plantes d'oignon meurent si promptement, il n'est pas possible de s'en servir en guise de plantes-pièges pour les champs infestés. Il en est tout autrement des plantes de seigle lorsque les anguillules s'y fixent; elles deviennent il est vrai, malades, mais elles ne meurent qu'exceptionnellement avant l'hiver, par l'action des parasites. Par la culture du seigle on peut espérer d'extraire du sol les anguillules du seigle, tandis que la culture des oignons ne laisse que peu de chance pour l'extraction des anguillules de l'oignon.

Comme les anguillules de l'oignon se fixent en général dans la plantule lorsque celle-ci est encore cachée dans le spermoderme, M. van Es s'est demandé s'il ne serait pas utile de faire séjourner les graines d'oignon, avant de les semer, dans l'un ou l'autre liquide qui empêcherait, que lors de la germination, lorsque le spermoderme s'entr'ouvre, les anguillules ne pourraient se fixer dans les cotylédons; il pourrait, il est vrai, arriver qu'elles se fixent plus tard dans ces cotylédons, dans les autres feuilles, la tige ou le bulbe, mais alors la plante aurait atteint un plus grand développement et serait en état d'opposer plus de résistance. — On ne peut se prononcer à priori sur les résultats plus ou moins favorables du remède préconisé par M. van Es. Des essais faits avec soin sont seuls capables de résoudre la question. En tout cas l'observation de M. van Es mérite d'être prise en considération. Aussi je me propose de faire, aussitôt que je le pourrai, des expériences décisives, afin de savoir si le procédé indiqué peut amener quelque résultat.

CHAPITRE V.

La maladie annulaire des *Hyacinthus orientalis* et *Hyacinthus romanus*.

a. Littérature.

GEORGE VOORHELM, „*Traité sur la Jacinthe*”, Haarlem, 1752, p. 110—113.

Id., 2me édition, Haarlem, 1762; pag. 114—117.

GEORGE VOORHELM, „*Traité de la Jacinthe*”, 3me édition, Haarlem, 1773; p. 129—132.

(SAINT SIMON) „*Des Jacinthes, de leur anatomie, reproduction et culture*”, Amsterdam, 1768; pag. 151, 152.

MEIJEN, „*Pflanzenpathologie*”, Berlin, 1841; pag. 295—304.

JULIUS KÜHN, „*Die Krankheiten der Kulturgewächse*”, Berlin, 1858; p. 19.

- HALLIER, „*Phytopathologie*”, Leipzig, 1868 ; pag. 227.
- PAUL SORAUER, „*Handbuch der Pflanzenkrankheiten*”, Berlin, 1874 ; pag. 273, 352.
- PAUL SORAUER, „*Untersuchungen über die Ringelkrankheit und den Russthau der Hyacinthen*”, Berlin u. Leipzig, 1878.
- J. B(ERKELEY) donne dans „*Gardeners' Chronicle*”, 1878, p. 815, un compte rendu des recherches de Sorauer.
- J. H. KRELAGE donne un compte rendu critique des mêmes recherches, dans le „*Gardeners' Chronicle*”, 1879, p. 43.
- B. FRANK, „*Die Krankheiten der Pflanzen*”, Breslau, 1881, p. 544.
- ED. PRILLIEUX, „*La maladie vermiculaire des Jacinthes*”, dans le „*Journal de la Société nationale d'horticulture*”, 3me série, III, 1881 ; p. 253—260.
- F. von THÜMEN donne dans „*Wiener illustrirte Gartenzeitung*”, de 1881, p. 458—460, un compte rendu des recherches de Sorauer et Prillieux.
- E. OTTO, „*Die Wurmkrankheit der Hyacinthen von E. Prillieux, mit einer Nachschrift über die Ursache u. Unterschiede der Wurmkrankheit von der Ringelkrankheit der Hyacinthen*”, (dans „*Hamburger Garten u. Blumenzeitung*”, 1882, p. 208—214).
- PAUL SORAUER, „*Zur Klärung der Frage über die Ringelkrankheit der Hyacinthen.*” („*Wiener illustrirte Gartenzeitung*”, 1882, p. 177-179).
- HUGO DE VRIES, „*Het ringziek der hyacinthen*”, Haarlem, 1882 (édition pour l'usage des membres de la Société „*Algemeene Vereeniging voor Bloembollencultuur*”): un compte rendu des recherches de Prillieux.
- J. H. WAKKER, „*Onderzoek der ziekten van hyacinthen en andere bol- en knolgewassen*”, compte rendu de l'année 1883 ; p. 24—28 (1884 ; édition pour l'usage des membres de la Société „*Algemeene Vereeniging voor Bloembollencultuur*”).
- J. RITZEMA Bos, „*Onderzoeken aangaande het ringziek der hyacinthen en aangaande daarmee verwante ziekten van eenige cultuurgewassen*”, communication provisoire dans „*Nederlandsch Tuinbouwblad*”, Groningen, 1885, n°. 4.
- J. RITZEMA Bos, „*Ueber Aelchenkrankheiten verschiedener Culturgewächse, verursacht von *Tylenchus devastatrix* Kühn; vorläufige Mittheilung*”, (dans „*die landwirthschaftlichen Versuchstationen*”, herausgegeben von F. Nobbe, 1885).

B. Résumé des écrits d'auteurs antérieurs concernant la maladie annulaire des jacinthes.

La maladie dite „ringziek” (maladie annulaire) est connue depuis longtemps des fleuristes de Harlem, comme le prouvent les dénominations „oud ziek” (maladie ancienne) et „gewoon ziek” (maladie ordinaire). Il y a plus de cent ans déjà, les fleuristes employaient contre cette maladie les mêmes moyens qu'aujourd'hui, comme l'indiquent les paroles suivantes de Saint Simon („Des Jacinthes”; 1768; pag. 151): „Quand les oignons ont été quelque tems sur les planches on les nettoie, on regarde s'ils sont sains pour en séparer tous les malades, ce qui se voit en coupant l'oignon à l'endroit où les fannes se sont détachées. Si les cercles des tuniques y sont bien sains et sans taches, on ne doit point craindre, que les oignons soient malades, dans les cas, où ils n'annoncent rien à l'extérieur de gâté; mais s'ils ont la moindre petite tache, il faut la suivre avec le canif et couper jusques à la racine du mal. On a vu que l'amputation ne détruit jamais l'oignon; elle est un remède certain aux maladies qui le font gâter et pourrir. Comme quelques unes de ces maladies sont contagieuses et se communiquent même en terre aux oignons qui n'y sont pas si serrés que sur les planches, les fleuristes ont grande attention de les bien examiner et de prévenir le désordre que pourraient causer les oignons malades.

„Ils ne connaissent point encore la nature de ces maladies ni ce qui les occasionne. J'ai remarqué que le remède le plus certain est d'amputer toutes les parties gâtées. Plusieurs fleuristes ne font plus de difficulté de couper et d'enlever tout ce qui paraît vicié dans leurs oignons. Le grand art que l'expérience seule peut donner, est de savoir dessécher la coupure sans laisser trop épuiser l'oignon de sa sève, et savoir le remettre en terre à propos. Plus on coupe les oignons de bonne heure et mieux les opérations réussissent, et plus sûrement on conserve l'oignon. La maladie la plus commune aux oignons est une sève extravasée entre les tuniques; elle engendre la pourriture en peu de tems. On voit un grand nombre de pucerons dans ces oignons; il est difficile de dire s'ils ont occasionné la perte de l'oignon en s'y introduisant, ou s'ils n'y ont pas été déposés en œufs, ce qui me paraît plus vraisemblable. Je n'ai jamais trouvé dans aucune jacinthe que ce puceron dont je parle, ou de ces insectes qu'à cause de leur grand nombre de pieds on appelle mille-pieds. Il est très difficile d'observer, comment ces animaux s'y sont introduits. Une observation assez générale est que les oignons qui restent

plusieurs années dans la même place, sont très sujets à s'y gâter, et à gagner cette maladie épidémique, qui les détruit jusques sur les planches des serres. C'est pour cette raison que les fleuristes non seulement relèvent tous les ans jusques à leurs oignons les plus communs, mais même qu'ils les changent encore de terre, soit en la renouvelant, soit en les mettant alternativement en différentes places."

Quoique dans les lignes qui précèdent, l'auteur ne donne pas une description complète de la maladie des jacinthes, il me paraît cependant évident que Saint Simon n'a pas eu en vue d'autre maladie; cela résulte entre autres, des moyens déjà employés dans son temps contre cette maladie, savoir l'amputation des parties malades, mais surtout de l'observation des cercles des tuniques. Là où Saint Simon parle de pucerons, dont il ne peut pas dire s'ils sont la cause de la maladie dont il s'agit, il ne vise probablement les pucerons proprement dits, mais une espèce de mites (acariens) que moi-même j'ai trouvés en grande quantité dans les écailles mortes ou à demi mortes de jacinthes malades; il sera parlé plus en détail de ces mites, ci après.

Déjà avant Saint Simon, George Voorhelm, fleuriste à Harlem, a écrit sur la maladie des jacinthes. Comme je n'ai pu me procurer la première édition de son „*Traité de la Jacinte*” qui parut en 1752, je ne puis citer ici que le passage de cet auteur judicieux qui figure à la 3^e édition (1773), page 129 et suivantes: „La principale (des maladies des jacinthes) est une corruption dans les sucs de l'oignon, qui se manifeste à la circonférence par un cercle ou demi cercle brun ou de couleur de feuille morte qui règne dans l'oignon entier.... Quand la maladie n'est pas grande, il n'y a qu'une partie du tour de l'oignon, qui soit infecté de la corruption, et tant que la plante est en terre, on ne peut pas s'apercevoir de ce défaut. Mais dès que le mal forme le cercle entier, la maladie est dangereuse, l'oignon est sur le point de perdre la vie: il ne faut rien espérer d'une plante qui au printemps porte la marque de la peste à sa fane. Quelquefois le fond ou cercle des racines en est le premier frappé; dans ce cas-là on ne pourra en avoir connaissance que lorsque ce vice aura atteint tout l'oignon, et on ne pourra plus y rapporter de remède. Quelquefois aussi c'est à la pointe de l'oignon que le mal commence, alors il n'est pas impossible de le soulager, si on s'y prend à temps; on en coupe à prendre d'en haut jusqu'à ce qu'on n'apperçoive plus de contagion. Quand même par cette amputation l'oignon se trouverait réduit à moitié, il peut encore revenir. Aussitôt l'opération faite, il faut l'exposer au soleil derrière un verre, le dessus en deviendra plutôt sec. C'est inutilement qu'on attribue cette maladie

à un défaut d'attention qu'on aura eu en été d'avoir mis l'oignon sec dans un endroit, qui lui aurait été malsain, ou de l'avoir mal posé. Il la contracte dans le terrain où il a été planté; suivant toute apparence une mauvaise nourriture, qu'on ne peut pas connoître et qui est invisible, est la source du mal. Voici les précautions prescrites par l'expérience pour le prévenir.

1. Ne pas mettre la plante dans un endroit où l'eau séjourne en hiver.
2. Ne la pas garnir de terre mêlée avec du fumier de cheval, de brebis ou de cochon.
3. Se donner encore de garde de se servir de terre où l'on aurait planté plusieurs fois réitérées en peu de tems des jacintes.
4. Ne pas planter de bons oignons auprès de ceux qui seraient infectés de ce mal.

„J'en avertis, la maladie dont je viens de parler est contagieuse; il faut rejeter les oignons qui en sont attaqués à n'en pouvoir revenir. Ils ne seroient pas en état d'opérer si on s'en servoit, s'il en était autrement, leurs productions ne seroient pas meilleures qu'eux, toutes leurs parties ne pourroient qu'être vitiées, d'ailleurs elles périront bientôt. Il est donc du devoir d'un curieux de bien visiter tous ses oignons avant que de planter; il doit aussi également observer si les pointes et les cercles des racines sont en état de bien pousser. Quand il soupçonne de quelque mal, il emploie le couteau, et trouve-t-il l'oignon bien blanc partout où il le porte, il n'a rien à craindre, s'y il avoit eu du mal, il se seroit manifesté”¹⁾.

J'ai cité littéralement les paroles de George Voorhelm parce qu'il en résulte clairement que la maladie dont parle cet observateur judicieux, n'est autre que celle qui cause de nos jours tant de pertes à nos fleuristes et qu'ils appellent „ringziek” ou „oudziek.” Tandis que Saint Simon ne peut se prononcer sur les causes de la maladie, qu'il croit toutefois peut-être pouvoir attribuer à des mites, Voorhelm estime que cette maladie est causée par une nourriture insuffisante. Quoique cette appréciation soit erronée, il nous fait part de deux observations intéressantes, savoir que la maladie a son origine dans le sol (ce qui n'est pas vrai dans tous les cas, comme il sera démontré plus loin) et qu'elle est contagieuse.

Dans son traité „Pflanzenpathologie” (publié en 1841 par Nees von Esenbeck) F. Meyen décrit (page 295) en détail une maladie qu'il appelle

¹⁾ M. J. H. Krelage a eu l'obligeance de comparer la 1^{re} édition de l'ouvrage de Voorhelm avec la 3^{me} édition citée par moi; il en résulte que cette 1^{re} édition ne diffère de ma citation que par quelques mots.

„Ringelkrankheit”, „Ringsucht”, „Ringelsucht”, „das Feuer”, „Hyacinthenpest.” Il est toutefois aussi vraisemblable qu'il n'a pas eu en vue la maladie connue depuis longtemps par nos fleuristes sous le nom de „ringziek” ou „oudziek.” En effet il parle d'une „verheerende Krankheit, welche sich in rostfarbenen Flecken zeigt, die zuerst einzelne Theile der Zwiebelscheibe ergreifen, und sich von hier aus über einzelne oder über mehrere Schuppen von Unten nach Oben verbreiten. Ist die Krankheit weiter vorgeschritten, so findet man den grössten Theil der Zwiebelscheibe davon ergriffen, die Ersatzknospe zerstört, und selbst grosse Parthieen der Schuppen von der Basis bis zu dem Zwiebelhalse mehr oder weniger vollständig rostfarben oder schon ganz zerstört. Die äussern Zwiebelschuppen sind dabei von ganz gesundem Ansehen, und an ausgenommenen trocknen Zwiebeln erkennt man diese Krankheit nur dadurch, dass sich der Zwiebelhals oder die Zwiebelscheibe mehr oder weniger leicht eindrücken lassen. Dieses findet aber nur alsdann statt, wenn die Krankheit schon in sehr hohem Grade die Zwiebel ergriffen und im Innern grosse Zerstörungen veranlasst hat. In geringerem Grade möchte es schwer, ja selbst unmöglich sein, die Krankheit schon an trocknen Zwiebeln zu erkennen. Sind dergleichen erkrankte Zwiebeln gepflanzt, . . . so zeichnen sich die Blätter derselben sehr bald . . . aus, und zwar . . . durch eine gelbe oder doch ungewöhnliche Farbe der Blätter, und durch ungleiche Höhe derselben; oder es sind auch alle Blätter kleiner als die andrer Zwiebeln von gleicher Sorte. Ist die Krankheit schon weit ausgebreitet, so erscheinen die Blätter unregelmässig, oft spiraling gekrüummt, und der Blumenstiel fault in der Tiefe ab, indem er wie ausgedreht erscheint . . . Die Blätter lassen sich oft sehr leicht von ihren Zwiebelschuppen trennen, indem die Basen der Blattstiele abgefaul sind. Mitunter wurden die Blätter auch gelb, ehe sie abgefaul waren, schrumpften zusammen und vergingen endlich ganz . . . Schneidet man nun an den kranken Zwiebeln den Wurzelhals durch horizontale Schnitte ab, so wird man eine oder mehrere Schuppen von einer gelbbraunen Farbe und einer weichen, breiigen Substanz finden; und diese ringförmigen, braunen Flecken, welche die Verderbniss der Schuppen anzeigen, haben die Veranlassung zu dem Namen der Ringelkrankheit gegeben.”

Quoique la maladie décrite par Meyen dans les termes qui précédent, concordent sous certains rapports avec la vraie maladie „ringziek”, connue par nos fleuristes de Harlem, il n'en est pas moins vrai qu'il s'agit ici d'une toute autre maladie; en effet 1°. Dans la maladie décrite par Meyen le disque du bulbe est attaqué en premier lieu, tandis que dans la vraie maladie „ringziek” les écailles montrent d'abord les

symptômes de la maladie, laquelle peut s'étendre graduellement jusqu'au disque, quoique cela n'arrive pas toujours. 2°. Chez les jacinthes atteintes de maladie annulaire, ni le disque ni le bourgeon ne se laissent facilement comprimer. 3°. Les feuilles de jacinthes atteintes de „ringziek” ne jaunissent pas sur toute leur surface, et pas plus que le pédoncule, elles ne meurent par le pied. Il m'est impossible de dire avec certitude quelle maladie Meyen a voulu désigner par la dénomination de „Ringelkrankheit”, et faire des conjectures à ce sujet m'amènerait trop loin; il est possible que Meyen ait confondu entre elles plusieurs maladies différentes; mais il est certain que la maladie décrite par lui, ne peut être assimilée à celle connue sous le nom de „ringziek” par nos fleuristes de Harlem.

Kühn et Hallier rattachent cette maladie („Ringelkrankheit”, „Ringelsucht”, „Hyacinthenpest”) aux maladies de pourriture auxquelles sont surtout sujettes les parties souterraines et charnues des plantes („Wurzelbrand” ou „Zellenfaûle” selon Kühn, „Fäulnisskrankheit” selon Hallier). Mais il n'est pas douteux que Kühn, pas plus que Meyen, n'ait eu en vue la vraie maladie „ringziek”, puisqu'il dit que dans cette maladie „rothe Flecken an dem Zwiebelkuchen der Hyacinthen entstehen, die bald auch die Zwiebelschuppen ergreifen und den Tod der Pflanze in kurzer zeit herbeiführen.” — Ni Kühn ni Hallier ne se prononcent d'une façon positive concernant la vraie cause de la maladie dite „Ringelkrankheit”.

Le premier qui, après un examen microscopique et macroscopique, arrive à une conclusion concernant la *cause* de la maladie annulaire, est Paul Sorauer. Dans ses „Untersuchungen über die Ringelkrankheit und den Russsthau der Hyacinthen” il donne d'abord une définition exacte de cette maladie; une définition qui paraît exclure toute idée d'une autre maladie. „Unter Ringelkrankheit”, dit-il, „versteht man in der Praxis denjenigen pathologischen Zustand, der sich durch Braunfärbung und Auflösung einer Schuppe mitten zwischen gesunden Zwiebelschuppen kenntlich macht; diese Zersetzung des Gewebes steigt meist vom Zwiebelhals aus abwärts in den Zwiebelboden. Ist sie dort angelangt, gilt die Zwiebel als verloren.”

A côté de la *Ringelkrankheit* proprement dite, Sorauer en cite une autre, „*Hautkrankheit*”, qui antérieurement déjà a été indiquée par Meyen. Si dans la maladie annulaire („Ringziek”) les écailles intérieures sont attaquées, dans la „Hautkrankheit” ce sont seulement les écailles extérieures qui meurent; par un temps sec elles se fanent, mais elles entrent en décomposition lorsque le temps est humide. Des taches jaunes, dures et semblables à des ampoules se forment sur ces écailles par suite d'un plus grand développement de la couche subéreuse. Ces

deux maladies qui tantôt coexistent, tantôt se montrent seules, doivent être attribuées, selon Sorauer, au champignon *Penicillium glaucum*, que l'on rencontre généralement sur les substances organiques humides. Dans les parties malades se trouve le mycelium de ce champignon, et sa présence est cause de la disparition de la féculle des cellules des tissus attaqués, laquelle est remplacée par le sucre; enfin ces cellules meurent. Peu à peu les tissus se couvrent de petites taches, qui consistent des parties du Champignon qui portent les conidies; Gréville désigne cette phase sous le nom de *Corémium*. Ce champignon se fixe d'abord, selon Sorauer, au bout du bulbe pour descendre ensuite dans les écailles intérieures; ou bien il pénètre à l'intérieur en partant des taches mêmes. C'est pour cette raison que Sorauer recommande d'éviter de blesser non seulement les bulbes, mais aussi les parties aériennes de la plante, et qu'il condamne l'amputation des tiges florales (ce que les fleuristes ne manquent jamais de faire afin de concentrer la nourriture dans les bulbes) et l'enlèvement des bulbes à une époque où la plante n'a pas encore cessé de vivre. Sorauer s'exprime comme suit au sujet de ce dernier point.

„Die nothwendigsten Vorbeugungsmassregeln bestehen in einer möglichsten Beschränkung aller Verwundungen der noch vegetirenden Zwiebel und in einer unbedingten Vermeidung der Aufnahme der Zwiebeln aus dem Boden vor ihrer völligen, durch gänzliches Absterben des Laub- und Wurzelkörpers gekennzeichneten Reife.

„Gegenüber der Praxis erscheint es schliesslich nothwendig, auf die Fehler der jetzt üblichen Kulturmethode näher einzugehen, und zu zeigen, wie dieselbe der Ausbreitung der Ringelkrankheit Vorschub leistet.

„Ich lenke die Aufmerksamkeit der Züchter auf den Zeitpunkt des Heraushebens der Zwiebeln aus dem Boden im Sommer nach vollendetem Blüthe.

„Die Zwiebel wird diese durch den Handel bedingte, alljährlich sich wiederholende Veränderung ihres Standortes um so besser ertragen, je mehr sie bereits in den Zustand der vollkommenen Vegetationsruhe eingetreten ist. Der Ruhezustand wird sich dadurch kenntlich machen, dass nicht nur die oberirdischen Pflanzenteile vollständig abgereift und abgetrocknet, sondern dass auch die Wurzeln vollkommen abgestorben sind. Wird die Zwiebel früher gestört, dann wird einerseits ein Substanzverlust in den Schuppen herbeigeführt, indem dieselben nicht alle in den Blättern vorhandene und bei der Reife herab in die Schuppen wandernde Reservenahrung erhalten; und andererseits wird in der Zwiebel eine grössere Menge Vegetationswasser zurückgehalten, als zum Eintritt vollständiger Vegetationsruhe nöthig ist.

„Wird eine solche Zwiebel nun dem Einflusse der freien Luft ausgesetzt, dann bietet sie einen ganz anderen, viel günstigeren Ernährungsheerd für die allenthalben vorhandenen *Penicilliumconidiën*. Die Zwiebelschuppen sind in jüngerem Zustande verblieben und somit wasserreicher, stickstoffhaltiger und zuckerreicher. Nun wird aber in der Praxis, wie ich aus eigner Anschauung weiss, sehr bedeutend gegen diese ganz wesentliche Bedingung einer dauernd guten Kultur gefehlt.

„Bei den Handelsgärtnern ist das Bestreben vorhanden, das bisher mit Zwiebeln besetzte gesogene Land möglichst bald für andere Kulturen nutzbar zu machen; bei denjenigen Gärtnern, welche herrschaftliche Gärten zu verwalten haben, tritt die Nothwendigkeit ein, die Blumenbeete, auf denen die Zwiebeln gestanden haben, mit andern blühenden Gewächsen zu bepflanzen und dem Auge den störenden Anblick gelb werdender Zwiebelblätter zu ersparen.

„Im letztern Falle früher, im erstern später, aber dennoch zu früh, sah ich grosse Mengen Zwiebeln aus der Erde heben. Die einzelnen Varietäten haben eine nicht übereinstimmende Reifezeit. Grade sehr üppige Sorten vegetiren länger. Bei der Ernte richtet sich der Handelsgärtner nach dem Durchsnitt der Zwiebeln. Ist die grössere Mehrzahl reif, d. h. das Laub gelb und welk oder wirklich verdorrt, so wird geerntet.... Sind einzelne Blätter noch nicht derartig reif, dass sie sich freiwillig von der Blattscheide (also hier der Schuppe) ablösen, so hilft man mit der Hand nach. Und dieser Fall ist häufig.

„Wenn eine Infection mit den überall vorhandenen *Penicilliumsporen* nicht schon zur Zeit der Blüthe erfolgt ist, wo bei dem Schneiden der Blumen zum Verkauf vielfach Blätter verletzt werden, so kann sie bei der Ernte der Zwiebel erfolgen.

„Gelingt der Pilz auf die durch gewaltsame Entfernung eines nicht ganz ausgereiften Blattes hervorgerufene frische Wundfläche einer Schuppe und breitet sich in derselben aus, dann bildet sich die als Ringelkrankheit im engeren Sinne bezeichnete Erscheinung der braunen Zersetzung einer ringförmigen Schuppe zwischen den gesunden aus. Wird der Pilz dagegen bei der Ernte auf die Zwiebeln geweht, und gelangt auf den noch frischen saftigen Schuppen zur Keimung, dann ruft er wahrscheinlich den als Hautkrankheit bezeichneten Zustand hervor.“

Il faut donc, afin de prévenir la maladie annulaire, d'après Sorauer, éviter autant que possible toute blessure. Il faut aussi, d'après le même observateur, restreindre toutes les autres occasions pouvant rendre un bulbe de jacinthes apte à recevoir et à faire développer la moisissure.

„Da grösster Feuchtigkeitsgehalt, grösster procentischer Reichthum

an stickstoffhaltigen Bestandtheilen und geringere Verdickung der Zellwandungen, kurz alle die Eigenschaften, welche den Jugendzustand gegenüber dem reifen Organe charakterisiren, als die Pilzeinwanderung und Ausbreitung befördernde Eigenschaften angesehen werden müssen, so wird die Kultur in erster Linie bestrebt sein müssen, den Zwiebeln diese Eigenschaften möglichst zu entziehen."

„Zunächst zu erwähnen ist in dieser Beziehung das.... Bestreben der Züchter, durch stickstoffhaltige Düngemittel dem Rückgange der Zwiebelkultur entgegen zu arbeiten. Soweit man thierischen Dung erhalten kann, verwendet man denselben. Allerdings wird durch eine reiche Stickstoffzufuhr der Laubkörper ein üppigerer und die Zwiebel selbst oft eine grössere; aber es werden dadurch auch die Proteinsubstanzen im Verhältniss zu den stickstofffreien Bestandtheilen bedeutend vermehrt und die Reifezeit hinausgeschoben. Die Pflanzen werden viel länger in einem jugendlicheren Zustande erhalten, und demgemäss zu einer für die Pilzentwickelung günstiger Unterlage.“

Telles sont les paroles de Sorauer. Ses communications concernant les causes de la maladie annulaire („ringziek“) et les moyens de la combattre, n'ont pu obtenir l'approbation des praticiens. Il doit a priori paraître invraisemblable que le même champignon *Penicillium glaucum*, qui se montre d'ordinaire dans ou sur des substances organiques en décomposition, apparaisse une seule fois et par exception dans des tissus sains et vivants et devienne la cause d'une maladie de plantes. Le *Penicillium glaucum* n'est connu que comme saprophyte et nullement comme parasite. Ce champignon se trouve partout; rien ne paraît donc plus naturel que, lorsque un bulbe de jacinthe est atteint de la maladie annulaire, le mycelium du *Penicillium* vienne s'y fixer. Toutefois, dans ce cas ce champignon serait non la cause mais la suite de la maladie. Aussi dans le „Gardeners' Chronicle“ de 1878 (II, p. 815), M. J. Berkeley s'exprime comme suit au sujet du livre de Sorauer: „We do not, however agree with Dr. Sorauer, that the *Penicillium* has really anything to do with the disease. The fungus is clearly an aftergrowth.“ Du reste, Berkeley admet que l'usage d'une trop grande quantité de fumier, qui renferme beaucoup d'azote, est cause de la maladie annulaire et il dit: „that the constitution of the bulbs has in the process of time been deteriorated by the use of too nitrogenous manures, aggravated by lifting the bulbs when not quite mature.“ Mais parce que la culture des oignons à fleurs a peu d'importance en Angleterre, puisque ce pays reçoit ces bulbes de la Hollande, il est évident que l'on ne doit pas attacher une très grande importance à l'assertion de Berkeley, qui n'est d'ailleurs étayée d'aucune

preuve. Nos fleuristes néerlandais emploient toujours le fumier d'étable, qui n'a jamais donné de mauvais résultats, et l'on sait que la culture des jacinthes existe à Harlem, pour ainsi dire, de temps immémorial. Tel est l'avis de tous les fleuristes capables et expérimentés de Harlem et des environs, que j'ai eu le plaisir de consulter verbalement ou par écrit. L'amputation des fleurs, qui se fait toujours avec beaucoup de prudence, n'a donné également que des résultats favorables chez les fleuristes néerlandais. Qu'il me soit permis de citer ici quelques parties d'un article écrit par M. J. H. Krelage qui, en Hollande et dans les autres pays, est renommé comme un spécialiste dans la culture des oignons à fleurs. Son article „The diseases of hyacinths” a paru dans „The Gardeners' Chronicle”, 1879 (I, p. 43), à l'occasion de l'ouvrage de Sorauer. „In Holland (ainsi s'exprime M. Krelage) up to the present time, only pure cow-dung has been used as manure for Hyacinths. It is not proved, that the greater or less quantity of it used, has influenced the disease to a greater or less extent. Dr. Sorauer supposes that the strongest growing bulbs are most subject to the disease: that may be so in exceptional cases, but cannot be considered as the rule. — Dr. Sorauer supposes that the practice of cutting off the flowers is one of the causes of the disease. I cannot allow this. If the cutting is done prudently, without injuring the leaves, as is the case in Holland, experience proves that it does no harm at all.”

Que les botanistes et les horticulteurs aient trouvé beaucoup à redire sur les résultats obtenus par Sorauer, cela ne doit pas étonner, car, d'après moi, sa méthode d'investigation était entièrement erronée. En effet, il s'est borné exclusivement à l'examen anatomique et à l'analyse chimique des bulbes qui lui furent envoyés, et jamais il n'a étudié, au moyen de l'infection de bulbes sains, le cours de la maladie, ni tenu compte des faits acquis pas l'expérience des cultivateurs. Aussi s'est-il mépris entièrement sur la vraie cause de la maladie annulaire.

En 1881 les recherches de Ed. Prillieux (voir p. 296 de mon mémoire) ont jeté un nouveau jour sur la maladie annulaire. Ces recherches du savant Français se rapportèrent, il est vrai, à des exemplaires malades de l'*Hyacinthus romanus* généralement cultivé en France, de sorte qu'il s'est gardé d'assimiler la „Ringelkrankheit” décrite par Sorauer et que l'on observe dans les environs de Berlin et de Harlem dans la jacinthe commune (*Hyacinthus orientalis*), à la maladie vermiculaire, observée et

décrise par lui. Mais Prillieux n'a cependant pu s'empêcher de signaler la grande ressemblance entre ces deux maladies; et il acquit la conviction que Sorauer s'était mépris sur la cause de la maladie annulaire lorsqu'il s'aperçut que ses jacinthes se couvrirent de *Penicillium glaucum* et qu'il pouvait dire avec certitude — au moins pour ce cas — que ce champignon n'était nullement la cause de cette maladie si bien caractérisée.

Comme Prillieux trouva dans les bulbes attaqués différentes espèces d'organismes (ce qui s'observe presque toujours dans les organismes en voie de dépérissement), il conçut l'idée de ne pas chercher tout d'abord dans *les bulbes* l'organisme parasite qui aurait pu être la cause de la maladie. En effet, il avait observé aux *feuilles* des jacinthes malades un phénomène qui était, il est vrai, connu depuis longtemps des fleuristes de Harlem, mais qui n'avait pas encore été mentionné dans aucun ouvrage scientifique, traitant de la maladie des plantes. Laissons la parole à Prillieux: „Le premier caractère apparent de la maladie consiste en des taches jaunes, qui se montrent sur toute la surface des feuilles encore vertes. Sur des plantes que M. H. Vilmorin a eu l'obligeance de m'adresser, vers le milieu du mois de mars, ces taches jaunes étaient très nettement marquées. Elles sont également apparentes sur les deux faces de la feuille et sont réparties sans ordre mais à peu près uniformément dans toute sa longueur. Bien que d'un jaune vif qui tranche sur le fond vert de la feuille, elles ne sont pas bien délimitées; leurs contours sont indécis; leur forme ordinairement ovale-allongée n'est pas nettement arrêtée, et parfois elles sont assez rapprochées pour former une sorte de marbrure. Ces taches sont exactement de la nuance que prennent les feuilles quand elles jaunissent; l'épiderme n'y est ni déchiré ni altéré; rien n'apparaît en dehors que le changement de couleur du tissu situé en dessous.”

Ainsi Prillieux crut pouvoir considérer ces taches jaunes qui se montrent sur les feuilles, comme une autre phase de la maladie, qui affecte aussi les bulbes. Et en effet, les fleuristes de Harlem reconnaissent à ces taches jaunes les jacinthes atteintes de la maladie qu'ils appellent „ringziek”. Si maintenant ces taches et le brunissement des écailles de bulbe sont des signes de la même maladie, il se pourrait aussi que l'on trouve dans les feuilles et dans les écailles également la cause de cette maladie. Et l'on court moins de danger de se tromper lorsqu'on soumet à un examen ces taches jaunes des feuilles: „Pour n'être pas exposé à attribuer aux êtres divers, plantes ou animaux, que l'on rencontre au milieu des tissus en décomposition dans l'oignon, la cause du mal qui le ronge, il était bien sûr d'examiner d'abord les taches jaunes qui se montrent

sur les feuilles vertes. Le mal peut y être un peu moins intense, mais il y existe et n'y est accompagné d'aucun des phénomènes accessoires de putréfaction qui ont pu, je crois, induire en erreur M. Sorauer."

Que vit Prillieux, lorsqu'il fit une section à travers une de ces taches jaunes d'une feuille de jacinthe? „Si on fait une coupe longitudinale, un peu épaisse et parallèle à la surface d'une feuille, sur une des taches jaunes, on reconnaît au microscope, du premier coup d'oeil, à un faible grossissement, la cause véritable du mal. Tout le tissu de la feuille est rempli d'une quantité de très petits vers, qui serpentent entre les cellules.... Ce sont des vers nématoides fort semblables de forme et de taille aux Trichines.... Sur les feuilles des jacinthes malades, au mois de mars, on peut aisément observer, au voisinage des taches jaunes, des petits vers à tous les états: des adultes mâles et femelles, de jeunes larves de tailles diverses et des œufs. Ils sont de même genre que ceux que l'on a nommés les anguillules du froment.... L'anguillule de la jacinthe, à laquelle je donnerai provisoirement le nom de *Tylenchus Hyacinthi*, paraît extrêmement voisine du *T. Dipsaci* Kühn; peut-être les deux espèces sont elles identiques".

Lorsque plus tard les feuilles cessent de croître et plus encore lorsque ces organes jaunissent, les anguillules — d'après la supposition de Prillieux — descendent vers le bulbe où elles deviennent la cause de ces signes caractéristiques de la maladie annulaire, connus depuis longtemps et décrits, entre autres par George Voorhelm.

Mais Prillieux ne se borna pas là, il examina de plus près les altérations que présentent les *bulbes*: „L'examen microscopique des tuniques attaquées du bulbe permet de bien reconnaître les effets de la présence des anguillules. Les cellules des portions non attaquées sont remplies de féculle; c'est à la présence des grains de cette matière qu'est due l'opacité des tissus. Au voisinage des places où l'on trouve des anguillules, les cellules ne contiennent qu'un nombre de plus en plus petit de grains de petite taille ou même n'en contiennent plus du tout. Il n'est pas douteux que ce ne soit à la présence des parasites qu'est due la disparition de la féculle et par suite la transparence des tuniques malades; quant à la coloration brune, elle est en partie produite par le brunissement des cellules elles-mêmes, qui est le premier indice de décomposition de l'organisme, et en partie aussi par la présence d'une matière d'un jaune brunâtre, fort réfringente, que l'on voit dans les espaces intercellulaires. Cette matière est de la gomme colorée en jaune. La gommification des jeunes organes dans les formations axillaires s'observe très fréquemment d'une façon très complète, et quand on

abandonne un oignon malade, coupé transversalement par la moitié, on voit les surfaces tranchées se couvrir de grosses gouttes d'une matière jaune très réfringente qui durcit à l'air. C'est de la gomme qui est pressée par la contraction des tissus hors des espaces intercellulaires et des lacunes où elle s'est accumulée. La nature de cette matière n'est pas douteuse: traitée par l'acide nitrique, elle forme de l'acide mucique".

L'examen de Prillieux nous a fait faire en réalité un pas de plus; cet auteur a décrit tout le cours de la maladie sur laquelle portèrent ses investigations. Et il n'y a pas de doute que la cause de cette maladie doit être attribuée à la présence des *Tylenchus*. Prillieux reconnut donc sans peine la grande ressemblance entre son *Tylenchus Hyacinthi* et le *T. Dipsaci Kühn* (= *T. devastatrix Kühn*, auct.).

Peu de temps après la publication des recherches de Prillieux qui — ainsi qu'il a été dit plus haut — se rapportaient à l'*Hyacinthus romanus*, M. le professeur Hugo de Vries et M. le Dr. J. H. Wakker trouvèrent les mêmes *Tylenchus* dans les bulbes atteints de „ringziek” de l'*Hyacinthus orientalis*, qui furent envoyés de Harlem au laboratoire de physiologie végétale d'Amsterdam. M. Wakker fit mention du „ringziek” dans son rapport pour l'année 1883 de son „*Onderzoek der ziekten van Hyacinthen*” publié par les soins de la Société „*Algemeene Vereeniging voor Bloembollencultuur*”, de Harlem (p. 24—28). Quoiqu'il dise: „Mes observations concordent entièrement avec celles de Prillieux”, je tiens à faire remarquer que M. Wakker — pour autant que je sache — est le premier auteur qui signale que les feuilles des jacinthes, atteintes de la maladie annulaire, présentent encore d'autres particularités que les taches jaunes dont il s'agit. „Souvent, dit-il, ce phénomène est accompagné de plis et de gerçures qui prouvent que la cause des taches jaunes existe déjà dans les feuilles dès leur jeunesse et exerce une influence nuisible sur la végétation des feuilles.”

Sorauer, après la publication des recherches de Prillieux sur „la maladie vermiculaire des jacinthes”, pria ce dernier de lui envoyer des bulbes malades, afin de répéter les recherches du savant Français. Celui-ci satisfit à la demande de Sorauer, qui fit paraître, peu de temps après, dans la „*Wiener Illustrirte Gartenzeitung*” 1882 (p. 177—179), un article intitulé: „*Zur Klärung der Frage über die Ringelkrankheit der Hyacinthen.*” Dans cet article, il s'exprime comme suit, au sujet de la divergence d'opinion entre lui et Prillieux, concernant la cause de la dite maladie des jacinthes. „*Es hat sich hiebei herausgestellt dass wir in der Wurmkrankheit eine von der specifischen Ringelkrankheit verschiedene Erscheinung vor uns haben.*” La différence entre ces deux

maladies se remarque surtout, d'après Sorauer, lorsqu'on les observe au début, dans leur marche. Dans la maladie vermiculaire („Wurmkrankheit”) on observe souvent dans ces tuniques où les anguillules se sont fixées de bonne heure, „eine zur Richtung der Längsachse der Schuppe senkrechte Streckung gewisser parenchymatischen Zellagen.” Cette direction des cellules doit être considérée (d'après le naturaliste allemand) comme une indication de la formation de galles, ainsi qu'on l'observe dans les parties vivantes de plantes, lorsque celles-ci sont envahies par des animaux parasites. Dans la maladie annulaire („Ringelkrankheit”) — et Sorauer entend par là cette maladie, causée, d'après lui, par le *Penicillium* — on ne trouve pas, dans le tissu des tuniques, cette tendance à former des galles. D'après Sorauer, on rencontre aussi des bulbes de jacinthes dans lesquels les deux causes de maladie (*Tylenchus* et *Penicillium*) coexistent. Mais Sorauer persiste à soutenir que le *Penicillium* peut causer à lui seul la maladie et que c'est ce champignon qui cause la maladie annulaire („Ringelkrankheit”) proprement dite.

Je terminerai là le résumé de ce qui a été écrit jusqu'ici au sujet de la maladie annulaire. Quoique Prillieux ait observé la maladie dans sa marche — et on ne peut en dire autant de Sorauer — et que la manière de voir du savant Français offre plus de vraisemblance, il reste à éclaircir encore plusieurs points; c'est à quoi je me suis appliqué, sans toutefois pouvoir y arriver complètement.

C. Mes recherches concernant la maladie annulaire des jacinthes.

§ 1. Phénomènes morbides des parties aériennes.

Lorsqu'on a transplanté des bulbes malades, on remarque, au printemps suivant, certaines altérations des parties aériennes, qu'après examen, on reconnaît devoir être attribuées à la présence des anguillules. En général ce sont seulement les feuilles qui renferment des anguillules; parfois cependant on trouve ces nématodes aussi dans la tige.

Décrivons d'abord les phénomènes morbides des feuilles. Comme Prillieux l'a fait observer d'abord, on observe, au printemps, des taches jaunes sur les feuilles, taches dont le contour n'est souvent pas net, parce que le jaune de la tache ne se confond que graduellement avec le vert de la feuille. Quant à la cause de ces taches jaunes, je renvoie aux communications de Prillieux, que j'ai rapportées à la page 306 de ce mémoire. J'ajouterais seulement ce qui suit (voir fig. 1 et 2, Pl. VII de ce mémoire). Au

début on remarque à la surface des feuilles de jacinthes des taches oblongues, aux contours indécis, de couleur vert jaunâtre (fig. 2, *a*, fig. 1, *p*). Chez certaines plantes, ces taches conservent cette couleur et on ne peut les distinguer que difficilement. Nos fleuristes qui, au printemps, ont presque continuellement des ouvriers chargés de rechercher les exemplaires qui sont atteints de l'une ou l'autre maladie, assurent qu'il est parfois extrêmement difficile de trouver ces taches si peu apparentes. Lorsque le soleil darde ses rayons, cela est tout à fait impossible et les ouvriers sont alors obligés d'examiner les champs vers le soir, ou lorsque le ciel est nuageux, pour trouver les plantes qui portent déjà dans leurs feuilles les traces de la maladie, mais qu'au soleil, on ne peut reconnaître comme des exemplaires malades.

Quelques-unes de ces taches deviennent plus apparentes plus tard (Pl. VII, fig. 2, *b*) et il en est qui présentent, par la suite, dans leur milieu (*c*) une tache ou strie brunâtre. Il est rare qu'une seule feuille présente autant de taches et à phases si diverses de leur développement que l'indique la fig. 2.

Ce qui se passe dans les feuilles, lorsque les taches jaunes apparaissent, une coupe verticale (Pl. VIII) ou horizontale nous l'apprendra. Aux endroits où la feuille a conservé son état normal, elle se présente comme à la planche VIII en A. La coupe, comme l'indique la figure, ne traverse pas de fibres vasculaires. Sous les cellules épidermiques, on trouve 3, 4 ou 5 couches de cellules contenant de la chlorophylle, tandis que les cellules du milieu ne contiennent que par exception des grains de chlorophylle. Or, à mesure qu'une partie de la feuille jaunit, ces grains de chlorophylle deviennent peu à peu plus petits et finissent par disparaître, tandis que la couleur jaune verdâtre se répand dans le protoplasme de la cellule (Pl. VIII, B). Enfin ce protoplasme se contracte dans les cellules, et se concentre presque toujours autour du noyau ; rarement il s'accumule à un endroit quelconque contre la paroi cellulaire, de manière toutefois que ce protoplasme contracté reste en contact avec le noyau (C). Ce protoplasme contracté conserve encore, pendant quelque temps, sa couleur jaune verdâtre (C) jusqu'à ce qu'il devienne entièrement incolore.

Dans certains cas, les parties les plus délicates de la feuille ne subissent pas d'autres altérations que celles qui viennent d'être décrites. D'autres fois cependant, on voit s'opérer les transformations indiquées Pl. VIII à droite. La paroi se colore d'abord en brun clair, puis le contenu des cellules (E) ; plus tard cette couleur devient plus foncée (F) ; le tissu entier meurt et les cellules se disloquent. L'espace occupé antérieurement par des cellules placées d'une manière régulière, ne présente plus (voir G)

que des fragments de cellules brunies, entre lesquels on remarque des anguillules (K) à différents degrés de développement et des œufs (H, I). En effet, on trouve déjà ces parasites, en grand nombre, dans les taches jaunes des feuilles, où la chlorophylle a déjà en grande partie disparu des cellules qui sont au reste encore à l'état normal ; les tissus eux-mêmes encore intacts, qui avoisinent immédiatement les taches jaunes, renferment déjà des anguillules et surtout des œufs.

Le plus souvent on ne remarque sur les feuilles de jacinthes, atteintes de la maladie annulaire, d'autres signes de la maladie que les taches jaunes (du moins dans les Pays-Bas). En effet, les altérations dont je vais parler maintenant, ne se produisent en général que plus tard ; et rarement on les observe, car nos fleuristes sont assez intelligents pour enlever sans retard les plantes qui présenteraient des taches jaunes afin qu'elles ne puissent infecter d'autres plantes¹⁾.

Cependant Wakker a observé (et j'ai appelé l'attention sur ce point, p. 308), que la formation de taches jaunes sur les feuilles „est souvent accompagnée de plis et de gerçures, ce qui prouve que la cause de ces taches jaunes existe déjà dans les feuilles dès leur jeune âge et exerce une influence nuisible sur l'accroissement longitudinal des feuilles.“ En traitant de la maladie du seigle causée par les anguillules, j'ai indiqué comment la présence de *Tylenchus devastatrix* dans l'un ou l'autre tissu, cause d'abord un accroissement des cellules parenchymateuses de ce tissu, et ensuite une segmentation de ces cellules. De là provient le grossissement anormal des tissus habités par les anguillules. Et comme les fibres vasculaires ne se développent pas dans la même mesure, les feuilles doivent nécessairement se crisper (Pl. VII, fig. 1, p) et même finalement se fendre (fig. 1, q). Ainsi, sur les feuilles des jacinthes, atteintes de la maladie annulaire, on observe les mêmes phénomènes que sur celles des plantes de seigle atteintes par les anguillules ; toutefois, les taches blanches ou jaunes, dont il est parlé à la page 309, ne s'observent pas si généralement sur les feuilles du seigle que sur celles des jacinthes. Je dois cependant appeler l'attention sur une différence : le crispement des feuilles de jacinthes ne se produit que très tard, notamment vers la fin de la floraison ou après, tandis que les plantes de seigle présentent l'ondulation caractéristique et le grossissement des feuilles, aussitôt qu'elles ont quelques feuilles, donc longtemps avant la floraison. J'ai observé que les

¹⁾ L'un bulbe de jacinthe ne peut communiquer la maladie à d'autres aussi longtemps qu'il est en vie ; mais s'il meurt par la maladie annulaire et entre en décomposition dans le sol, il devient un foyer d'infection pour les jacinthes qui croissent autour de lui. Voir plus loin dans ce mémoire.

anguillules ne se trouvent d'abord que dans les taches jaunes ou à proximité de celles-ci, dans le parenchyme des feuilles, et qu'ils ne se répandent dans toute la feuille — à l'exception des fibres vasculaires — qu'après la disparition des taches jaunes. Ainsi, dans les jacinthes atteintes de maladie annulaire, dont les feuilles en général portent ces taches jaunes, le crispement et le grossissement des feuilles ne peuvent se produire que lorsque les taches jaunes du parenchyme ont disparu.

Il arrive que les anguillules se fixent dans la tige florale, mais c'est là toujours une exception. Et lorsque cela a lieu, les phénomènes diffèrent d'après l'âge, auquel est parvenu la plante. Si les parasites se fixent, avant la pousse des feuilles, dans l'axe qui porte le rudiment des fleurs, le développement normal en longueur est arrêté. Dans ce cas ordinairement *toutes* les parties du bulbe sont remplies d'anguillules. Lorsque la plante commence à se développer, les feuilles demeurent en général petites, de même que la tige florale et l'inflorescence n'apparaît qu'à moitié. Bientôt après tout meurt, pour entrer en putréfaction lorsque le temps est humide. — Dans la fig. 1, Pl. VII, la tige florale de la jacinthe, qu'elle représente est, il est vrai, demeurée courte, mais non à cause de la présence des anguillules; on sait que ce phénomène se produit souvent chez les jacinthes cultivées dans les appartements.

Il peut arriver que les anguillules se fixent dans la tige florale, lorsque celle-ci a déjà atteint une certaine longueur. Dans ce cas, elle se développe normalement, sauf qu'elle devient plus épaisse et qu'elle présente ça et là plus de renflements noueux.

Une seule fois j'ai trouvé des anguillules dans les parties de la fleur, notamment dans le réceptacle et l'ovaire. Dans ces plantes les pétales étaient courts et épais, toutefois je n'y ai pas trouvé d'anguillules.

§ 2. Phénomènes morbides des bulbes.

La maladie qu'on appelle en hollandais *ringziek* (maladie annulaire), est ainsi dénommée, comme je le disais plus haut, parce que le bulbe qui en est atteint, présente sur la section transversale, des cercles brunâtres, par suite de la transformation du contenu de quelques-unes des tuniques, en une masse brunâtre. Ces tuniques qui sont habitées par des *Tylenchus*, deviennent bientôt plus épaisses que les autres; la cause de cette altération réside en grande partie dans ce fait que les cellules dont se composent les tuniques, acquièrent un plus grand volume que d'ordinaire et que leur nombre devient plus grand (comparez l'action du *Tylenchus devastatrix* sur le parenchyme des feuilles des jacinthes et du seigle). Il est étrange qu'aucun des observateurs antérieurs n'ait

signalé ce grossissement anormal des tuniques des bulbes de jacinthes, d'autant plus que les effets en sont souvent très apparents à l'extérieur des bulbes. En effet, lorsque les anguillules se sont fixées dans une ou dans plusieurs des tuniques intérieures, mais n'occupent pas les tuniques extérieures du bulbe, les premières peuvent acquérir un si grand développement que les tuniques extérieures crèvent. Ce cas est représenté dans la figure 5. Des exemplaires ainsi crevassés se rencontrent en grand nombre parmi les bulbes de jacinthes atteints de la maladie annulaire, ce qui peut s'expliquer par le développement extraordinaire pris par les tuniques intérieures, supposition qui se confirme par un examen plus approfondi. Plus tard les cellules de ces tuniques trop développées, subissent encore d'autres modifications qui seront indiquées plus loin ; — enfin les parties considérablement altérées meurent, et donnent naissance à ces cercles brunâtres d'où la maladie annulaire tire son nom.¹⁾

Que les altérations qui viennent d'être décrites, sont causées par le *Tylenchus devastatrix*, cela est hors de doute. Comme première preuve à l'appui, je puis bien citer, je pense, l'analogie entre les phénomènes pathologiques des tuniques des bulbes et ceux que l'on observe dans d'autres plantes habitées par le *Tylenchus devastatrix*. Mais de plus, j'ai réussi à communiquer la maladie annulaire à des bulbes de jacinthes sains, au moyen d'anguillulides de l'espèce citée. Je plaçai 3 bulbes de jacinthes dans un sol infesté de *Tylenchus devastatrix* : un bulbe dans un sol argileux, où l'année précédente les oignons avaient été atteints de la maladie „kroefziek” (p. 281) ; deux bulbes dans un sol sablonneux, où depuis plusieurs années le seigle avait la maladie „Stock”, et j'observai que ces trois bulbes avaient après 4 semaines la maladie annulaire. Il me paraît donc hors de doute que la maladie annulaire, dont se plaignent nos fleuristes de Harlem, est causée par la présence de nématodes de l'espèce *Tylenchus devastatrix*.

¹⁾ Je ne puis omettre de mentionner qu'un praticien distingué, M. J. H. Krelage de Harlem, m'a déclaré ne pas être convaincu que les gerçures représentées dans la fig. 5, Pl. VII, soient bien causées par la maladie annulaire. Cet horticulteur pense qu'il s'agit ici des gerçures causées par la végétation elle-même, que l'on observe régulièrement dans quelques variétés de jacinthes. Je ne puis pour le moment, décider cette question ; il y a des points sur lesquels on ne peut se prononcer avec certitude, que lorsqu'on se trouve constamment sur le lieu où les bulbes sont cultivés. Aussi je ne prétends nullement que toutes les gerçures, qui s'observent sur les bulbes de jacinthes, soient indistinctement dues à la maladie annulaire ; mais j'estime que quelquefois il est hors de doute qu'elles doivent être attribuées à cette cause. Ce qui plaide surtout en faveur de cette opinion, c'est l'analogie avec les résultats de mes observations chez les oignons, atteints par les anguillules (voir Pl. IV, fig. 2 et 3 ; Pl. V, fig. 1, 3 ; voir aussi mon article p. 290).

Outre les transformations décrites, on observe encore un autre phénomène sur les bulbes malades ; en effet, les tuniques d'abord entièrement opaques, deviennent plus transparentes aussitôt qu'elles commencent à grossir, et acquièrent même parfois la transparence du verre. En examinant de plus près, on observe que dans les cellules distendues et dans celles qui se segmentent, les grains d'amylum disparaissent couche par couche, à partir de l'extérieur. Cet amyllum servira, certainement en partie, de nourriture au *Tylenchus*, peut-être après qu'elle s'est transformée, couche par couche, en glucose. Il pourrait aussi bien, après sa transformation en glucose, servir à la formation des parois des cellules grossies et des cellules nouvellement formées des tuniques habitées par le *Tylenchus*. En effet, ces cellules dont le volume est augmenté et celles qui sont nouvellement formées, ont les parois aussi épaisses que les cellules normales d'une tunique non atteinte ; une tunique de bulbe malade exige par conséquent une plus grande partie de cellulose qu'un bulbe sain, et serait-il étonnant que la féculle des cellules soit employée pour la transformation de cette cellulose ? Toutefois la plus grande dépense de féculle sera bien celle faite pour le besoin des *Tylenchus*.

Mais, dans le tissu malade des bulbes de jacinthes habités par les *Tylenchus*, la disparition de l'amylum est accompagnée d'autres transformations importantes. Déjà Prillieux a fait mention de la gommification que l'on observe dans les bulbes de jacinthes atteints de la maladie annulaire (v. p. 307 de ce mémoire). J'ai fait au sujet de cette gommification des recherches que je désire faire connaître, bien que j'avoue avoir rencontré dans cette matière des points que je n'ai pu éclaircir. J'espère que dans un temps peu éloigné, ce sujet sera étudié par un botaniste ; sur la terrain de la gommification dans le règne végétal, s'agitent encore des questions au sujet desquelles le dernier mot n'a pas été dit.

Des coupes à travers les tuniques des bulbes de jacinthes atteints de la maladie annulaire m'ont fourni les observations suivantes : D'abord l'amylum disparaît lentement, comme je l'ai dit plus haut. Souvent cela arrive sans que l'on voie d'autres substances remplacer dans les tuniques, cet amyllum. Dans ce cas il s'est probablement transformé en glucose, pour être employé ensuite soit pour la nourriture des *Tylenchus*, soit pour la formation de la cellulose des parois des cellules. J'ai déjà fait observer comment la disparition des grains de féculle paraît alors se faire couche par couche, de sorte que, dans les cellules des tuniques, devenues transparentes, on trouve, en même temps que quelques grains assez grands, un nombre considérable de petits jusqu'à ce qu'enfin l'amylum ait entièrement disparu.

Mais dans beaucoup de cellules on voit non seulement les grains d'amylum devenir plus petits et disparaître, mais encore apparaître une substance jaune clair, qu'en examinant de plus près, on reconnaît être de la *gomme*, facilement soluble dans l'eau et qui est probablement de l'arabine.

Tandis que la plupart des grains d'amylum diminuent de la manière ordinaire, que parfois aussi plusieurs de ces grains devenus plus petits s'amassent et forment comme une grappe de raisins, on observe que d'autres perdent leur structure et se transforment lentement en une masse sphérique, qui présente souvent une couleur jaunâtre, et que je considère comme étant de la gomme. Parfois aussi les grains d'amylum, en voie de gommification, se divisent en deux ou plusieurs fragments.

A la pl. IX j'ai figuré une coupe à travers une partie d'une tunique malade. En A on voit des cellules remplies de grains de féculle ordinaires. En B sont représentés des grains qui commencent à devenir plus petits et dont les dimensions sont enfin très restreintes. En C on voit des grains très petits, réunis en forme de grappe de raisins. En D et E on trouve de grands grains d'amylum se transformant et transformés en gomme (?). En F sont des grains en voie de gommification qui se divisent ou se sont divisés.

Toutefois la plus grande quantité de gomme se dépose contre les parois cellulaires, qui paraissent même se transformer elles-mêmes partiellement en cette substance (G). La formation de gomme contre la paroi cellulaire marche ordinairement de pair avec la disparition de l'amylum dans les cellules.

La gommification peut encore aller plus loin jusqu'à ce qu'enfin le protoplasme disparaîsse et semble se résoudre dans la gomme, en une masse homogène, d'abord jaunâtre, plus tard brunâtre, de façon que l'on peut toutefois encore distinguer longtemps la structure granuleuse (H). Mais enfin celle-ci (J) finit aussi par disparaître. Souvent la paroi est plus foncée que le reste de la cellule, entièrement, ou presque entièrement gommifiée. Souvent la gomme s'accumule dans les méats intercellulaires (K), bien qu'elle paraisse continuer à faire partie de la masse gommeuse dans laquelle s'est transformée la paroi. Prillieux ne parle que d'une gommification dans les méats intercellulaires ; il me paraît toutefois que que la gomme se montre toujours en plus grande quantité dans les cellules mêmes que dans les méats.

Quand je compare mes observations à ce qui est connu jusqu'ici concernant la disparition d'amylum et concernant la gommification produite par la maladie dans les tissus, j'estime que je ne suis nullement en

contradiction avec mes prédecesseurs, et que les modes les plus différents de gommification sont représentés dans les tuniques des jacinthes atteintes de la maladie annulaire. Il est vrai qu'on trouve rarement dans un nombre aussi restreint de cellules que n'en représente la Pl. IX, toutes les différentes phases de la gommification; toutefois ces cas peuvent se présenter; la Pl. IX a été entièrement dessinée d'après nature au moyen de la chambre claire.

Pour ce qui concerne la transformation des grains d'amylum en globules de gomme, dont j'ai traité à la page 315, Beyerinck¹⁾ paraît l'avoir observée de son côté. En effet il s'exprime en ces termes: „Dans beaucoup de cellules voisines des canaux gommifères de branches de pêchers, qui sont sur le point de subir la métamorphose gommeuse, naît dans le protoplasme un corps jaunâtre et légèrement transparent, qui ressemble ordinairement à un grain irrégulier d'amylum, mais qui a souvent la forme d'une grappe de raisin, et qui, plus tard, lorsque la cellule entière se résout, se fond entièrement et se transforme en gomme.”

De la fécale de pomme de terre mélangée avec de la gomme, se transforme, selon Beyerinck²⁾ sous l'influence de *Coryneum* en un corps gélatineux et volumineux. Les grains deviennent alors irréguliers, perdent leur structure par couches et se couvrent, en plusieurs endroits d'excroissances. Beyerinck a représenté³⁾ des cellules dans lesquelles on observe des globules d'une matière réfringente, qu'il considère comme étant probablement de la gomme. Finalement il s'exprime comme suit:⁴⁾ „On ne peut guère douter que les parois de cellules entièrement saines.... puissent être transformées en gomme, comme il paraît être le cas avec des grains isolés d'amylum.”

Hofmeister⁵⁾ dit ce qui suit concernant la gommification des parois

¹⁾ Beyerinck, „Onderzoeken over de besmettelijkheid der gomziekte bij planten” (publié par l'Acad. royale des sciences à Amsterdam, 1883), p. 26. Cet ouvrage a paru également en français sous le titre „Recherches sur la contagiosité de la maladie de gomme chez les plantes.” (Archives néerlandaises, T. XIX.) Beyerinck prouve dans cet écrit que la gomme des cerisiers et de quelques autres Amygdalées est causée par la pullulation d'un champignon, décrit par M. le prof. C. A. J. A. Oudemans sous le nom de *Coryneum Beyerinckii*, tandis que la gomme arabeque est produite par un autre champignon: *Pleospora gummipara Oudemans*.

²⁾ Voir: mémoire cité de Beyerinck, p. 32.

³⁾ Idem Pl. II, fig. 4^b, explication, p. 46.

⁴⁾ Idem p. 31.

⁵⁾ Wilhelm Hofmeister, „Die Lehre von der Pflanzenzelle”, 1867, p. 234.

cellulaires: „In allen Fällen des Vorkommens von Gummi u. s. w. in durch Zerstörung von Zellgewebe entstandenen Räumen, welche die Beobachtung der Entwicklungsgeschichte gestatten, treten jene Stoffe zuerst als Inhalt von Zellen auf, und nach ihrem Auftreten erst beginnt die Verflüssigung der Wände sie einschliessender Zellen.”

Mercadante¹⁾ dit qu'il vit se former de la gomme contre la paroi cellulaire, tandis qu'en même temps la féculle diminua dans l'intérieur de la cellule. Toutefois, d'après cet observateur, la gomme ne se forme pas par l'amylum, lequel se résout pour être employé comme nourriture.

Mes observations concordent avec celles de Mercadante: pendant que l'amylum disparaît dans la cellule, la paroi change en gomme, et une masse gommeuse paraît se déposer contre la paroi. Parfois cette paroi, quoique déjà transformée en gomme, se distingue encore facilement, par sa couleur plus foncée, de la masse gommeuse déposée. Pendant longtemps j'étais enclin à croire que cette masse était formée de glucose, laquelle avait été produite à son tour, à la disparition des grains d'amylum; mais en examinant de plus près, je dois reconnaître que cette opinion est sujette à beaucoup d'objections. En effet, la gommification dans les bulbes de jacinthes atteints de la maladie annulaire doit certainement être attribuée à l'action d'un ferment. Or, dans toute action chimique les matières amyloacées se substituent dans la série descendante, mais non dans la série ascendante, et le glucose, le dernier membre, la molécule la plus simple, peut donc difficilement se transformer en gomme. Il est vrai que cela se fait, en beaucoup de cas, par une autre voie, par le protoplasme vivant, lorsque celui-ci emploie la glucose comme nourriture et en forme les parois cellulaires; mais là où il s'agit probablement d'une action enzymatique (comme dans le cas ci-dessus) on peut difficilement admettre que le glucose se transforme en gomme.

J'ai fait observer plus haut (v. p. 315 de ce mémoire) que finalement le protoplasme se résout dans la gomme, en une masse d'abord jaunâtre et puis brunâtre, de façon toutefois que la structure granuleuse demeure encore longtemps visible. Beyerinck²⁾ a observé ceci dans les cellules de *Coryneum*, qui — bien qu'elles parussent être la cause de la gomme des Amygdalées — peuvent cependant se transformer elles-mêmes en gomme.

D'où vient la gomme qui s'accumule parfois dans les méats intercel-

¹⁾ Mercadante, dans „Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft zu Berlin”, 1876, p. 581.

²⁾ Ouvrage cité de Beyerinck, p. 31.

lulaires? (Pl. IX K.) A cette question je ne puis donner une réponse catégorique. Il est probable que la gomme s'y accumule par la transformation des parois des cellules voisines. En tout cas l'accumulation dans les cellules est l'essentiel, l'accumulation de cette substance dans les méats intercellulaires est relativement de peu d'importance. Prillieux ¹⁾ ne veut connaître que l'accumulation dans les méats intercellulaires.

Lorsqu'enfin les cellules sont totalement transformées en gomme, elles s'écoulent et le tissu est ainsi entièrement désorganisé. On voit souvent, lorsque le bulbe est fortement attaqué, apparaître à son bout de grosses gouttes de gomme; ce phénomène s'observe encore mieux lorsqu'on coupe un bulbe transversalement.

Prillieux ¹⁾ avait déjà appelé l'attention sur ce point, en disant: „Quand on abandonne un oignon malade, coupé transversalement par la moitié, on voit les surfaces tranchées se couvrir de grosses gouttes d'une matière jaune très réfringente qui durcit à l'air. C'est de la gomme.”

Je me suis assuré qu'en chauffant modérément pendant longtemps les bulbes, on peut faire apparaître plus de gomme (des gouttes plus grandes) au bout du bulbe ou sur la section transversale. Aussi d'autres observateurs n'ignorent pas qu'une température un peu plus élevée favorise l'épanchement de la gomme. Beyerinck ²⁾ dit: „La gommification se fait le plus rapidement par l'infection pratiquée en juin et juillet; il n'est pas rare alors de voir les gouttes de gomme apparaître (chez les Amygdalées), deux ou trois jours après l'infection. Tournefort ³⁾ dit que la grande chaleur et la sécheresse de l'été favorisent la sécrétion de la gomme traganth.

Le suintement de la gomme est sans doute causé par ses propriétés hygroscopiques, qui lui font absorber l'eau avec avidité et la font augmenter en volume ⁴⁾. Toutefois la gomme peut se conserver pendant longtemps dure et visqueuse dans les tuniques des bulbes de jacinthes malades. Ainsi il arrive parfois qu'un temps assez long s'écoule, avant que les cellules gommifiées soient si intimement soudées qu'on ne peut plus les distinguer. Souvent on voit dans des préparations comme celle figurée Pl. IX, des fragments de la substance gommeuse brune, isolés des autres parties des cellules (L).

¹⁾ Prillieux dans l'article, cité p. 296 de mon mémoire: „*La maladie vermiculaire des jacinthes*”.

²⁾ Beyerinck, ouvrage cité, p. 20.

³⁾ Tournefort, „*Voyages au Levant*” II, p. 55.

⁴⁾ Meyen, „*Pflanzenpathologie*” (1841), p. 232.

Avant d'en finir avec la question de la gommification dans les tuniques des bulbes de jacinthes atteints de la maladie annulaire, je dois faire remarquer que les fibres vasculaires, aussi bien celles du phloème que celles du xylème, peuvent se gommifier.

La cause de la gommification doit probablement être cherchée dans l'action de l'un ou l'autre ferment sécrété par le *Tylenchus*. On sait que quelques autres parasites donnent également lieu à une formation de gomme. Ainsi, d'après les recherches de Beyerinck¹⁾, le champignon *Corynium Beyerinckii Oudemans*, agit dans les tissus d'Amygdalées, et le champignon *Pleospora gummipara Oudemans*, dans ceux d'Acacia ; aussi — d'après les recherches de Wakker — la Bactérie de la maladie, nommée en hollandais „geelziek” (maladie jaune), *Bacterium Hyacinthi Wakker*, produit dans les bulbes de jacinthes malades²⁾ une masse jaune qui a beaucoup de conformité avec la gomme.

Quant à la formation de la gomme dans les bulbes de jacinthes atteints de la maladie annulaire, Prillieux seul en parle, et seulement sous une forme très concise. Wakker³⁾, dont les observations concordent en tout avec celles de Prillieux, ne cite cependant aucunement la gommification, mais parle seulement des „restes du tissu détruit par les anguillules, qui se présentent comme des masses brunes.”

Il est certain que le brunissement des bulbes de jacinthes habités par les *Tylenchus*, est causé en partie par la mort des cellules; mais aussi en partie, et non pas en dernier lieu, par la gommification. Prillieux a déjà indiqué les deux causes du brunissement.

Quoiqu'il semble certain que les *Tylenchus* sont la cause de la gommification, il n'est pas prouvé pour moi s'ils en sont la cause directe ou indirecte. M. le prof. Hugo de Vries, à qui j'ai posé la question de savoir comment, d'après lui, se produisait la gommification dans les tissus des bulbes de jacinthes atteints de la maladie annulaire et s'il pouvait attribuer aux *Tylenchus* la cause de ce phénomène, me répondit : „Je puis bien me figurer que la gomme est causée directement ou indirectement par les *Tylenchus*. La structure plus lâche du tissu du seigle et des organes attaqués par les anguillulides, comme elle est représentée sur vos planches, indique un grossissement des méats intercellulaires, une séparation plus complète des cellules. En outre, il me paraît que la paroi cellulaire pri-

¹⁾ Beyerinck, ouvrage cité, „Over de besmettelijkheid der gomziekte.”

²⁾ Wakker, „Onderzoek der ziekten van hyacinthen”, verslag over het jaar 1883, p. 4. — Idem verslag over het jaar 1884, p. 1.

³⁾ Idem, verslag over het jaar 1883, p. 24.

mitive ou commune doit être dissoute ou fortement amollie; et depuis longtemps j'estime que cette opération est basée sur une action chimique, qui a au moins beaucoup de ressemblance avec la gommification "

La maladie annulaire peut se montrer dans un bulbe de jacinthes à des degrés très différents. Si le bulbe n'est atteint que très légèrement, on ne remarque sur une coupe transversale, au milieu de la hauteur du bulbe, rien des cercles grossis, plus ou moins transparents ou bruns; mais sur une même coupe au sommet du bulbe, donc auprès de l'endroit où étaient attachées les feuilles, on peut voir un ou plusieurs cercles atteints. Toujours la maladie commence au sommet du bulbe, jamais dans le disque. Chez les jacinthes, les anguillules pénètrent toujours par le sommet du bulbe; comme je le dirai plus loin, il n'en est pas de même pour toutes les espèces de plantes bulbeuses. Dans la fig. 3, Pl. VII, on voit une coupe longitudinale d'un bulbe de jacinthe: plusieurs tuniques sont toutes atteintes à la partie supérieure, chez quelques-unes la maladie s'étend jusque dans le disque. Une fois que ce dernier est atteint, il devient promptement brun, et l'intérieur du disque, qui est en grande partie mort, fourmille d'anguillules. Or dans ce cas il peut arriver que ces derniers pénètrent dans d'autres tuniques du même bulbe et les rendent malades. Donc, c'est seulement lorsque le disque est atteint, que des tuniques peuvent être atteintes de la maladie annulaire à la partie inférieure et demeurer saines dans leur partie supérieure; sans cela la maladie des tuniques commence toujours par le haut; jamais une tunique ne communique la maladie à d'autres.

Comme je l'ai dit plus haut, les cellules des tuniques atteintes finissent par mourir, du moins aux endroits où un grand nombre d'anguillules se trouvent réunies. Parfois, c'est à dire lorsque ces parasites se trouvent en des endroits déterminés, le tissu mort se présente sous la forme d'îles brunâtres au milieu du tissu normal, blanc et contenant de l'amylum dans ses cellules (Pl. VII, fig. 6). Presque toujours le tissu mort et devenu brun s'étend sur un espace plus grand, notamment — comme il a été dit plus haut — à partir du sommet du bulbe, puisque c'est par là que les anguillules pénètrent.

Comme toujours dans les tissus morts ou sur le point de mourir, des organismes de toute nature se fixent ici dans les tuniques mortes. Ainsi j'y ai trouvé d'abord différents autres nématodes, notamment :

1°. Le *Diplogaster longicauda Claus*¹⁾, que j'ai observé auparavant dans des pommes de terre en putréfaction et ensuite dans des bulbes d'*Allium proliferum*, lesquels étaient également habités par le *Tylenchus devastatrix* et en voie de périr; 2°. le *Cephalobus rigidus Schneider* et *Cephalobus elongatus de Man*, se présentant également dans les petits bulbes d'*Allium proliferum* tués par l'action des *Tylenchus devastatrix*; 3°. plusieurs espèces du genre *Rabditis Dujardin*. Tous ces nématodes sont dépourvus du crochet buccal et appartiennent à ces espèces que Kühn comprend sous la dénomination de „Humusanguillulen”²⁾. Ces mêmes espèces que j'ai citées ici comme se trouvant dans les tissus à moitié décomposés de jacinthes atteintes de la maladie annulaire, ont été observées par moi dans les bulbes d'*Allium proliferum* attaqués par le *Tylenchus devastatrix* et mourant. M. le Dr. J. G. de Man à eu l'obligeance de les déterminer pour moi.

Ensuite j'ai trouvé souvent dans des tissus morts et mourants des jacinthes atteintes de la maladie annulaire, une quantité d'acares que j'envoyais, pour les déterminer, à M. le Dr. A. C. Oudemans à Utrecht (aujourd'hui à La Haye), qui, depuis quelques années s'adonne spécialement à l'étude des acarides. Dans les bulbes de jacinthes attaqués de la maladie annulaire je trouvai, en plus grande quantité, le *Tyroglyphus (Rhizoglyphus) echinopus Fumouze et Robin*; ce dernier se montre dans les bulbes atteints de la maladie annulaire parfois en si grande quantité, que les tuniques mourantes en fourmillent littéralement. J'estime que ces acarides, une fois dans les bulbes, attaquent également les tissus sains. Mais je n'ai jamais observé qu'ils se fixaient dans des bulbes entièrement sains. Toutefois il s'en trouve qui prétendent que cela arrive parfois³⁾. — J'observai encore dans mes bulbes de jacinthes malades, quoiqu'en plus petit nombre, les acarides suivants: *Tyroglyphus mycophagus Mégn.*, *Tyroglyphus rostroserratus Mégn.* (= *Serrator rostroserratus Mégn.*) et une gamaside, qui n'a pas été déterminée.

Dans des tuniques de jacinthes malades, pour autant qu'elles renfermaient une quantité modérée d'humidité, j'ai rencontré quelques larves de mouches, dont je n'ai toutefois pu obtenir l'insecte parfait et que je n'ai pu, par conséquent, déterminer; et enfin une podurelle,

¹⁾ Cette espèce a été trouvée par Bütschli dans des champignons en décomposition. Voir „Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie”, XXVI, p. 369.

²⁾ Voir l'article de Julius Kühn „Die Anguillulen” dans „Fühling's Landwirthschaftliche Zeitung”, 1873, p. 1.

³⁾ Voir „The Eucharis mite”, article de A. D. Michael dans „The Gardeners' Chronicle” du 4 août 1885 (vol. XXIII, n°. 588). — „The Garden” du 12 déc. 1885. — „Het Nederlandsche Tuinbouwblad” du 19 déc. 1885.

appartenant, selon le Dr. A. C. Oudemans déjà nommé, au genre *Heterotoma Walckenaer*. Je remplis un agréable devoir en remerciant M.M. les Docteurs A. C. Oudemans et J. G. de Man, pour l'assistance qu'ils ont bien voulu me prêter.

Je dois maintenant traiter d'un organisme qui, il est vrai, ne se trouve pas dans toutes les jacinthes attaquées de la maladie annulaire, mais qui — comme le prouvent mes recherches — s'y rencontre, en certain cas, beaucoup plus souvent que les nématodes sans crochet („Humus anguillulen” de Kühn), les acarides, les larves de mouches et les podurelles. Je veux parler du champignon *Penicillium glaucum Link*¹⁾. Ce champignon peut se rencontrer si généralement dans les bulbes atteints de la maladie annulaire, que j'en ai trouvé le mycelium dans 1096 des 1312 bulbes de jacinthes malades de Harlem que j'ai examinés à l'automne et pendant l'hiver de 1885—86, tandis que je ne puis dire avec certitude que de 54 des bulbes malades, alors examinés par moi, que le *Penicillium* ne s'y rencontrait *pas*. Cependant ce champignon n'est pas si commun chaque année. Dans le courant de l'hiver 1884—85, j'ai examiné aussi une grande quantité de bulbes, mais je trouvai alors un nombre relativement plus considérable de bulbes sans *Penicillium*. Toutefois je dois faire remarquer que la plupart des bulbes n'ont été examinés par moi que quelque temps après que je les eusse reçus de Harlem ; quelques-uns se trouvaient ensemble dans des sacs, ou en tas ; le champignon avait donc une bonne occasion de se développer. Comme tout d'abord je n'avais pas fait attention à cette circonstance, je fus amené à établir entre la maladie annulaire et la pullulation du *Penicillium* un rapport que j'ai reconnu plus tard ne pas exister.

Dans un chapitre précédent, j'ai dit que Sorauer veut attribuer la maladie annulaire à la présence de *Penicillium* dans les bulbes. J'estime avoir fourni par mes expériences sur la contagiosité la preuve irréfutable que la vraie cause de la maladie annulaire réside dans la présence des *Tylenchus*. Mais la présence si fréquente du *Penicillium* dans mes bulbes atteints de cette maladie m'a améne à admettre que ce champignon se fixerait de préférence dans les bulbes de jacinthes atteints

1) Figures: Voir entre autres Rabenhorst, „Kryptogamenflora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz”; I, Abth. II (Pilze) p. 49 (1884). — „The Gardeners' Chronicle,” 29 août 1885 (Vol. XXIV, n°. 609), p. 268.

par elle ; même je me suis posé la question si la gommification dont j'ai parlé, ne doit pas être attribuée à sa présence ; de sorte que les *Tylenchus* seraient bien alors la cause primitive de la maladie annulaire, mais que la présence du *Penicillium* qui manque rarement dans les bulbes malades donnerait naissance à un phénomène secondaire : la gommification. Cette manière de voir me fut suggérée entre autres par un article de W. G. Smith¹⁾ concernant une maladie des bulbes de jacinthes (*Hyacinthus romanus*), dans laquelle on observe une gommification très prononcée, et une sécrétion d'une grande quantité de gomme au sommet des bulbes. Smith attribue la gommification à la présence du *Penicillium crustaceum Fr.* (= *P. glaucum Link*). „The *Penicillium* — it is supposed — cannot set up decay in perfectly sound substances, but it doubtlessly greatly accelerates decay when it once alights on any slightly bruised or unhealthy surface. It is also certain, as we have proved by experiments, that the gumming increases in the bulbs as the fungus extends in growth. It appears, then, probable, that the *Penicillium* spores are imported with and inside the bulbs, and that if the bulbs receive any slight bruises or other injuries, in packing or transit, gumming is started; the gum is a pabulum exactly suited to the fungus, and the *Penicillium* spores germinate and grow in this material.”

Sorauer et Smith supposent tous les deux que le *Penicillium* se fixe primitivement exclusivement dans les parties de plantes qui sont plus ou moins endommagées ; de là le mycelium s'étend plus loin. Il en est de même du *Coryneum Beyerinckii Oudemans* et du *Pleospora gummiipara Oudemans*, qui sont la cause de la gomme des amygdales et de la gomme arabique²⁾.

Il m'a donc paru — en supposant que le *Penicillium* puisse causer la gommification dans les bulbes endommagés — que ce n'était nullement le hasard qui nous fit rencontrer si souvent dans les mêmes bulbes et la vraie maladie annulaire et cette gommification. En effet, je me suis dit qu'en premier lieu les tuniques sont si fortement attaquées par les *Tylenchus*, qu'elles forment un milieu tout préparé pour l'infection par les spores du *Penicillium*. En second lieu, je songeai que par l'amputation des parties atteintes de la maladie annulaire (voir plus loin : des remèdes contre la maladie annulaire p. 328), il se produit une surface blessée considérable qui favorise l'infection par le *Penicillium*.

¹⁾ „The Gardeners' Chronicle,” août 1885 (n°. 605) : un article de W. G. Smith, intitulé : „Disease in the bulbs.”

²⁾ Beyerinck, ouvrage cité, p. 44.

Mais plus tard j'ai abandonné totalement cette manière de voir. En effet, à l'idée que je m'étais formée momentanément de la gommification, s'opposait la circonstance que le *Penicillium glaucum* est un saprophyte et que chez ces sortes de champignons, on n'a jamais observé une vie parasitaire; car Smith non plus (voir p. 323) n'a nullement prouvé que le *Penicillium* était la cause de la *gommification* dans le cas décrit par lui. En semant des spores de ce champignon sur des tuniques de jacinthes, je n'ai réussi à développer convenablement le mycélium que lorsque les bulbes présentaient une surface blessée considérable. Je vis en effet, dans les cellules mourantes de ces bulbes, disparaître la féculle, mais *jamais je n'ai vu se produire une gommification*, pas plus qu'elle n'a été observée par Sorauer.

Une autre réflexion vint s'ajouter encore aux précédentes: le plus souvent j'avais opéré sur des bulbes expédiés de Harlem depuis quelque temps déjà et qui avaient eu pleine occasion d'être infectés par les spores du *Penicillium* qu'on rencontre partout. M. J. H. Krelage me signale que cette infection est prévenue par le traitement que les fleuristes de Harlem font subir aux bulbes:

„Chaque contusion ou blessure, même l'incision de la visite¹⁾ peut amener le *Penicillium* à se fixer sur les tissus; et quand les circonstances sont favorables, cela se produit en peu de temps.

„Pour obvier à cela, les petites jacinthes sont en général visitées immédiatement avant le plantation. Pendant que l'une partie des ouvriers est occupée à planter, l'autre fait la visite, et les dispositions sont prises pour que les bulbes incisés ne se trouvent que peu de temps dans les paniers. Quelques fleuristes, qui disposent de beaucoup de temps au mois d'août, visitent déjà à cette époque leurs petits bulbes, puis ils les replacent sur les tablettes, ayant grand soin de maintenir l'air pur et sec. Les grands bulbes à livrer sont visités en juillet, mais placés avec beaucoup de soin dans des locaux spéciaux bien secs et aérés; d'abord on les met sur le côté et lorsque le cul est bien sec, on les fait tenir debout sur cette partie du bulbe; on les laisse dans cette position pendant les deux premiers mois; un courant d'air continu passe au dessus des sommets coupés afin d'éviter que le *Penicillium* se fixe dans les bulbes. C'est seulement en septembre, lorsque les bulbes

¹⁾ Par la visite des bulbes on entend l'examen auquel sont soumis tous les bulbes avant la plantation, afin de reconnaître s'ils sont atteints de la maladie annulaire; à cet effet on enlève au moyen du couteau, une petite tranche sur l'extrémité du bulbe. Voir pour plus de détails le chapitre D (p. 328). „Des remèdes à employer contre la maladie annulaire.”

développent leur „germe” qu'on les place de nouveau sur le côté, afin d'enrayer le plus possible cette végétation. — Lorsque par hasard un des bulbes visités repose sur le sommet coupé, on pourra peut-être, dès le jour suivant, observer le développement du *Penicillium*. Des bulbes amputés, qui sont expédiés pour des expériences, peuvent donc facilement être atteints par le *Penicillium* lorsque le temps est humide, tandis que par un temps sec, ceci s'observera beaucoup moins. Il est certain que dans les bulbes à livrer qui sont visités au mois de juillet, et dont on manie annuellement des millions, on n'a jamais observé le *Penicillium* en même temps que la maladie annulaire; c'est la meilleure preuve que ces deux maladies n'ont rien de commun.”

Après tout ce que je viens de citer, je m'accorde complètement avec les derniers mots de M. Krelage: je crois en effet qu'il résulte suffisamment de ce qui précède, que la maladie annulaire est entièrement indépendante de l'apparition du *Penicillium*; que des bulbes atteints de la maladie annulaire peuvent demeurer exempts du *Penicillium*, bien qu'il soit nécessaire de prendre, dans ce but, des précautions spéciales.

Et comme des recherches plus approfondies m'ont prouvé que la gommification peut également se présenter dans des bulbes de jacinthes atteints de la maladie annulaire et qui ne sont pas habités par le *Penicillium*, et que d'un autre côté, j'ai démontré (voir plus haut p. 324) qu'un semis de spores de *Penicillium* sur une tunique de jacinthe n'a pas causé de gommification, il est clair que ce dernier phénomène n'a rien de commun avec ce champignon.

Wakker¹⁾ pense que „gumming of hyacinths” is to be ascribed to inner forces like the gumming of so many other plants.” J'ai fait mention plus haut (p. 319 de ce mémoire) d'une correspondance du Professeur Hugo de Vries, dans laquelle ce savant me fit connaître pour quel motif il peut voir dans le *Tylenchus* la cause directe ou indirecte de la gomme. Et comme jusqu'aujourd'hui cette maladie n'a reçu d'autre explication, je crois qu'on ne peut mieux faire que de considérer provisoirement la gommification comme la suite de l'action des *Tylenchus*.

Maintenant je dois traiter:

§ 3. La transmission de la maladie annulaire de un bulbe à l'autre.

Généralement on observe d'abord la maladie dans les feuilles: souvent le bulbe n'est pas encore attaqué lorsqu'on remarque déjà sur les feuilles

¹⁾ Wakker, „Gumming of hyacinths” dans „The American florist, a semi-monthly Journal for the trade”, Vol. I, 15 avril 1886, p. 301.

les taches jaunes dont il a été question. En examinant de plus près, on remarque toujours que les anguillules ont pénétré dans la plante par le sommet du bulbe pour remonter vers les feuilles. J'en eus une preuve évidente après avoir planté quelques bulbes sains dans un sol préalablement mélangé de bulbes de jacinthes finement hachés. Et en effet on saurait difficilement s'imaginer une autre voie par laquelle les anguillules pourraient pénétrer dans les jacinthes, car une émigration du sol directement dans les tuniques des bulbes, comme je l'ai observée pour les *Scilla campanulata* et *Scilla cernua*, peut difficilement avoir lieu pour les jacinthes, puisque le bulbe est entièrement couvert de tuniques sèches et ridées, qui opposent une grande résistance au passage des anguillules. Le seul endroit par lequel elles puissent pénétrer, est le sommet du bulbe, là où les feuilles sortent. De là les *Tylenchus* se rendent dans les feuilles.

Toutefois, plus tard, lorsque le feuillage des jacinthes commence à se faner, les anguillules se rendent des feuilles dans les tuniques du bulbe où elles se trouvent mieux. A chaque printemps cependant, une partie de ces animalcules microscopiques se rendent dans les feuilles pour revenir de nouveau, plus tard.

Aussi longtemps que le bulbe existe, les mêmes migrations ont lieu, et les anguillules n'ont alors aucune raison de quitter les jacinthes pour passer dans le sol. Les anguillules qui habitent le seigle ou d'autres plantes annuelles ou bisannuelles, sont forcées de faire cette migration, aussitôt que la plante, qui leur servait d'habitat, meurt. Dans la maladie causée par les anguillules au seigle, on peut parler d'un *sol infesté*, mais dans la maladie annulaire des jacinthes, le sol demeure presque toujours exempt d'anguillules. M. A. C. Groenewegen m'a communiqué que, dans des champs qui ont porté l'année précédente des jacinthes atteintes de la maladie annulaire, on peut en planter de nouveau sans crainte d'infection. Il m'a dit aussi que le sol sur lequel ont végété des jacinthes atteintes de la maladie annulaire n'est jamais très profondément labouré, comme on le fait lorsqu'il a porté des jacinthes atteintes de la maladie appelée „zwart snot”. Ces deux faits concordent parfaitement avec ce que j'ai dit plus haut concernant la migration des anguillules. Là où règne la maladie „zwart snot”, il convient de labourer profondément, parce que de cette manière le parasite qui se trouve dans le sol (dans ce cas, le mycelium et les sclerotium d'une espèce de *Peziza*), est enterré à une grande profondeur, où il meurt, ou bien d'où il ne peut plus facilement remonter vers la surface; mais dans la maladie annulaire des jacinthes, tous les parasites

(*Tylenchus*) restent dans les bulbes et par le labour profond on n'en peut enterrer aucun.

Dans un seul cas on peut dire que les anguillules se répandent par le *sol*. Ceci a lieu lorsqu'un bulbe de jacinthe meurt par l'action d'une grande quantité d'anguillules. Lorsqu'un bulbe meurt ainsi, les anguillules perdent leur habitation et doivent passer dans le sol. Mais elles se rendent le plus promptement possible dans les bulbes voisins où elles pénètrent par le sommet du bulbe; et bientôt les parties aériennes de ces jacinthes prouvent par leurs taches jaunes, qu'elles sont fortement atteintes par les anguillules. Au printemps on remarque, surtout dans les champs couverts de jeunes plantes, des foyers d'infection d'où la maladie se répand dans les plantes voisines; le foyer lui-même est caractérisé par un vide où le bulbe n'a pas donné de pousse; si, à cet endroit, on remue le sol au moyen des doigts, on trouve bientôt le bulbe à moitié décomposé, qui est le point d'où part la contagion. — Que l'on trouve généralement dans les jeunes plantes plus de ces foyers que dans d'autres plantes, cela doit probablement être attribué à la circonstance qu'il s'agit ici de bulbes plus petits, qui cessent plus tôt que les grands d'être une habitation convenable pour les anguillules. Et un grand nombre d'exemplaires de ces jeunes plantes sont attaqués par les anguillules, parce que leurs bulbes sont petits et qu'un petit espace en renferme beaucoup. Il est souvent difficile, dans ce cas, de constater la présence d'un centre d'infection, parce que les bulbes sont très rapprochés et que le feuillage couvre presqu'entièrement le sol. La place où un seul petit bulbe est mort dans le sol, est donc peu apparente; les taches jaunes aussi ne sont que peu visibles parce que le feuillage est si épais.

Du moment qu'un bulbe est atteint de la maladie annulaire, les caieux, qu'il produit naturellement ou artificiellement, sont bientôt atteints comme lui. De cette façon la dissémination de la maladie peut être favorisée.

Il résulte de ce qui précède qu'une infection des bulbes, lorsque ceux-ci reposent encore sur les tablettes, dont parle Wakker, n'est pas précisément impossible, mais cependant invraisemblable. Wakker dit: ¹⁾ „Enfin il faut encore ajouter qu'une infection sur les tablettes n'est certainement pas impossible; lorsque les bulbes se trouvent là, l'un près de l'autre, par un temps humide, les animalcules ont l'occasion de se répandre et d'attaquer les bulbes sains du voisinage. Il est vrai qu'ils se dessècheront

¹⁾ Wakker, „Onderzoek der ziekten van hyacinthen en andere bol- en knolgewassen. Verslag over 1883, p. 27.

promptement, mais comme il a été dit plus haut, cela n'a pas d'influence sur leur vitalité; au contraire : lorsqu'à l'automne ils arriveront dans le sol, ils recommenceront une vie nouvelle et répandront la maladie plus loin." En conformité avec ce que j'ai fait remarquer plus haut, au sujet de la dissémination des anguillules de la jacinthe, on peut parfaitement conclure que les anguillules qui ont trouvé leur résistance dans un bulbe déterminé, ne le quitteront pas, sans nécessité, pour en chercher un autre. L'infection sur les tablettes ne peut donc se présenter que très rarement; aussi aucun des fleuristes que j'ai entretenus de ce sujet, n'avait jamais vu rien de semblable.

D. Des remèdes à employer contre la maladie annulaire des jacinthes.

C'était non seulement par l'intérêt que présente la question, mais encore mu par un sentiment de reconnaissance envers un grand nombre de fleuristes de Harlem, qui m'ont aidé de toutes façons dans mes recherches, que je fus amené à étudier, autant qu'il était en mon pouvoir, les remèdes qu'on pourrait employer contre la maladie annulaire. Et cependant, malgré mes investigations et mes recherches je n'ai pas fait un pas de plus et j'estime pouvoir arriver à cette conclusion que, en général, nos fleuristes de Harlem suivent la meilleure voie pour combattre la maladie annulaire.

L'essentiel est d'avoir soin que les bulbes, qu'on plante, soient sains. On y parvient en amputant toutes les parties malades de ces bulbes. C'est pourquoi on visite avec soin tous les bulbes qui reposent sur les tablettes, de préférence à une époque où les feuilles en voie de formation sont encore cachées dans l'intérieur du bulbe et n'en ont pas encore atteint le bout. On enlève une tranche parallèle au disque du bulbe. Si l'on n'observe aucun anneau brunâtre sur la surface coupée, le bulbe est déclaré sain; dans le cas contraire, on fait l'amputation de tout ce qui est coloré en brun. Mais on aura soin, en faisant cette opération, de ne pas endommager le coin des feuilles qui enveloppe le bouton à fleurs. Si les taches malades s'étendent jusqu'au disque, ou à peu près, on rejette le bulbe entier, car d'autres tuniques seraient successivement atteintes et le bulbe resterait malade. Comme les anguillules ne sont jamais *exclusivement* répandues dans les parties brunies, mais se trouvent aussi dans les parties des tuniques qui lesavoisinent immédiatement, on ne peut pas être trop parcimonieux dans l'amputa-

tation. Quand la visite des bulbes se fait à une époque, où le sommet du faisceau de feuilles a déjà atteint l'extrémité du bulbe, ou même en est sorti, on ne peut naturellement plus faire une incision au dessous du sommet, parallèle au disque du bulbe. Dans ce cas, on agit de préférence comme suit. On pratique une incision le long du faisceau des feuilles en voie de développement, dans la direction de la partie inférieure du bulbe; puis on ramène le couteau vers l'extérieur jusqu'à ce qu'on ait atteint le bord extérieur du bulbe; on répète l'opération sur l'autre côté et l'on parvient ainsi à débarrasser le bulbe de ses parties malades sans endommager le faisceau de feuilles et le bouton à fleur y renfermé.

Il est très important de savoir si le *Penicillium glaucum* se fixe dans les bulbes atteints de la maladie annulaire, et à quelle époque. Lorsque cela a eu lieu de bonne heure, on remarque déjà, quand les bulbes se trouvent encore sur les tablettes, que le cœur du bulbe (par conséquent les parties dont se forment les fleurs et les feuilles) est anéanti et en putréfaction. Et tandis que les tuniques extérieures sont encore fermes, blanches et saines, l'intérieur du bulbe est rempli de produits de la décomposition des plantes, soit secs, soit (et le plus souvent) mucilagineux, dans lesquels on trouve, outre les *Penicillium* et *Tylenchus* (ces derniers sont souvent morts et ont disparu dans la masse gâtée), des Acares, des Podurelles, des larves de mouches, de différentes espèces d'anguillules (comparez p. 321), etc. Surtout les larves de mouches salissent, par leurs excréments, le contenu des bulbes. Des bactéries de la putréfaction s'y trouvent aussi en grande quantité, au milieu de la masse à odeur désagréable, qui remplit le bulbe. Quand ce dernier semble extérieurement entièrement sain, le fleuriste inexpérimenté croirait aisément que le bulbe serait complètement intact. Cependant on doit toujours supposer qu'un bulbe est décomposé à l'intérieur, lorsque le sommet, au lieu d'être légèrement poussé vers l'extérieur par le faisceau de feuilles qui se développent, présente un enfoncement faible et brunâtre. On doit se défier de pareils bulbes et les examiner attentivement; et lorsqu'ils sont décomposés à l'intérieur, on doit les rejeter.

Nonobstant les plus grands soins, il arrive chaque année que des bulbes atteints de la maladie annulaire échappent à l'œil le plus per-spicace du fleuriste. Ceux-ci sont plantés à l'automne et peuvent devenir dangereux au printemps suivant. En effet, si les *Tylenchus* se répandent pendant l'hiver dans tout le bulbe, ce dernier meurt et il devient un centre d'infection. Les anguillulides innombrables se meuvent dans toutes les directions à travers le sol; et lorsqu'elles ont atteint l'un ou

l'autre bulbe de jacinthes, elles y pénètrent par le sommet et se rendent vers les feuilles qui se développent, où bientôt elles pullulent et deviennent la cause des taches jaunes des feuilles dont il est traité p. 306. Ces taches jaunes sont comme les dénonciateurs de l'existence de la maladie annulaire; aussi, au printemps, beaucoup de fleuristes font visiter leurs champs de jacinthes par des ouvriers exercés, afin de voir si quelques maladies¹⁾ ne se montrent pas. Si un centre d'infection de la maladie annulaire est découvert, tous les bulbes qui sont atteints, sont enlevés et rejetés. J'ai déjà fait remarquer plus haut (p. 310) que parfois on ne peut voir les taches jaunes si ce n'est par un temps sombre et nébuleux.

Les plantes enlevées sont parfois jetées sur un tas pour être transportées ensuite sur le fumier de la ville. En apparence, ce procédé n'offre aucun danger, puisque les fleuristes emploient constamment du fumier frais d'étable et ne se servent pas du fumier de la ville. Mais comme nous savons que les *Tylenchus* tombent bien en léthargie dans les substances organiques en décomposition, mais n'y meurent pas, et qu'il est aussi connu que ces vers peuvent vivre dans un très grand nombre de végétaux, il conviendrait que les fleuristes fussent prudents en maniant tout ce qui provient de jacinthes atteintes de la maladie annulaire. Car si le fumier de la ville était employé comme engrais dans les champs ou les jardins, il pourrait être la cause d'une infection plus ou moins dangereuse pour les plantes qu'on y cultive. Les anguillules qu'on enlève aux champs, doivent être rendues inoffensives. On y réussit le mieux par l'incinération.

Antérieurement²⁾ j'ai proposé d'employer des oignons comme plantes pièges pour les anguillules de jacinthes répandues dans le sol. Un examen plus attentif et notamment celui que j'ai fait sur place, m'a donné la conviction que ce procédé est inutile. En effet, les *Tylenchus* se trouvent en général fort bien dans les bulbes de jacinthes qu'ils habitent et ne les abandonnent que lorsque ceux-ci meurent en entier. Alors les anguillules se fixent dans les jacinthes voisines qui servent ainsi de plantes-pièges. Comme dans les autres cas, le sol, sur lequel croissaient les jacinthes atteintes de la maladie annulaire, n'est pas infecté, on peut se passer de semer des graines d'oignons sur des champs où la maladie

¹⁾ On prête maintenant aussi beaucoup d'attention à la jaunisse (»geelziek»), causée par le *Bacterium Hyacinthi Wakker*.

²⁾ Voir „Nederlandsch Tuinbouwblad”, 1885, no. 4, et „Landwirthschaftliche Versuchsstationen”, 1885.

annulaire a sévi. Enfin comme surcroît de preuve, M. Polman Mooy, à Harlem, a eu l'obligeance de faire une telle expérience sur un champ où la maladie annulaire avait régné l'année précédente; mais dans les oignons qu'il m'a envoyés il n'y avait plus d'anguillules.

Je me suis efforcé de trouver une substance capable de tuer les *Tylenchus* à l'intérieur des bulbes sans nuire à ces derniers. Une solution d'*acide phénique* à 1 % tue les vers; mais lorsque j'avais tenu huit bulbes atteints de la maladie annulaire pendant 24 heures dans cette solution, je constatai qu'elle n'avait pas suffisamment pénétré dans les bulbes pour ne pas montrer au printemps la maladie. Et lorsque j'eus placé 10 bulbes pendant 44 heures dans la même solution, je pus, il est vrai, m'assurer au printemps, que *tous les Tylenchus* étaient morts (puisque les plantes ne présentaient pas de traces de la maladie annulaire), mais les plantes avaient visiblement souffert: les feuilles se développèrent mal, les tiges demeurèrent courtes et l'inflorescence était petite.

Dix bulbes plongés pendant 21 heures dans une solution à 1 % d'*acide sulfurique* n'étaient pas encore exempts de la maladie annulaire; de 10 autres bulbes qui avaient séjourné pendant 28½ heures dans cette solution, un seul exemplaire présentait encore des traces de cette maladie; enfin, de 10 bulbes qui y avaient séjourné pendant 47 heures, 2 n'étaient pas encore totalement exempts de *Tylenchus*. Toutefois les bulbes qui avaient passé pendant 28½ et surtout pendant 47 heures dans la solution d'acide sulfurique, avaient quelque peu soufferts, comme on pouvait le constater lors du développement des plantes au printemps.

Une solution de 10 % d'*acide acétique* ne tuait pas encore, dans 24 bulbes, les *Tylenchus*, ni par un séjour de 28½, ni par un autre de 47 heures. Cependant les bulbes qui avaient séjourné si longtemps dans le liquide, se développèrent mal au printemps et ne produisirent que des plantes sans valeur.

Dans une solution à 1 % de *bichromate de potasse* je fis séjourner pendant 18, 26, 42 et 48 heures, respectivement 7, 6, 8 et 5 bulbes de jacinthes atteints de la maladie annulaire. Ces derniers m'ont paru pouvoir supporter l'action de ce liquide; au moins ils poussèrent bien et se couvrirent presque tous de feuilles et de fleurs. Les *Tylenchus* paraissent être tous morts, sauf dans un bulbe qui y avait séjourné pendant 18 et un autre, qui y avait séjourné pendant 48 heures. Les expériences avec le bichromate de potasse devront être répétées l'année suivante.

Dans une solution à 0,033 % de *permanganate de potasse*, je plongeai

pendant 20, 26 et 42 heures, respectivement 15, 10 et 3 bulbes de jacinthes atteints de la maladie annulaire; ces trois derniers bulbes ne se développèrent pas au printemps; les 15 et 10 nommés en premier lieu n'avaient pas souffert, mais tous étaient plus ou moins malades.

Enfin, j'ai mis pendant 24, 30, 48 et 54 heures respectivement 8, 6, 4 et 5 bulbes atteints de la maladie annulaire, dans une solution de 0,1% de *nitrate d'argent*. Les bulbes n'en souffrissent aucunement; les *Tylenchus* non plus; cependant les bulbes traités par le nitrate d'argent, fournirent beaucoup plus de plantes saines qu'on n'aurait pu espérer obtenir par la plantation des bulbes chétifs, puisque le nitrate d'argent tuait ici le tissu du *Penicillium*, qui se trouvait dans les bulbes¹⁾.

WAGENINGEN, le 10 mars 1886.

¹⁾ Le nitrate d'argent et les chlorures de mercure et de platine, même en petite quantité, ont une action nuisible sur l'*Aspergillus* (voir Würtz, „Dictionnaire de chimie pure et appliquée”, supplément, p. 813).

L'ANGUILLULE DE LA TIGE

(*TYLENCHUS DEVASTATRIX KÜHN*)

ET

LES MALADIES DES PLANTES

dues à ce Nématode,

PAR

Dr. J. RITZEMA BOS,

Professeur à l'*Institut agricole de l'État à Wageningen.*

CHAPITRE VI.

Maladie vermiculaire de la *Galtonia candicans*.

Dans cette Liliacée du Cap, importée seulement depuis peu d'années comme plante d'ornement, les anguillulides de l'espèce *Tylenchus devastatrix* peuvent également vivre; elles y causent les altérations qui leur sont propres. Le seul auteur qui dise un mot de cette maladie de la *Galtonia candicans* est Wakker. Il dit: „La maladie annulaire se rencontre aussi chez la *Galtonia candicans*. Quoique ce ne soit pas encore prouvé, il n'y a pour ainsi dire aucun doute que cette maladie ne soit causée par les mêmes animaleules, qui se trouvent dans la jacinthe commune.” Plus loin il dit que le cas s'est présenté avec la *Galtonia candicans*, que toutes les plantes d'un champ étaient malades.

J'ai semé des graines de *G. candicans* 1°. dans un sol sablonneux où, l'année précédente, le seigle avait été atteint de *Tylenchus devastatrix*; 2°. dans de la terre, mélangée de bulbes malades de jacinthes finement hachés; 3°. dans un sol argileux où les oignons (*Allium cepa*) avaient eu, l'année précédente, la maladie „kroefziek”; 4°. dans de la terre mélangée de feuilles et de bulbes d'oignons, atteints du „kroefziek”, finement hachés. Le résultat était que quelques-unes des plantules présenterent essentiellement les mêmes phénomènes que celles des oignons venus sur un champ atteint de la maladie „kroefziek”, le même épaississement du cotylédon qui était souvent plus ou moins crispé.

Je dois toutefois faire remarquer que les plantules de *Galtonia candicans* ne paraissent pas exercer une grande attraction sur les anguillulides, puisque des semis désignés ci-dessus, sous les nos. 1—4, la plus petite moitié seulement des plantes présentait les symptômes décrits de la maladie; même des plantes de *Galtonia*, venues sur un champ renfermant des anguillulides du seigle, quelques unes seulement furent atteintes d'une manière sensible.

CHAPITRE VII.

Maladie vermiculaire de la *Scilla sibirica*.

En octobre 1884 je plaçai dans du terreau une vingtaine de bulbes de cette plante avec un mélange de bulbes de jacinthes atteints de la maladie annulaire, finement hachés. Le même jour je plantai 6 bulbes de la même *Scilla* dans de la terre qui avait porté, l'année précédente, du seigle infesté d'anguillulides. La terrine, qui contenait les 20 bulbes, fut placée dans une chambre chauffée; les plantes se développèrent, en général, d'une façon normale, et fleurirent bien en hiver, sauf deux exemplaires, chez lesquels la tige florale restait relativement courte et les fleurs — dont quelques-unes ne s'ouvrirent pas — demeuraient entassées l'une sur l'autre. Les plantes dont les feuilles présentèrent bientôt des taches jaunes, commencèrent — surtout pendant et après la floraison — à se crisper et à se tordre et s'épaissirent ça et là. En examinant de plus près, je vis que les feuilles contenaient — notamment aux endroits où j'observais les taches jaunes — un grand nombre d'anguillulides, mâles et femelles, des larves et des œufs. Le 16 mai, le feuillage des plantes étant mort ou en voie de se dessécher, j'enlevai quelques bulbes du sol. Ces bulbes présentèrent la maladie annulaire exactement de la même manière que les bulbes de jacinthes. (Comparez p. 312 à 320).

Le pot à fleurs, contenant de la terre infestée d'anguillulides (voir plus haut), dans lequel j'avais mis, en octobre 1884, 6 bulbes de *Scilla sibirica*, fut placé par moi dans un local non chauffé. Le 2 mars 1885, les plantes avaient, il est vrai, poussé, mais elles n'étaient, à beaucoup près, pas aussi avancées que celles qui croissaient dans le jardin de l'Institut agricole de l'État, dans une terre saine. Ces dernières fleurissaient déjà, tandis que mes 6 bulbes plantés dans un terrain infesté

ne fleurirent qu'un mois plus tard. Leurs feuilles étaient plus ou moins tordues et présentaient beaucoup de taches jaunes. Leur extrémité resta soudée pendant longtemps. Lorsqu'enfin, vers la fin d'avril, les fleurs apparurent, elles ne présentèrent rien d'anormal ; mais chez quatre exemplaires, les tiges florales demeurèrent plus courtes qu'à l'ordinaire. Dès le 2 mars 1885 je trouvai dans les feuilles une quantité d'anguillulides de tout âge, ainsi que des œufs. L'examen d'un de ces bulbes me donna les résultats suivants : les parties inférieures du bulbe étaient extrêmement saines ; seulement la partie supérieure de quelques tuniques, à proximité du bourgeon du bulbe, présentait des taches brunes et renfermait des anguillulides de tout âge. Ainsi les anguillulides ont pénétré du sol dans le bulbe par le bourgeon, et de là elles se sont répandues d'abord dans les feuilles (chez quelques exemplaires, aussi dans les tiges florales, comme un examen ultérieur me l'a prouvé). Ce fut seulement lorsque les feuilles commencèrent à se faner, qu'elles émigrèrent vers les bulbes, où elles occasionnèrent, à un degré intense, les phénomènes ordinaires de la maladie annulaire. Il résulte de ce qui précède que la maladie annulaire se montre chez la *Scilla sibirica* de la même manière que chez le *Hyacinthus orientalis* et que les anguilles des jacinthes et celles du seigle peuvent toutes deux causer cette maladie avec les mêmes phénomènes.

Quoique rien ne paraisse avoir été écrit concernant la maladie annulaire des *Scilla*, je sais que la maladie est parfaitement connue par nos habiles fleuristes. M.M. Krelage et Groenewegen m'ont dit que la maladie annulaire s'observe parfois chez les *Scilla*, mais que les tulipes et les lis en demeurent toujours exempts.

CHAPITRE VIII.

Maladie vermiculaire des *Scilla campanulata* et *Scilla cernua*.

De ces deux espèces, M. A. C. Groenewegen m'avait envoyé deux variétés. J'en plantai quelques bulbes dans de la terre végétale mélangée de jacinthes atteintes de la maladie annulaire finement hachées, d'autres dans une terre sablonneuse, où l'année précédente le seigle avait souffert de la maladie „Stock”, enfin quelques-uns — pour établir la comparaison — dans une bonne terre saine. Ces derniers fournirent des plantes normales et saines ; mais les bulbes plantés dans de la terre infestée d'anguillulides donnèrent des plantes atteintes de la maladie annulaire.

Les caractères de la maladie étaient entièrement les mêmes chez les *Scilla campanulata* et *Scilla cernua* (v. Pl. X, fig. 1), et il était sans importance, pour ces caractères, d'employer des anguillulides des jacinthes ou des anguillulides du seigle. Il est vrai que la maladie se déclarait plus intense par l'infection au moyen des anguillulides de la jacinthe, lesquelles se fixèrent plus tôt et en plus grande quantité dans les feuilles, mais il n'est pas impossible qu'elles se trouvassent en plus grande quantité dans la terre qui servit à mes expériences, que les anguillules du seigle.

Si dans les *Scilla sibirica* les anguillules pénètrent dans les bulbes, par la partie supérieure, à proximité du bourgeon, chez les bulbes de *Scilla campanulata alba*, plantés en octobre 1884, dans un terrain infecté, je remarquai, le 2 mars suivant, que les anguillules avaient émigré du sol dans les écailles extérieures des bulbes, le plus souvent à mi hauteur du bulbe, parfois plus bas, parfois plus haut. Jamais les anguillulides n'avaient pénétré dans le bourgeon du bulbe. La différence entre la manière dont les anguillules se fixent dans les bulbes de *Scilla sibirica* et de *Hyacinthus orientalis* d'un côté et dans ceux de *Scilla campanulata* et de *Scilla cernua* de l'autre, s'explique facilement par la circonstance, que les écailles extérieures du bulbe sont sèches et dures chez les premières espèces, donc impropre à livrer passage aux anguillules, tandis que chez les deux espèces de *Scilla* nommées en dernier lieu, les tuniques extérieures des bulbes sont aussi charnues et tendres que celles intérieures, de sorte que les anguillules y peuvent pénétrer facilement et ne doivent pas chercher passage par le bourgeon.

Là, où les anguillules s'étaient fixées dans les écailles des bulbes de *Scilla campanulata alba*, les tissus étaient déformés de la même manière que chez les bulbes de jacinthes atteints de la maladie annulaire : la féculé avait en tout ou en partie disparu dans les cellules environnantes, et le tissu, qui contenait le plus grand nombre d'anguillules, présentait une couleur jaune brunâtre due à la présence d'une masse gommeuse brun jaunâtre.

Pour ce qui concerne les parties aériennes, elles étaient beaucoup plus déformées chez la *Scilla campanulata* et la *Scilla cernua* atteintes de la maladie annulaire, que chez les *Scilla sibirica* et *Hyacinthus orientalis*, atteints de la même maladie. Les feuilles étaient beaucoup plus crispées et, en certains endroits, très épaissees. On remarquait sur certaines feuilles particulièrement crispées et enroulées en spirale, l'une dans l'autre, des taches brillantes et transparentes comme le verre (Pl. X, fig. 1, + +). Un examen plus attentif fit voir qu'en ces endroits l'épiderme s'était détaché du parenchyme des feuilles, parce que les cellules épider-

miques s'y étaient développées anormalement. Voir fig. 2 (Pl. X) où l'on a représenté en *q* les cellules épidermiques normales, grossies 120 fois. En *p* les cellules épidermiques ont subi un agrandissement anormal, tandis que le nombre relativement plus petit des stomates (*a*) prouve que dans l'épiderme de la partie malade de la feuille une segmentation de cellules a eu lieu. Les cellules du parenchyme ordinaire des feuilles sont à leur tour grossies et augmentées par segmentation, chez les plantes de *Scilla campanulata* et *Scilla cernua*, atteintes de la maladie annulaire, comme c'est le cas chez les plantes de seigle malade (comp. pl. III, fig. 4). Aucun grossissement ni accroissement des cellules épidermiques des feuilles, n'a été constaté par moi, jusqu'à ce jour, dans d'autres plantes atteintes des anguillulides que dans les deux *Scilla* citées.

CHAPITRE IX.

Maladie vermiculaire de la Spergule (*Spergula sativa*).

En 1883 et 1884, je semai de la spergule sur une terre infestée d'anguillules du seigle; mais quoique j'aie découvert parfois quelques anguillulides dans les tiges de ces plantes, il ne pouvait être question d'une maladie de ces plantes causée par les anguillules; ces plantes en effet avaient pendant les deux années un aspect aussi sain que possible. Chez les écrivains allemands je n'ai d'ailleurs trouvé aucune mention d'une maladie de la spergule causée par les anguillules; même Havenstein¹⁾ recommande la culture de cette plante dans des terres sablonneuses où le seigle souffre de la maladie du „Stock”. Cependant je trouve dans un rapport, fait par M. C. J. Sickesz, en suite de la réunion tenue, en 1879, par le „landwirthschaftliche Verein für Reinpreeussen”, et à laquelle il assistait, ce qui suit: „Chez cette plante qui sert également de nourriture à l'anguillule du seigle, on observe, sur les champs attaqués, les mêmes phénomènes que chez les autres plantes, notamment le seigle, l'avoine, le sarrasin, le trèfle²⁾.

¹⁾ Havenstein, „Die Wurm- oder Stockkrankheit” (1880), p. 25.

²⁾ Voir „Landbouwcourant” du Dr. D. Mulder, 1879.

CHAPITRE X.

Maladie causée par les anguillulides au Trèfle et à la Luzerne.

Comme il a été dit plus haut (p. 259), Schwerz connaissait déjà la maladie „Stock” du trèfle, dans les environs de Kempen, Dahlen, etc.; suivant cet agronome, le seigle, l’avoine et le sarrazin sont sujets à la même maladie. Comme il est connu avec certitude suffisante que le *Tylenchus* est la cause de la maladie „Stock” de ces dernières plantes, il est naturel d’admettre que la maladie „Stock” du trèfle est causée par le même nématode. Cependant Havenstein a envoyé en août 1880, à Kühn, des plantes malades de luzerne (*Medicago sativa*) et de trèfle rouge (*Trifolium pratense*), dans lesquelles ce dernier trouva quantité de *Tylenchus*, qu'il crut devoir rapporter à une espèce différente (*Tylenchus Havensteini Kühn*) mais pour laquelle j'ai démontré (p. 213) que très probablement elle ne se distingue pas spécifiquement du *Tylenchus devastatrix*, puisque la description, que fait Kühn de cette nouvelle espèce, comparée aux exemplaires de *devastatrix* étudiés par moi, ne peut nous amener à établir une distinction spécifique entre ces deux formes. — Or Kühn écrit ce qui suit concernant les plantes devenues malades par l'action des *Tylenchus*¹⁾:

„Die übersandten Luzern- und Rothkleefpflanzen zeigten zahlreiche verkümmerte Triebe. Zuweilen hatte sich die Knospe nur zu einem rundlichen oder eiförmigen, weisslichen, gallenartigen Gebilde entwickelt; meist jedoch war es zur Ausbildung von Trieben gekommen, diese aber waren verkürzt, oft verkrümpt und meist ungleich verdickt. Kleinere Triebe waren ebenfalls durchaus weisslicher Farbe, bei andern war dies nur am unteren Theile der Fall, während der obere Theil mehr oder weniger grüne Färbung hervortreten liess. Die an solchen Trieben vorhandenen Blättchen waren meist verkümmert und oft nur schuppenförmig entwickelt. Die Verdickung der abnormen Triebe kann bei der Luzerne das vierfache des normalen Durchmessers erreichen.”

Moi-même je ne puis dire beaucoup concernant la maladie du trèfle causée par les anguillulides. J'ai semé du trèfle rouge et de la luzerne sur un champ qui était rempli d'anguillules du seigle. Plus tard je découvris dans les tissus de quelques-unes de ces papilionacées, des

¹⁾ J. Kühn, „Das Luzernälchen” dans „Deutsche landwirthschaftliche Presse”, VIII, (1881) p. 32.

Tylenchus; je remarquai également chez quelques plantes de luzerne et de trèfle, qui croissaient sur le champ infesté, des altérations qui correspondaient essentiellement à celles décrites par Kühn, mais moins prononcées; probablement parce que dans mes plantes il n'y avait toujours qu'un petit nombre de *Tylenchus*, tandis que Kühn les trouvait „massenhaft” dans les parties des plantes de trèfle et de luzerne, de végétation anormale.

CHAPITRE XI.

La pourriture des capitules du Chardon à foulons.

Cette maladie connue en Allemagne sous le nom de „Kernfäule”, n'a jamais été observée par moi, ce qui ne doit pas étonner quand on songe que dans les Pays-Bas quelques hectares seulement dans le Limburg et fort peu dans le Brabant septentrional sont consacrés à la culture du chardon à foulons, à laquelle s'adonnent quelques journaliers qui ne possèdent qu'un petit champ¹⁾). Je ne puis donc citer ici que les paroles de Julius Kühn²⁾ au sujet de cette maladie. Il dit que cette maladie est appelée „Kernfäule, obgleich meist eine eigentliche Fäule dabei nicht eintritt, sondern nur ein allmähliches Missfarbigwerden und Vertrocknen der Blüthenköpfe stattfindet. Die Blütchen welken und sterben frühzeitig ab, das Zellgewebe im Innern der Blüthenkopfe ist gebräunt; durch das Zusammentrocknen desselben werden die Köpfe endlich hohl. Die Bräunung des Zellgewebes beginnt am Blüthenboden und schreitet nach innen vor, bis das ganze Mark davon ergriffen ist. Die Gefäßbündel, welche den Blüthenboden netzförmig durchziehen, bleiben länger lebenstätig und sind noch frisch und unverändert, wenn das Markgewebe schon gebräunt ist. Dadurch ist es ermöglicht, dass noch einige Zeit nach dem Erkranken der Köpfe den Fruchtknoten der an ihren übrigen Theilen schon welkenden Blütchen noch Nahrung zu einer abnormalen verkümmerten Ausbildung zuführt wird. Die aus ihnen entstehenden Körner sind

¹⁾ Voir H. C. van Hall, „Grondbeginselen der wetenschappelijke Landhuishoudkunde” (1865) p. 93. — K. van Tuinen, „Nederlandsche Planten”, (1874) p. 70. — G. Reinders, „Handboek voor den Nederlandschen landbouw en de veeteelt”, II, 1879, p. 127.

²⁾ Julius Kühn, „Die Krankheiten der Kulturgewächse” (1858), p. 178.

mehr als um die Hälfte kleiner und mehr abgerundet als die gesunden Samen. Die Haarkrone, welche bei den letzteren gestielt ist, sitzt den ersteren unmittelbar auf und ist fast doppelt so gross wie gewöhnlich." — Tandis que dans toutes les maladies de plantes décrites ici, les anguillules qui en sont la cause, habitent exclusivement la tige ou les feuilles, dans la maladie des capitules des chardons à foulons, ces parasites passent dans la fleur et même dans les graines. D'après Kühn, il existe encore à l'intérieur des graines malades une partie du noyau: l'autre partie du contenu est remplie d'une grande quantité d'anguillules, réunies en masses blanchâtres. Celles-ci se rencontrent également dans le tissu du péricarpe anormalement grossi, surtout à sa base; de plus dans le pappus, surtout à sa base, dans le réceptacle et aussi dans la moelle du réceptacle commun. Mais d'après Kühn, ils ne causent à ces deux derniers organes aucune altération, mais seulement un dépérissement lent et un brunissement du tissu.

Telles sont les communications du célèbre observateur allemand qui — comme il a été dit dans la 1^{re} partie de cet ouvrage (v. p. 164) — démontre en même temps que les anguillules des chardons à foulons malades ne diffèrent pas spécifiquement de celles des plantes de seigle, qui souffrent de la maladie „Stock”.

Il n'est absolument pas à ma connaissance comment les *Tylenchus* arrivent dans les capitules des cardères. Kühn dit: „Da die Entwicklung der Anguillulen, insbesondere das Emporkriechen der Larven zu den Blüthentheilen, durch feuchte Witterung begünstigt wird, so erklärt es sich recht wohl, dass die Kardenfäule in nassen Jahren häufiger und allgemeiner auftritt als in trockenen.” Néanmoins il prétend „dass auch in trockenen Jahrgängen hinreichende atmosphärische Niederschläge erfolgen, um die Anguillulen zu den Kardenköpfen gelangen zu erlassen, dass aber dann meist eine geringere Menge der ersteren die letzteren erreicht.” Il paraît donc que Kühn admet que les *Tylenchus* se rendent *extérieurement*, le long de la tige, vers les inflorescences. Toutefois ce que nous savons aujourd’hui des mœurs de *Tylenchus devastatrix* et de la manière de vivre de ce nématode dans d’autres espèces de plantes, indique que probablement ces animalcules ne voyagent pas à l’*extérieur* de la tige, mais qu’elles séjournent à l’*intérieur* des plantes encore jeunes, et en se frayant un passage à travers les tissus de la tige, arrivent dans l’axe d’inflorescence des chardons.

Afin de pouvoir suivre la marche complète de la maladie, je semai, jusqu'à deux fois, des graines de chardon dans un sol qui était abondamment pourvu d'anguillulides du seigle; une fois dans un sol où se trouvait

une grande quantité d'anguillules de l'oignon ; une autre fois, dans de la terre mélangée de jacinthes atteintes de la maladie annulaire, finement hachées. Mais ni les anguillules du seigle, ni celles des oignons ou des jacinthes, ne se montrèrent disposées à pénétrer dans les jeunes *Dipsacus* (comparez p. 232). Ainsi mes efforts pour suivre la maladie des cardères du commencement à la fin, demeurèrent entièrement stériles. — Plus tard je fis encore un effort pour infecter des grandes cardères à foulons agées de deux ans : je fis une incision, un peu en dessous de l'inflorescence d'une huitaine de tiges de trois plantes différentes, et j'y introduisis successivement un fragment de tissu, à moitié desséché, d'une tunique de jacinthe atteinte de la maladie annulaire, un fragment d'une plante d'oignon atteinte de la maladie vermiculaire, appelée en hollandais „Kroefziekte”, et un fragment de tissu épluché de la partie inférieure d'une plante de seigle atteinte de la maladie vermiculaire, nommée „Stock.” Ensuite j'entourai de fils la partie blessée de la tige. La tige ainsi que les inflorescences des plantes de *Dipsacus* demeurèrent entièrement saines ; il n'y avait nulle trace d'infection, bien que, dans chaque tige j'eusse introduit certainement plusieurs dizaines, sinon des centaines d'anguillules. Il est donc prouvé que *Tylenchus devastatrix* ne se laisse pas facilement transmettre d'autres plantes dans les cardons à foulons.

CHAPITRE XII.

Maladie vermiculaire („Stock”) du Sarrasin.

La maladie „Stock” du sarrasin était déjà connue par Schwerz (v. p. 259). J'ai semé cette plante pendant deux ans sur une terre fortement infectée d'anguillulides du seigle ; il ne m'a pas été donné d'y observer la moindre trace de maladie, et rarement j'ai pu découvrir des *Tylenchus* dans les tissus de ces plantes. Je ne puis donc que citer d'autres auteurs et je crois ne pouvoir faire mieux que de rapporter les paroles de Havenstein concernant cette maladie du sarrasin :

„Ebenso, ja oft noch deutlicher als beim Roggen, lässt sich das Uebel am Buchweizen wahrnehmen. Hier tragen die kranken Pflanzen nicht weit über der Erdoberfläche, wo die erste Verästelung beginnt, eine im Verhältniss zum normalen Stengelumfang unförmlich dicke, knotenartige Anschwellung, in deren Bereich der Stengel sehr mürbe, zerbrechlich und im Innern von mulmiger, staubiger Beschaffenheit ist. Von dieser

Anschwellung aus verlaufen einzelne, jedoch sehr kurze Aeste nach Oben, die je nach dem Intensitätsgrade der Krankheit Blüthen und auch noch wohl Früchte tragen können. Andere Pflanzen weisen die wunderlichsten, immer mit Anschwellung verbundenen Krümmungen und Verrenkungen des Stengels auf; alle kranken Pflanzen sind aber sehr viel kleiner als die gesunden. Viele gehen längst vor der Blüthe ein, andere während derselben, und ein Theil producirt auch wohl kümmerliche Früchte. Das Vorhandensein der Krankheit ist hier also viel leichter und sicherer zu konstatieren als beim Haser, auch schon deshalb, wie hier unter Umständen ganz kahle Stellen entstehen können."

WAGENINGEN, 10 mars 1886.

ANNOTATIONS.

Première Série: 1886—1887.

Comme ce mémoire était écrit déjà en mars 1886 et que pendant le temps qu'il fut mis à l'impression, j'ai continué mes recherches, il ne peut paraître étrange que j'aie quelques annotations à ajouter à un écrit, qui date de plus d'une année. J'ai également fait un usage reconnaissant de quelques observations que m'ont fait parvenir M. le professeur Hugo de Vries et M. J. H. Krelage.

V. page 168. Jacinthe romaine = *Hyacinthus romanus*. Plus loin encore ce nom latin est répété à plusieurs reprises (entre autres à la table, page 228). J'ai employé ce nom scientifique à l'exemple de plusieurs horticulteurs, entre autres H. Witte („*Floralia*”, VI, VII, „*de Hyacinth*”, p. 13). Cependant il résulte de la comparaison de la diagnose de l'espèce *Hyacinthus orientalis* avec celle de l'espèce *H. romanus L.* (v. entre autres Baker „*Journal of Linn. Soc.*” Tome XI, p. 426 et 431) que la „romaine blanche” des cultivateurs parisiens ne peut assurément être l'*Hyacinthus romanus* de Linné. Sous ce dernier nom, le naturaliste suédois comprenait une espèce appartenant aux contrées humides, qui croît surtout dans les environs de Toulouse et qu'aujourd'hui on rapporte généralement au genre *Bellevalia Lapeyr.* (Voir entre autres Nees, „*Gen. Fl. Germ. Ic.*”; Boissier, „*Flora orientalis*”, V, p. 301; Rodet et Baillet, „*Botanique agricole et médicale*”, 2^{me} édition 1872, p. 798). L'espèce *Bellevalia romana Rehb.* (Reichenbach „*Flora Germ.*” 105, Ic. t. 1002) figure aussi sous les noms de *Scilla romana* (Gawl, „*Bot. mag.*”, t. 939) et *Bellevalia appendiculata Lapeyr* + *B. operculata Lapeyr.* (Voir Steudel, „*Nomenclator botanicus*”, editio secunda (1840), Pars 1, p. 779).

D'après Vilmorin-Andrieux („*Les fleurs de pleine terre*”). 3^{me} édition,

p. 563) le nom latin de „Romaine blanche” des cultivateurs parisiens est: *Hyacinthus praecox Jord.*; cependant Vilmorin considère cette forme de plantes comme une variété d'*Hyacinthus orientalis L.* — Baker, „*Journal of Linn. Soc.*”, T. XI, p. 426) place à côté du type d'*orientalis L.*, deux variations: la var. β , *provincialis* et la var. γ , *albulus*, et range d'après cette dernière, *H. praecox Jord.*, *H. modestus Jord.* et *H. rigidulus Jord.*

V. p. 231. Dans un exemplaire de l'espèce de mousse *Homalia trichomanoides* que je reçus de M. J. D. Kobus, alors assistant à la station agricole de Wageningen, je trouvai des anguillulides qui, en tout cas, doivent être rapprochées du genre *Tylenchus Bastian*; mais comme ces anguillulides se trouvaient toutes à l'état de larves, il me fut impossible de décider avec certitude si nous avions à faire ici avec le *T. devastatrix*. M. Kobus avait trouvé la mousse, dont il s'agit, sur le Grebsche Berg, près de Wageningen. Jusqu'ici je n'ai trouvé d'autres mousses, soit de la même espèce, soit d'une autre, qui fussent habitées par des *Tylenchus*.

V. p. 232—34. Le fait constaté par moi, que le séjour des anguillulides pendant une série de générations dans une seule et même espèce de plantes, les rend plus disposées à attaquer cette plante plutôt que d'autres, me paraît être d'une certaine importance.

Il est en parfaite harmonie avec une observation faite par Beyerinck, au sujet du *Nematus Capreae* (syn. *N. Valisnerii*). La cécidie de cet insecte se rencontre communément sur la *Salix amygdalina*, mais aussi parfois en grand nombre sur la *Salix alba*. Or quoiqu'on ne puisse constater aucune différence entre les tenthredes provenant de *S. amygdalina* et celles de *S. alba*, les femelles, qui s'étaient développées dans la première espèce de saule, refusèrent constamment de pondre leurs œufs dans les feuilles de la seconde, et réciproquement. M. W. Beyerinck, („*Over het cecidium van Nematus Capreae.*” dans „*Verslagen en Mededeelingen der K. Academie van Wetenschappen, afdeeling Natuurkunde*”, 3^e Reeks, Deel III, 1886).

Les brillantes recherches de Pasteur concernant les bactéries démontrent également qu'entre des organismes qui ne présentent aucune différence morphologique appréciable, même entre des organismes de la même origine, il peut naître, après un certain nombre de générations, une différence physiologique, selon qu'ils se sont développés dans des milieux différents. Les recherches de Pasteur ont prouvé parfaitement que des bactéries, qui sont la cause de maladies infectieuses, augmentent ou diminuent leurs propriétés infectantes selon qu'elles sont cultivées pendant

un certain nombre de générations dans une espèce d'animaux déterminée. Les expériences, que j'ai faites, prouvent que *Tylenchus devastatrix*, au point de vue des cultivateurs de jacinthes, est fortifié dans ses propriétés infectantes par un séjour pendant plusieurs générations dans les jacinthes, et affaibli par un séjour pendant plusieurs générations dans des plantes de seigle, etc.

V. p. 238—242. Il serait d'une importance capitale de déterminer si la sève des plantes, que les anguillulides ont rendues malades et desquelles on aurait éloigné les *Tylenchus* et leurs œufs, serait en état de pousser à une végétation vigoureuse les tissus des plantes saines d'oignons ou de seigle. S'il en était réellement ainsi, on aurait une preuve indéniable que l'hypertrophie est réellement causée par l'action d'un ferment et non par une irritation mécanique produite par les *Tylenchus*. — J'espère pouvoir bientôt faire des expériences dans le sens indiqué, en suivant les traces de De Bary qui se servit du jus pressé de bulbes et de racines (*Brassica rapa* et *Daucus carota*) attaqués par le champignon *Peziza sclerotiorum*, pour le laisser agir sur plusieurs parties de plantes. (Voir A. de Bary, „über einige Sclerotiniën und Sclerotienkrankheiten” dans „Botanische Zeitung”, 1886, no. 22, 23, 24, 25, 26 et 27.)

V. p. 244. J'espère pouvoir déterminer plus tard si la matière visqueuse, dans laquelle les anguillulides peuvent impunément se dessécher et qu'on ne peut éloigner au moyen de l'eau sans danger pour la vie des petits Nématodes, pourrait être éloignée par une solution de sucre ou de glycérine, sans que les anguillulides meurent si promptement. L'eau agit aussi comme un poison sur les tissus vivants des plantes, et il se pourrait donc qu'elle ait la même action nuisible sur des tissus animaux. Des cellules de plantes conservent la vie dans une solution plus ou moins concentrée de sucre. Des expériences plus précises sont nécessaires.

V. p. 247 et 248. Il serait aussi désirable de faire plus tard des expériences concernant la revivification de *Tylenchus* en léthargie, mais en les faisant tremper dans de l'eau sucrée ou dans la dite matière visqueuse, après qu'elle a été humectée. Il est probable en effet que l'eau pure ait une action nuisible sur les *Tylenchus* et soit ainsi la cause qu'une quantité moindre de ces vers soient revivifiés par l'humidification, qu'en employant un liquide approprié.

V. p. 253. „De même que pour les plantes, un dégel subit paraît être pour les anguillulides plus dangereux qu'une température basse.” L'opinion jusqu'ici assez généralement admise, que les plantes meurent par un brusque dégel et non par la congélation, est erronée, ainsi que

Müller-Thurgau l'a prouvé par des expériences. Les plantes meurent par la congélation.

V. p. 295. M. Van Es m'écrivit qu'il avait cru plusieurs fois observer que la maladie appelée „Kroef” se montrait parfois sur des champs qui n'avaient jamais servi à la culture d'oignons, si la graine avait été cueillie sur des champs infestés. Je le priai de m'envoyer de telles graines, et il satisfit à ma demande de la manière la plus obligeante, au printemps de 1886. Un examen minutieux me fit voir qu'en effet quelques graines contenaient des anguillulides, mais en petite quantité et lorsque j'eus semé ces graines dans un sol pur (non infesté de *Tylenchus*), j'observai que 3 % environ des plantes naissantes avaient la maladie appelée „Kroef-ziekte.” — Cette découverte enseigne que le séjour des graines dans l'un ou l'autre liquide nuisible aux *Tylenchus* pourra être d'une grande signification. J'espère continuer mes recherches à ce sujet. — Les graines, qui renfermaient des anguillulides, ne pouvaient se distinguer extérieurement de celles qui en étaient exemptes.

V. p. 327. L'infection sur les tablettes pourrait cependant en effet avoir lieu, mais en général pas de la manière indiquée par Wakker. Si des bulbes de jacinthes, atteints de la maladie annulaire, se trouvent sur des tablettes, ils peuvent s'y décomposer lentement, et comme ils y restent jusqu'en novembre, ils peuvent se séparer en parties, notamment quand ils sont attaqués par d'autres maladies encore. Les écailles mortes restent attachées aux tablettes et s'y dessèchent. Or, aussi longtemps que ces écailles ou éclats contiennent de la nourriture, les *Tylenchus* demeurent en vie; mais quand ils sont desséchés, les *Tylenchus* se dessèchent aussi, pour revenir plus tard à la vie active sous l'influence de circonstances favorables. Si maintenant les tablettes ne sont pas nettoyées avec beaucoup de soin, l'année suivante, lorsqu'on y placera des bulbes frais, les *Tylenchus* peuvent sortir de leur état latent, revenir à la vie active et se fixer dans ces bulbes frais pour leur transmettre la maladie. M. Krelage me communique qu'une grande partie de bulbes de *Galtonia*, déposés chez lui sur des tablettes, peu de temps après qu'on avait enlevé les bulbes de jacinthes, montrèrent bientôt la maladie annulaire, et il présume qu'en ce cas la contagion s'est faite de la manière que je viens d'indiquer. Certains fleuristes expérimentés — m'écrivit M. Krelage — avaient, autrefois déjà, l'habitude de nettoyer les tablettes, après qu'on avait enlevé les bulbes, avec l'un ou l'autre liquide corrosif. Wakker conseille de les laver, avant qu'on y place les bulbes, de préférence avec de l'eau contenant un peu d'acide phénique (1 partie sur 100 à 200 parties d'eau). „Lorsque les tablettes seront nettoyées avec ce mélange —

ainsi continue le Dr. Wakker, — „il faut en tout cas les sécher parfaitement avant qu'on y place les bulbes, ce que l'on reconnaît à la disparition de l'odeur forte d'acide phénique. On prendra surtout soin de ne pas laisser les bulbes, spécialement les jeunes, en contact avec des mélanges trop concentrés, qui feraient brunir et mourir les écailles extérieures.

V. p. 330. M. Krelage me fait observer que quelques fleuristes savaient déjà par expérience, combien il est dangereux de jeter sur un tas de fumier des jacinthes malades. Aussi, la Direction supérieure de la Société générale pour la culture des oignons à fleurs, a-t-elle, au moyen de circulaires du 18 mai 1883 et du 25 avril 1884, appelé l'attention de ses membres sur le danger de cette manière d'agir; et elle s'est adressée à ce sujet, aux administrations des communes où la culture des jacinthes se pratique, toutefois sans succès. — Il est surtout d'usage, en certains endroits, d'engraisser des prairies avec des jacinthes malades; ce qui mérite d'être désapprouvé parce que c'est favoriser grandement la multiplication des *Tylenchus*.

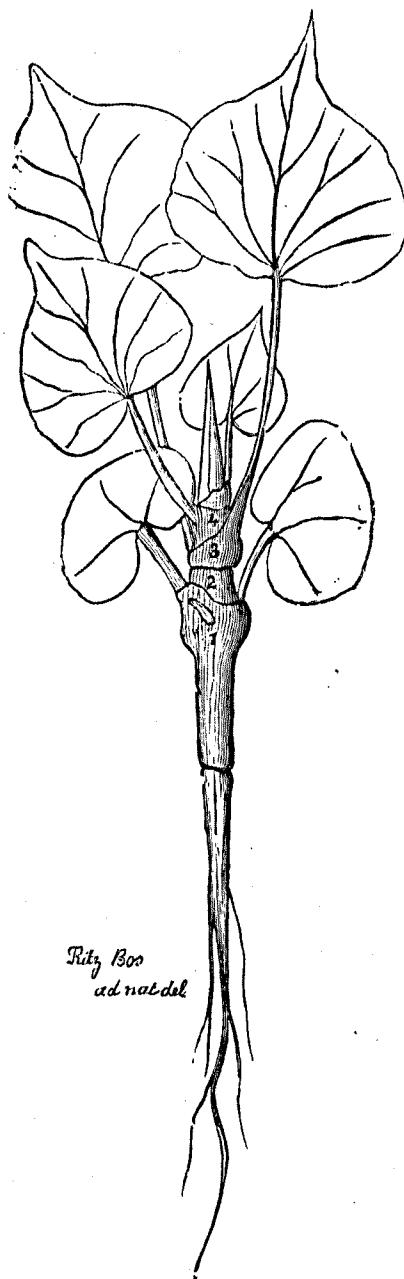
V. p. 332. Bien que je me propose de faire des expériences ultérieures concernant les moyens de combattre la maladie annulaire, je crains qu'en général l'action des substances en dissolution ne donnera pas un résultat favorable, parce que ces substances pénètrent lentement dans le bulbe. — La chose n'est d'ailleurs pas aussi simple que je le croyais, car il ne s'agit pas seulement de conserver après le traitement par l'un ou l'autre liquide qui tue les *Tylenchus*, un bulbe qui fleurit; il faut encore que ce bulbe ne soit pas contrarié dans sa végétation, qu'il demeure sain et soit bon pour le commerce.

V. p. 341. Dans l'été de 1886, j'ai réussi enfin en semant du sarrasin dans un sol infesté d'anguillules de seigle, de rendre quelques plantes malades du „Stock”. Il est vrai que 95 % des plantes demeurerent en apparence saines, mais 5 % environ se présentèrent d'une façon anormale, et furent, après un examen plus minutieux, trouvés contenir une plus ou moins grande quantité de *Tylenchus*. — Je me figure la chose comme suit: En 1884 et 1885 des anguillulides, dont les ancêtres vivaient depuis plusieurs générations exclusivement dans le seigle, il en passa si peu dans le sarrasin cultivé par moi, qu'on ne pouvait parler d'une maladie de ces plantes; mais ce petit nombre a fourni une descendance capable de vivre dans la sarrasin, et finalement assez nombreuse pour communiquer la maladie à un nombre respectable de plantes.

Maintenant pour ce qui concerne les caractères de cette maladie, je puis dire ce qui suit: A chaque plante de sarrasin malade, j'observai

qu'un ou plusieurs des membres de la tige demeurèrent très courts,

mais devinrent plus gros. Parfois le membre inférieur demeura court, un deuxième et même un troisième acquit encore assez de longueur, mais les autres demeurèrent, pour la plupart, courts. Dans la figure ci-contre le membre inférieur (1) est, il est vrai, plus gros que chez une plante saine, mais cependant assez bien développé en longueur ; tous les membres suivants (2, 3, 4) sont demeurés courts, mais sont très gros. Là où les parties de la tige sont très grosses, elles sont, comme le dit Havenstein, tendres et plus fragiles. Les plantes de sarrasin malades, que j'ai pu observer, ne se ramifient que par exception, et jamais près du sol. (Comparez la communication de Havenstein, p. 341 de ce mémoire). Quelques plantes se recourbent d'une façon singulière, selon l'intensité de la maladie, elles produisent ou ne produisent pas des fleurs et des fruits. Plusieurs plantes meurent avant la floraison. Les feuilles des plantes de sarrasin malades sont souvent plus épaisses que celles des plantes saines ; surtout le pied du pétiole s'enfle et peut même présenter des crevasses et des fentes (voir la figure au dessus du chiffre 1).



WAGENINGEN, janvier 1887.

P L A N C H E I.

Explication des figures.

Fig. 1. *Tylenchus devastatrix* femelle, provenant d'une plante d'oignon, figure grossie 200 fois.

- a* = Stylet ou crochet.
- b* = Premier bulbe (musculeux) de l'œsophage.
- c* = Deuxième bulbe œsophagien.
- d e* = Intestin proprement dit.
- e f* = Rectum.
- f* = Ouverture anale.
- g* = Pore excréteur (Orifice du vaisseau latéral).
- h* = Commencement de l'ovaire.
- i* = Ovule, avec noyaux (non fécondé).
- k* = Première moitié de l'oviducte (tube) avec des spermatozoïdes.
- l* = Deuxième moitié de l'oviducte avec des glandes dans la paroi.
- m* = Partie antérieure de l'utérus contenant un œuf fécondé.
- n* = Cul-de-sac, deuxième partie de l'utérus.
- o* = Vulve.

Fig. 2. *Tylenchus devastatrix* mâle, provenant d'une plante d'oignon, figure grossie 200 fois.

- a, b, c, d e, g* : voir figure précédente.
- f* = Ouverture cloacale.
- h* = Commencement du testis.
- i* = Cellules-mères de spermatozoïdes (Spermatoblastes).
- k* = Cellules plus divisées, formant des spermatozoïdes.
- l* = Vas deferens.
- m* = Spicule.
- n* = Pièce accessoire.
- o* = Bourse.

Fig. 3. Partie antérieure d'un *Tylenchus devastatrix* incomplètement développé, provenant d'une plante d'oignon, grossie $\frac{440}{1}$.

a, b, c, d : voir explication de fig. 1.

Devant le stylet ou crochet *a* on voit la région labiale; et plus loin à la base du stylet :

les musculi protractorii, se portant en avant.

les musculi retractorii, » » » arrière.

La moitié de l'œsophage devant le premier bulbe ou bulbe musculeux (*b*) se dirige tout droit; la moitié qui s'étend du premier au second bulbe, est repliée. Dans le deuxième bulbe on voit des noyaux. — Près *d* commence l'intestin; dans la paroi de celui-ci on ne peut distinguer des cellules séparées, à cause de la présence de nombreuses gouttes, réfractant fortement la lumière.

Fig. 4. Partie antérieure d'un *Tylenchus devastatrix* provenant d'une plante de blé, grossie $\frac{440}{1}$.

a et b: Voir fig. 4.

Fig. 5. Partie postérieure du corps d'un *Tylenchus devastatrix* non adulte (de 0,98 millimètres de long), provenant d'un bulbe de jacinthe; grossie $\frac{440}{1}$.

On voit en *a* l'ouverture anale; de *a* en *b* s'étend le rectum étroit, devant celui-ci l'intestin proprement dit, entouré de deux lignes de cellules alternantes, ensuite une masse granuleuse remplissant l'intérieur de la queue.

Fig. 6. Partie postérieure du corps d'un *Tylenchus devastatrix* femelle, provenant d'un bulbe de jacinthe; grossie $\frac{500}{1}$.

a, b : Voir l'explication de fig. 5.

c = Vulve.

d, e = Utérus.

Fig. 7. Partie antérieure d'un *T. devastatrix*, tué par la chaleur et provenant d'une plante de blé; grossie $\frac{440}{1}$. On voit très clairement les anneaux de la cuticule.

Fig. 8. Partie antérieure d'un *T. devastatrix*, provenant d'un bulbe de jacinthe et en mue.

Fig. 9. Partie antérieure d'un *T. devastatrix*, tué par la chaleur et provenant d'une plante d'avoine. Auprès de *x* on voit le pore de l'organe excréteur *x y*; grossissement: $\frac{440}{1}$.

Fig. 10. Contour de la partie postérieure d'un *T. devastatrix* femelle d'une forme anormale.

Fig. 11. Extrémité terminale d'un *T. devastatrix* mâle, vu à trois quarts. On voit l'ouverture cloacale, la pièce accessoire, les deux spicules et la bourse. On voit également comment la membrane latérale (*m*) s'allonge dans cette bourse.

Fig. 12 à 16. Extrémités postérieures de cinq *Tylenchus devastatrix*, vues entièrement de côté, pour montrer la forme de la pointe du corps et la proportion de la bourse. (Les fig. 12 et 16 appartiennent à des anguillules de jacinthe, les fig. 13 et 14 à des anguillules du blé et la fig. 15 à un anguillule de l'oignon.)

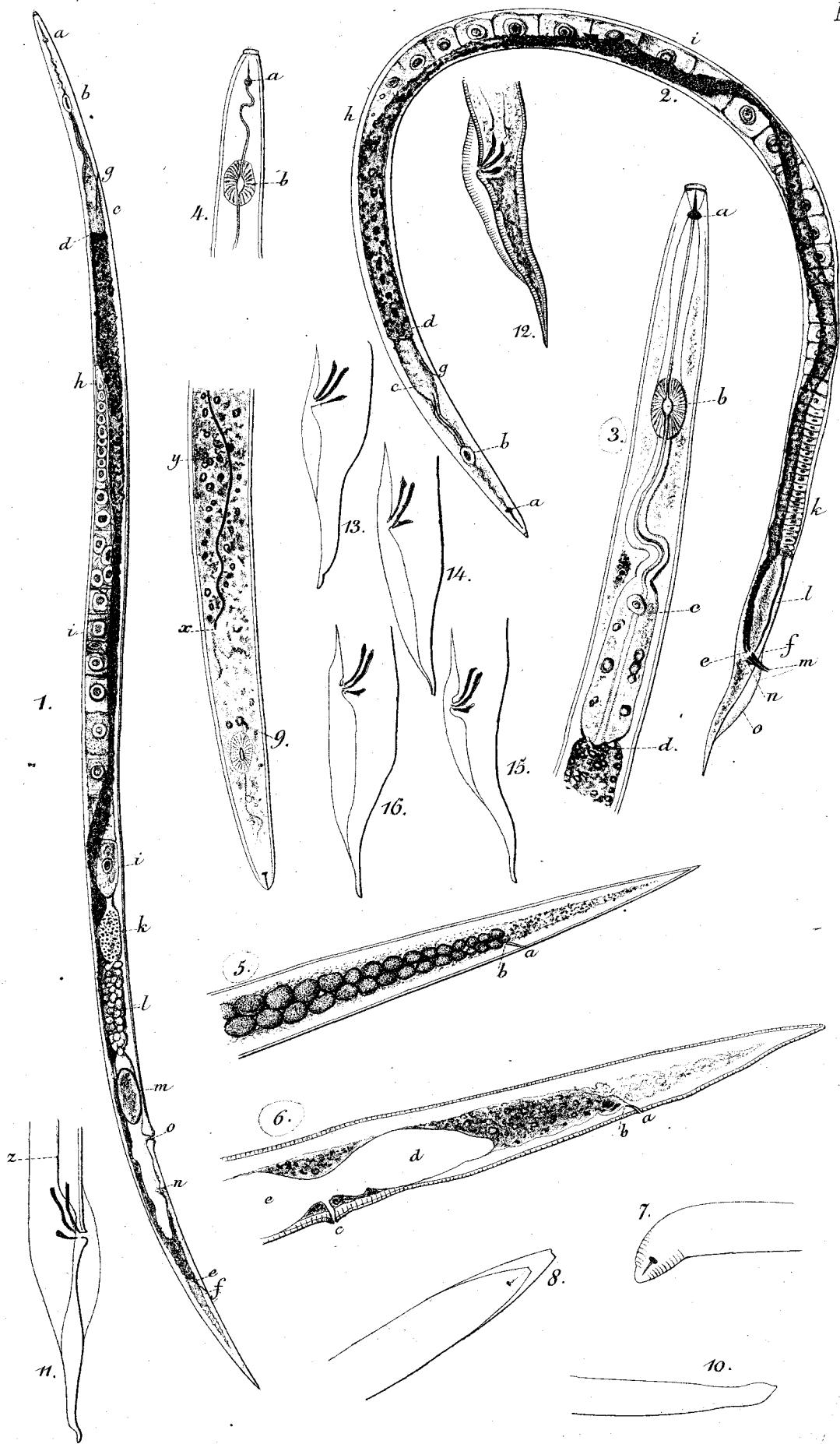


PLANCHE II.

Explication des figures.

Fig. 1. *Tylenchus devastatrix* mâle, vu du côté ventral pour montrer la bourse et la position des spicules. (Extrémité terminale du corps.)

Fig. 2. *T. devastatrix* femelle d'une plante d'oignon; grossie $\frac{440}{1}$. (Partie postérieure du corps.)

Pour l'explication des lettres, voir celle de fig. 1, Pl. I.

Fig. 3, 1^a, 1^b, 1^c, 1^d, 1^e = Oeufs du *T. devastatrix* avant la segmentation du protoplasme.

Fig. 3, 2. Formation de deux noyaux dans un œuf.

Fig. 3, 3^a. Le protoplasme s'est divisé en deux parties inégales; les noyaux sont visibles.

Fig. 3, 3^b. Segmentation du protoplasme en deux parties à peu près égales. Noyaux invisibles.

Fig. 3, 3^c, 4. L'une des parties (l'inférieure dans la figure) ne s'est pas encore subdivisée; l'autre (celle du dessus) s'est divisée; et une de ces divisions commence à se subdiviser encore.

Fig. 3, 4^a. Cette dernière subdivision a déjà eu lieu.

Fig. 3, 4^b. Chacune des subdivisions, provenues elles-mêmes de la dernière division sus-indiquée, s'est partagée de nouveau. La division inférieure de la première segmentation est encore entière. Les fig. 4^a et 4^b montrent des divisions anormales du protoplasme, qui cependant se présentent souvent.

Fig. 3, 5. Segmentation normale du protoplasme. De chacune des parties du protoplasme de fig. 3^a, il s'est formé deux autres parties.

Fig. 3, 6. Il s'est formé huit sphères de segmentation.

Fig. 3, 7. Plusieurs sphères de segmentation sont visibles (environ une quarantaine); elles se sont disposées en deux plaques juxtaposées.

Fig. 3, 8. L'embryon commence à se former, la plaque se courbe. Les bords de la courbe commencent à se rapprocher.

Fig. 3, 9 à 14. Formation ultérieure de l'embryon.

Fig. 3, 15. Embryon fraîchement sorti de l'œuf.

Fig. 3, 16. Paroi de l'œuf plus ou moins froissée après que l'embryon en est sorti.

Fig. 1^a—1^c, qui forment ensemble fig. 3, toutes grossies $\frac{440}{1}$.

Fig. 4. Anguillules de jacinthe desséchées et enroulées, provenant de l'écailler montrée en a dans la fig. 6 de pl. VII.

Fig. 5. Oeuf desséché contenant l'embryon; celui-ci s'est blotti dans un coin de l'œuf; grossissement: $\frac{440}{1}$.

Fig. 6. *Tylenchus devastatrix* femelle morte; la partie antérieure est complètement recoquillée; grossissement: $\frac{200}{1}$.

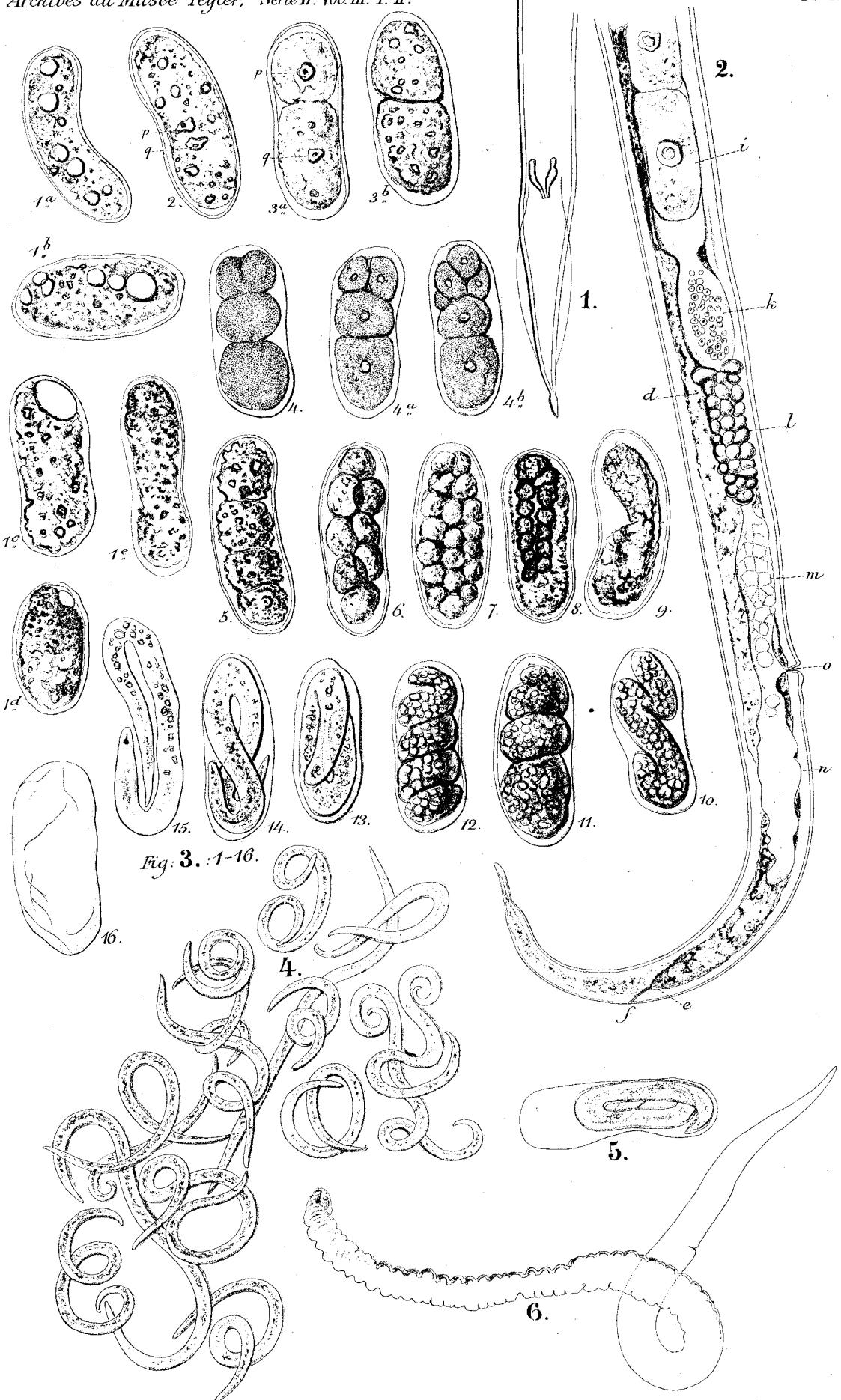


PLANCHE III.

Explication des figures.

Fig. 1 et 2. Plantes de blé, attaquées par les anguillules. Le no. 1 a été dessiné le 18 avril; le no. 2, le 19 mai.

Fig. 3. Coupe d'une feuille d'une plante de blé saine; grossissement: $\frac{120}{1}$.

Fig. 4. Coupe d'une feuille d'une plante de blé malade; grossissement: $\frac{120}{1}$.

Dans les deux dernières figures, *a* indique les faisceaux vasculaires et *b* les stomates. Dans la fig. 4 on voit en *c* un œuf de *T. devastatrix*.

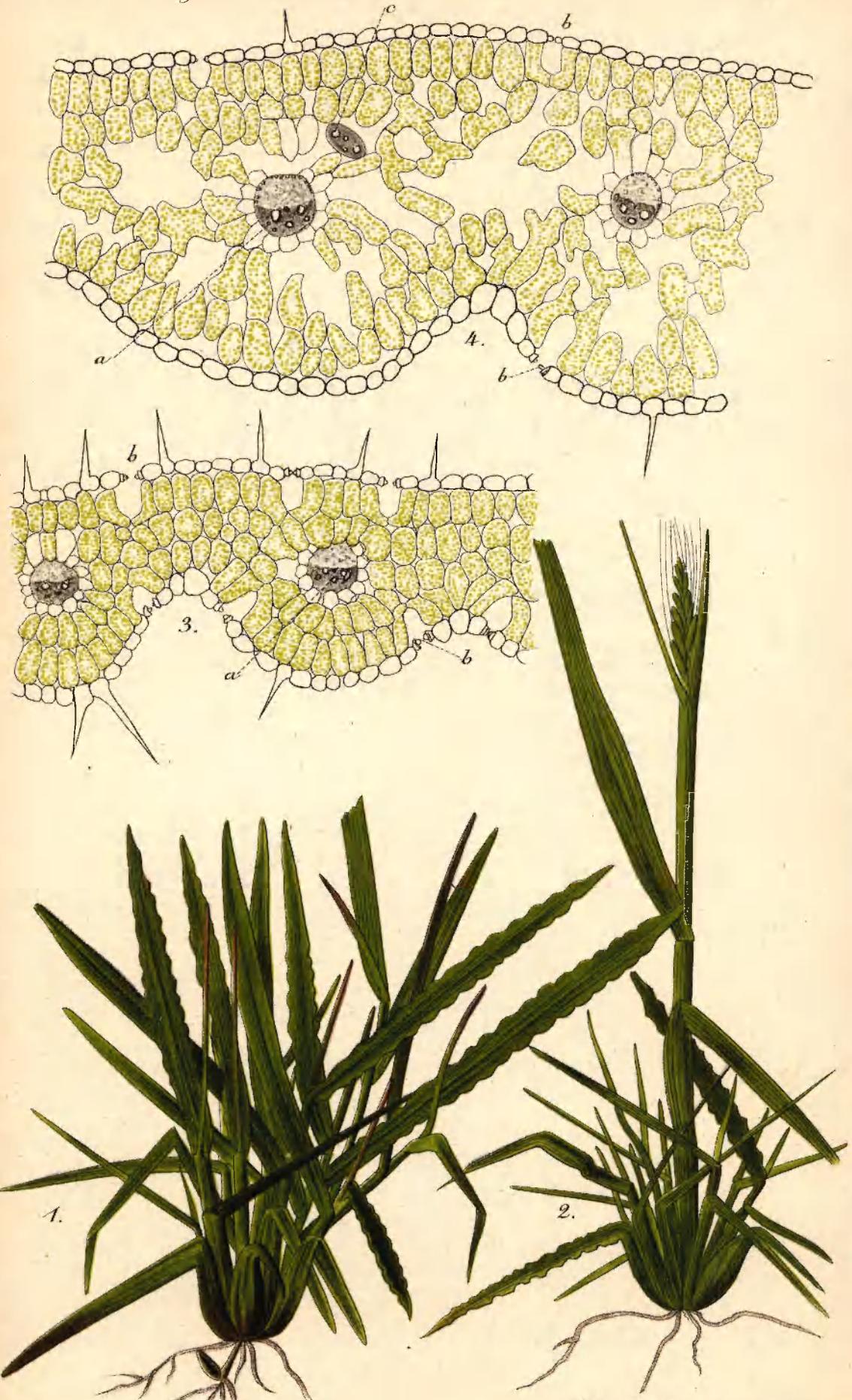


PLANCHE IV.

Explication des figures.

Fig. 1. Plantules à peine germées de l'oignon.

a = Plantule indemne;

b, *c*, *d* = Plantules atteintes de la maladie vermiculaire.

Fig. 2. Oignon malade complètement développé, vu de côté.

Fig. 3. Le même, vu de dessous.

Pour l'explication des fig. 2 et 3, voir le texte.

Fig. 1, 2 et 3 sont dessinées en grandeur naturelle.

Fig. 4. Coupe d'une partie de tigelle d'une plantule venant de germer, qui me fut envoyée de la Hollande méridionale le 27 mai 1885; grossissement: $\frac{140}{1}$.

Dans un petit morceau de tissu, ayant à peu près 1 millim. de longueur et $\frac{1}{2}$ millim. de largeur, on ne compte pas moins de 15 œufs d'anguillules sur la surface de la coupe.

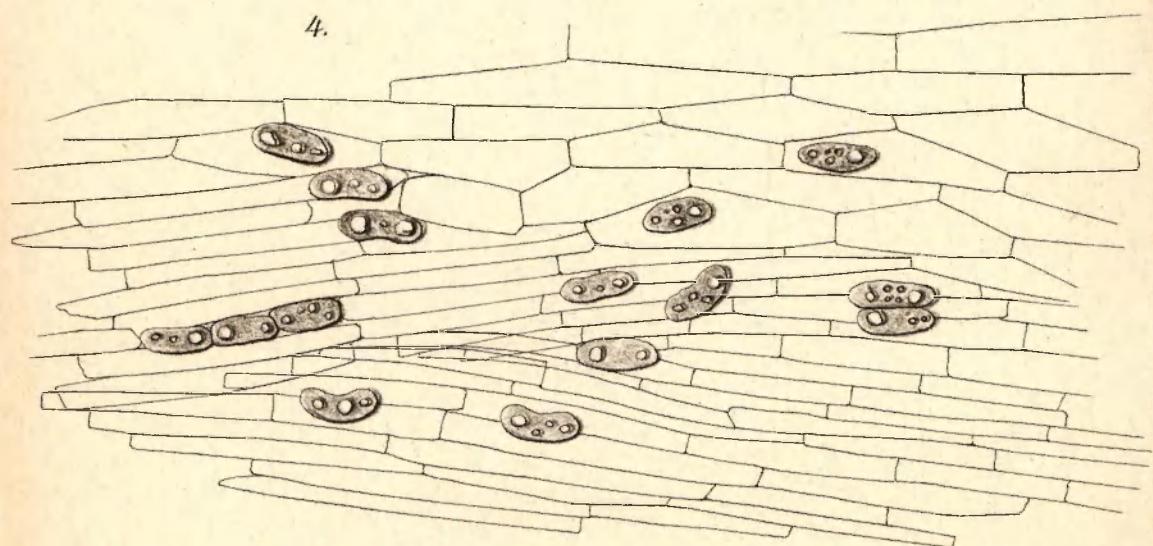
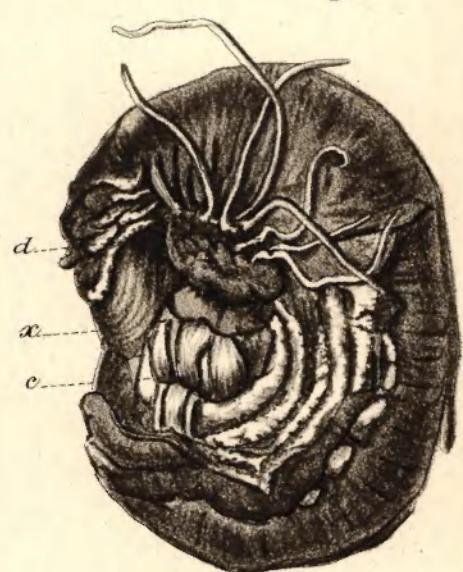
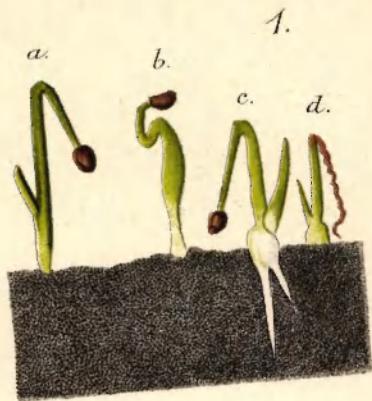


PLANCHE V.

Explication des figures.

- Fig. 1. Plante d'oignon malade, qui me fut envoyée de la Hollande méridionale le 23 juin 1885; grandeur naturelle.
Fig. 2. Plante d'oignon indemne, provenant du même terrain, à comparer; gr. nat.
Fig. 3. Coupe de fig. 1 suivant *a b*; grossie 3 fois.
Fig. 4. Coupe de fig. 2 suivant *a b*; grossie 3 fois.

On voit que dans fig. 4 la tunique extérieure enveloppe entièrement la tunique interne; tel n'est pas le cas pour fig. 3; l'écailler *t* est tellement développée, que la tunique *r s* ne peut plus l'envelopper dans son entier et est déchirée en *r* et en *s*. Il en est de même de l'écailler *p q*, peu ou point anormalement développée en épaisseur.



PLANCHE VI.

Explication des figures.

Fig. 1. Coupe transversale d'une écaille d'une jeune plante d'oignon indemne ; grossissement : $\frac{140}{1}$.

Fig. 2. Partie de la coupe d'une écaille similaire d'une jeune plante d'oignon malade ; grossissement : $\frac{140}{1}$.

En général les cellules de cette écaille malade ont subi un accroissement anormal et sur un côté de la fibre vasculaire leur nombre s'est également accru d'une manière considérable. A cause de cet épaississement anormal il a été impossible de reproduire en son entier la coupe de l'écaille malade sur fig. 2. — α est un œuf de *Tylenchus devastatrix*.

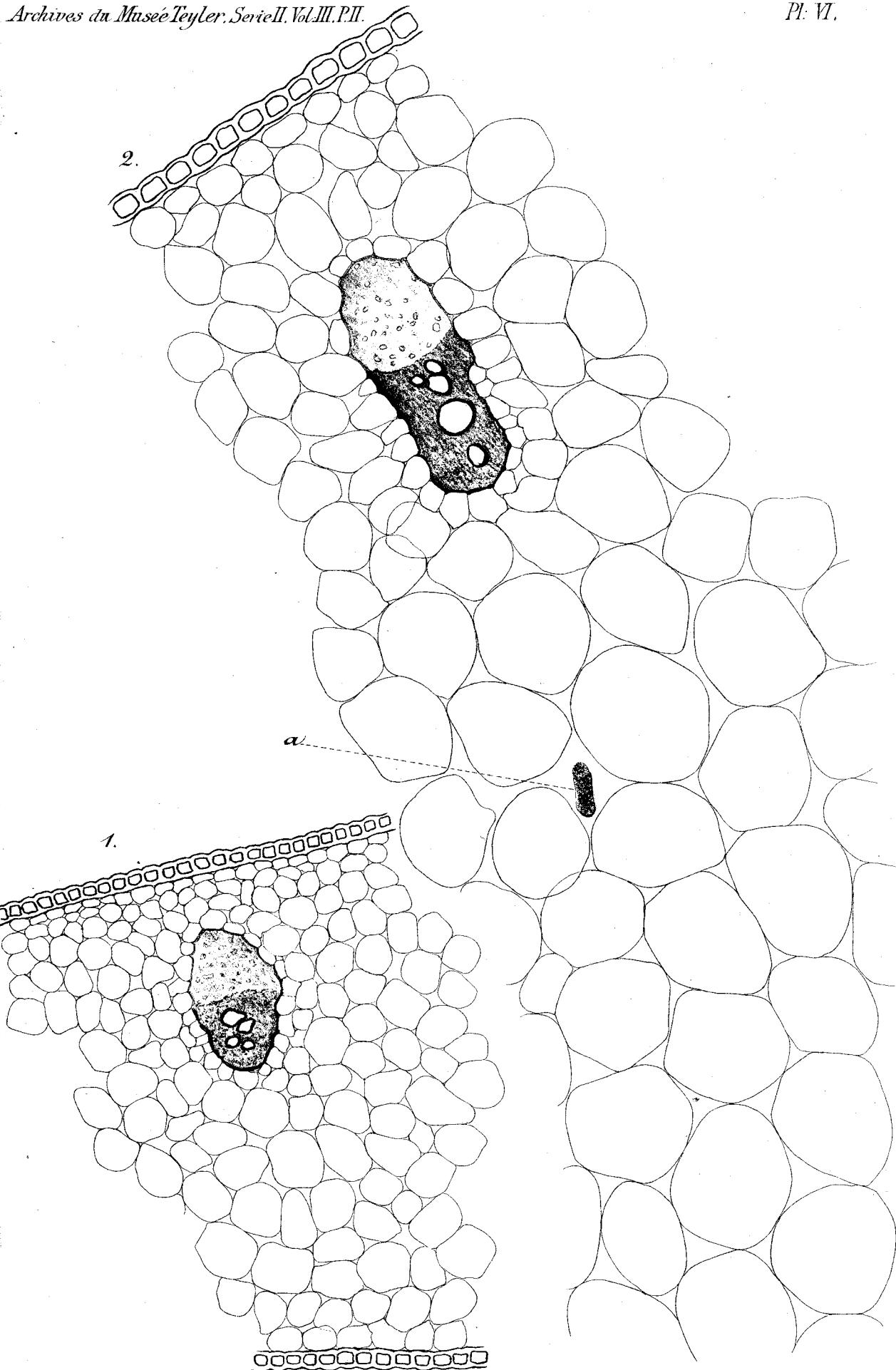


PLANCHE VII.

Explication des figures.

Fig. 1. Plante de jacinthe, atteinte de maladie vermiculaire; moitié grandeur naturelle.

En *p* on voit des taches jaunâtres sur les feuilles. Une feuille est déchirée en *q*. Les feuilles inférieures sont très crispées.

Fig. 2. Feuille d'une jacinthe malade, dépérissant à son sommet, grandeur naturelle.

Des taches à peine visibles en *a*; des taches plus jaunes en *b*; en *c* il y a des centres morts.

Fig. 3. Bulbe de jacinthe malade, coupe verticale, grandeur naturelle.

Fig. 4. Bulbe de jacinthe malade, coupe horizontale.

Fig. 5. Bulbe de jacinthe malade, crevassé (voir le texte).

Fig. 6. Écaille à demi desséchée du bulbe d'une jacinthe malade, montrant en *a* un amas d'anguillulides desséchées et raidies.

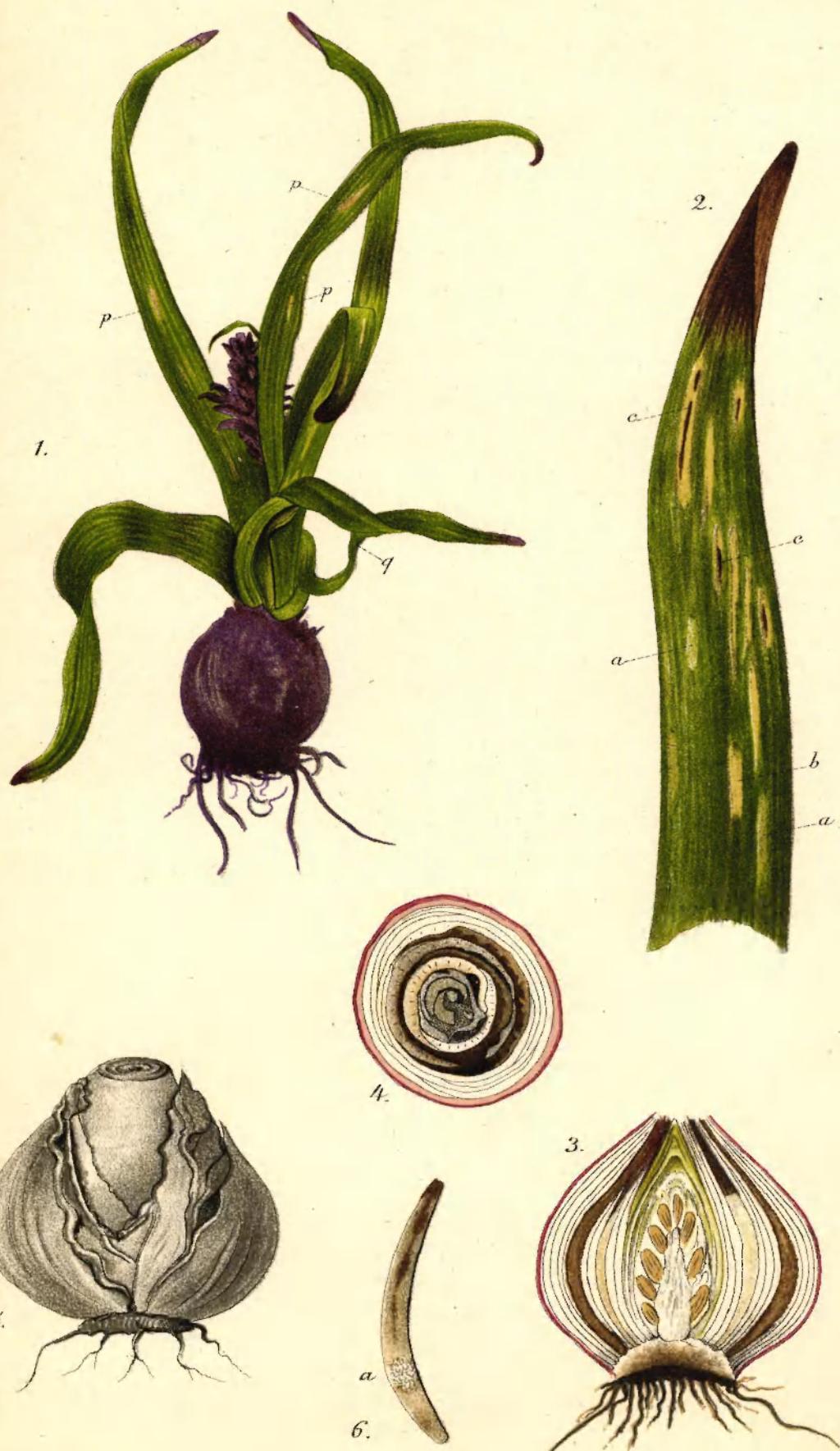


PLANCHE VIII.

Explication des figures.

Coupe à travers la partie malade d'une feuille de jacinthe, atteinte de maladie vermiculaire; grossissement: $\frac{120}{1}$.

En *A* la feuille est normale; en *B* les grains de chlorophylle ont disparu et la matière colorante jaune verdâtre s'est étendue entre le protoplasme; en *C* ce protoplasme s'est rétréci; en *D* il est complètement décoloré. *E F* = déperissement et coloration brune des cellules; *G* = débris de cellules brisées; *H I* = œufs de *Tylenchus devastatrix*; *K* larve de ce nématode.

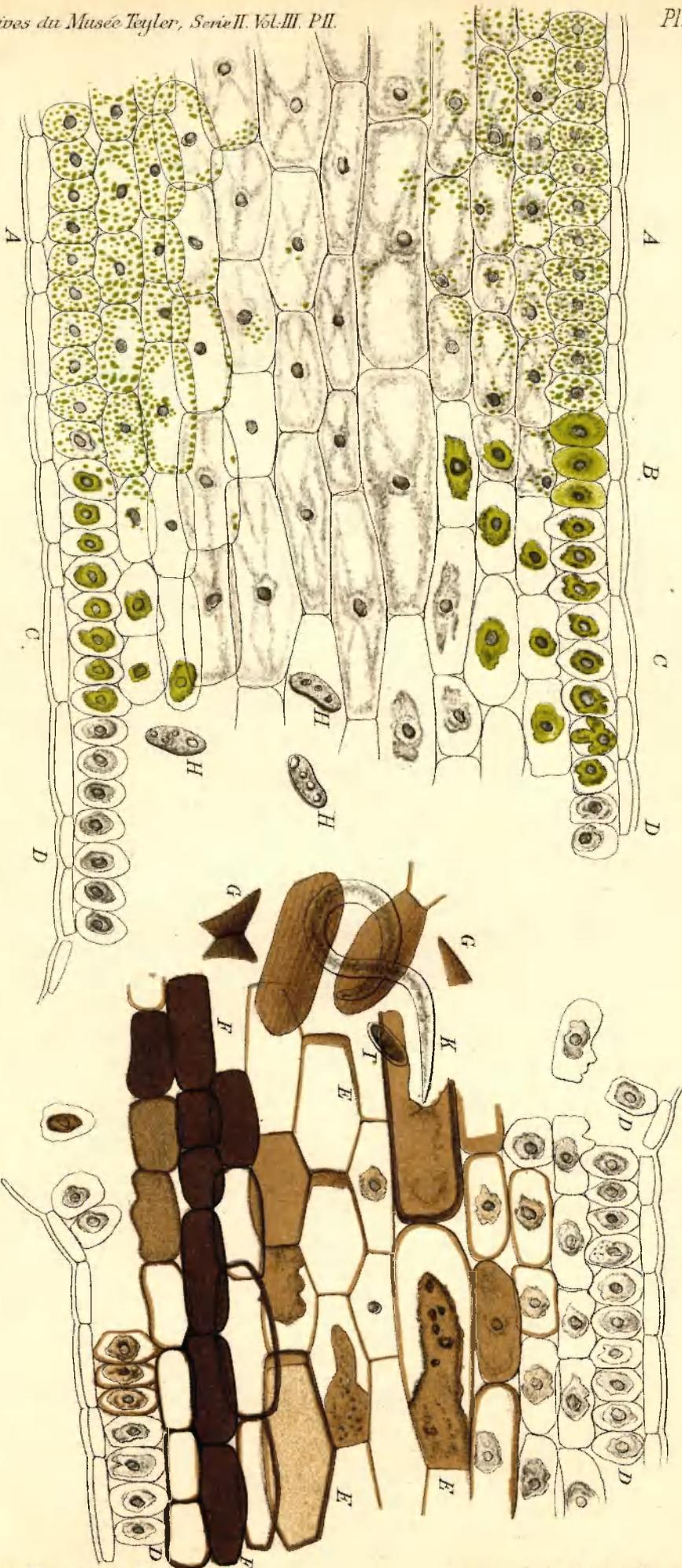


PLANCHE IX.

Explication des figures.

Quelques cellules de l'écaille d'un bulbe de jacinthe, atteinte de maladie vermiculaire, dans lequel est représentée la gommification. Pour l'explication des lettres, voir le texte p. 315; grossissement $\frac{440}{1}$. En *x* on voit un œuf de *Tylenchus devastatrix*.

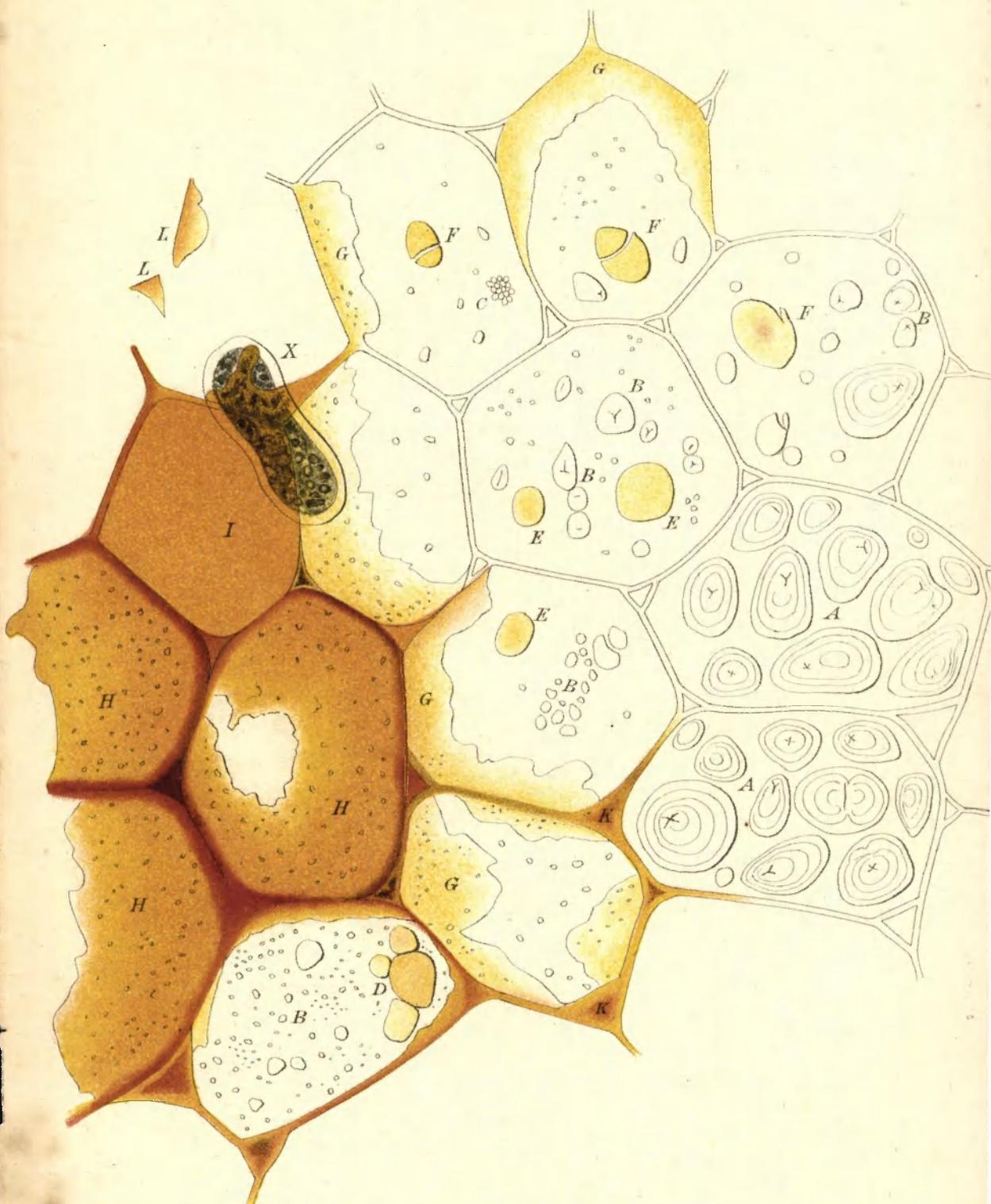


PLANCHE X.

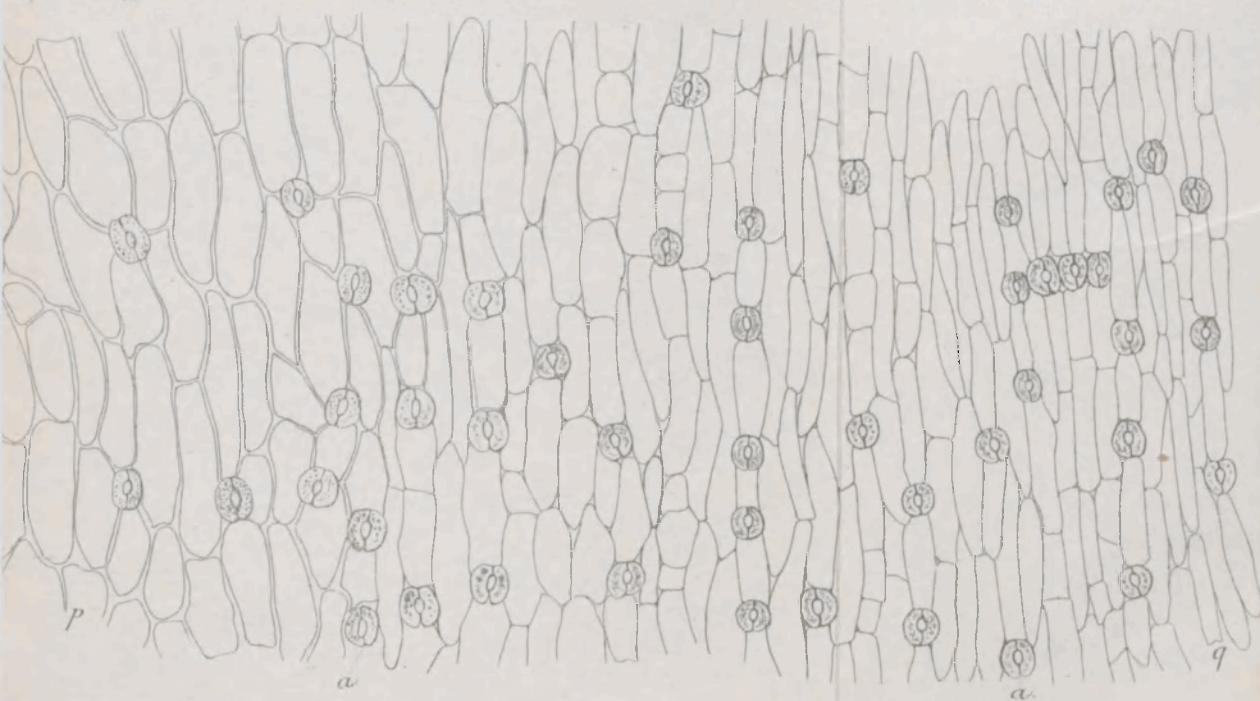
Explication des figures.

- Fig. 1. *Scilla campanulata*, artificiellement contaminé de *Tylenchus devastatrix*, pris de jacinthe malade. Plusieurs feuilles sont plus ou moins crispées; aux taches blanches en *, l'épiderme est détaché du parenchyme des feuilles par l'agrandissement et la multiplication des cellules. L'air a pénétré entre l'épiderme incolore et le tissu vert, qui se trouve dessous.
- Fig. 2. Épiderme de la face inférieure de la feuille d'une *Scilla cernua*, artificiellement contaminé de *T. devastatrix*; grossissement $\frac{120}{1}$.

En *a* on voit les stomates. Les cellules de l'épiderme sont agrandies en *p* d'une manière anormale, en *q* elles sont normales. Mais aussi dans la partie malade ces cellules se sont multipliées d'une manière extraordinaire, comme on le voit par la circonstance que les stomates d'ailleurs placées irrégulièrement, sont bien plus écartées en *p* qu'en *q*.



2.



L'ANGUILLULE DE LA TIGE

(*Tylenchus devastatrix* Kühn)

ET

LES MALADIES DES PLANTES DUES À CE NÉMATODE

PAR

DR. J. RITZEMA BOS.

Annotations.

Deuxième Série: 1887—1890.

Quoique d'autres études aient demandé la plupart des heures dont je pouvais disposer les quatre dernières années, je n'ai pas perdu de vue l'Anguillule de la Tige. J'ai tâché de remplir plusieurs lacunes dans les recherches que j'avais faites dans les années 1882—1886; je me suis efforcé d'observer moi-même ces maladies des plantes dues à *Tylenchus devastatrix*, que je ne connaissais jusqu'alors que par la voie de la littérature et j'ai tâché de découvrir si d'autres plantes, que celles dont j'ai fait mention, sont sujettes aux atteintes de ce même parasite. Plusieurs agriculteurs et horticulteurs ont bien voulu m'enrichir de leurs observations et de leurs communications, tandis que bon nombre de savants ainsi que de praticiens dans le domaine de l'agriculture et de l'horticulture m'ont obligé, en me faisant parvenir continuellement des matériaux pour mes recherches.

Outre les collaborateurs, cités dans l'Introduction à ma Monographie (Voir „Archives Teyler”, Série II, Tome III, 2e partie, p. 162), je m'empresse de nommer, en lui offrant mes sincères remerciements, Miss Eleanor A. Ormerod, „consulting entomologist of the Royal agricultural Society of England,” à St.-Albans. Pendant les quatre dernières années elle m'a envoyé bien des fois des plantes d'avoine, de fève, de trèfle et d'oeillet, infestées de *Tylenchus*; sa bienveillante collaboration m'a fait acquérir beaucoup de lumières sur la propagation du dangereux *Tylenchus devastatrix* en Angleterre et en Ecosse. Par nos efforts combinés, nous avons réussi à découvrir la nature de la maladie dite „Cloversickness”, si connue et si redoutée dans la Grande-Bretagne, et du „Tulip root”, maladie de l'avoine, qui a fait de grands progrès

ces dernières années, surtout en Ecosse. Le „*Tulip root*” est toujours dû à des Nématodes parasites; par „*Cloversickness*”, on n'entend pas invariablement une même maladie, mais dans la majorité des cas une maladie causée par *Tylenchus devastatrix* et, par suite, identique au „*Stock des Klees*” en Allemagne. Je me permets de faire ressortir les renseignements, qu'on trouvera dans les annotations suivantes, sur une maladie de la fève (*Vicia faba*), inconnue jusqu'à présent, et sur une maladie des oeillets, imparfaitement connue, et causées, l'une et l'autre, par ce même Nématode. C'est Miss Ormerod qui m'a signalé les maladies précitées; son importante collaboration a des droits indisputables à ma vive reconnaissance. Pour l'étude de „*Cloversickness*” et de „*Tulip root*”, j'ai encore de grandes obligations à M. Charles Whitehead, „agricultural adviser” du gouvernement anglais, à Maidstone, qui a eu la bienveillance de m'envoyer des exemplaires malades typiques.

M. J.-H. Krelage, à Harlem, m'a rendu de grands services par un nouvel envoi de bulbes de jacinthe atteints de maladie annulaire, et de bulbes attaqués de gombose; c'est ainsi que je fus mis en état de me former une opinion indépendante sur ces maladies d'une si grande importance.

M. D.-H. Koker, agronome à Schildwolde (Groningue), m'envoya plus d'une fois des plantes et des tubercules de pommes de terre infestés d'anguillules, ce qui me donna lieu d'étudier aussi la maladie, nommée „*Wurmfäule*” des pommes de terre, dont Kühn fit en même temps la découverte. Malgré tout ce qu'il reste d'incertain sur cette maladie, j'ose espérer que les présentes annotations ne laisseront de fournir quelques données pour distinguer certaines maladies de la pomme de terre, qu'on a sans doute confondues jusqu'ici.

Non seulement M. Koker, mais encore MM. K.-R. Velthuis, à Mid-delbert (Groningue), et Bitter, Administrateur du domaine de Twickel (près de Delden, Overijssel), m'ont assisté dans cette étude. Le premier m'obligea par l'envoi de quelques pommes de terre atteintes et de ses observations sur la maladie nouvelle, insérées dans le „*Landbouwkroniek der Nieuwe Groninger Courant*”; le dernier m'envoya des plantes de pomme de terre et des tubercules, récoltés sur un champ où le seigle avait souffert de „*Stock*” l'année précédente, ce qui me mit en état de chercher la réponse à la question, si le seigle malade de „*Stock*” engendre l'anguillule dans les pommes de terre qu'on plante au même champ l'année suivante. — Mes sincères remerciements à tous ceux, qui m'ont assisté dans mes investigations, ces dernières années comme les précédentes.

Je crois utile de donner ici un aperçu de la distribution géographique de *Tylenchus devastatrix*, autant que je puis en juger par les objets

qu'on m'a envoyés pour mes recherches, ainsi que par les informations dignes de foi, que m'ont données quelques savants.

Tylenchus devastatrix se rencontre en Norvège: en différents districts (Thoten, Röken) du sud-est de la Norvège, jusqu'au 61^e degré de latitude nord; exclusivement dans le trèfle (Schøyen)¹⁾.

Allemagne: Silésie, Thüringe, Province de Saxe, Harz, quelques parties de la Westphalie et de la Lippe, la Prusse Rhénane, savoir: les contrées voisines de Geldern, de Kempen, de Heinsberg, de Geilenkirchen, de Juliers (Jülich). (Dans tous ces pays *T. devastatrix* est cause de la maladie nommée „Stock” dans le seigle, l'avoine, le sarrasin et le trèfle)²⁾. — Berlin (dans des jacinthes atteintes de maladie annulaire). — Halle (dans des pommes de terre souffrant de „Wurm-fäule”)³⁾. — Feldberg, Taunus (dans de la mousse: *T. Askenasyi*)⁴⁾.

Pays-Bas: La partie du nord (les terrains sablonneux) du Limbourg; le Brabant septentrional, les terrains voisins du Peel, ainsi que quelques parties de l'est de la Gueldre et de l'Overyssel. (Dans ces lieux, le „Stock” dans le seigle et quelquefois dans le sarrasin).⁵⁾ Les îles de la Zélande et de la Hollande méridionale. (Maladie „Kroef” dans les oignons.) Les terrains des dunes près de Harlem, depuis Alkmaar jusqu'à Leide (Maladie annulaire des jacinthes et de quelques plantes bulbifères de la même famille)⁶⁾. Woldstreek, à l'est de la ville de Groningue. (Maladie vermiculaire dans les pommes de terre)⁷⁾.

*Grande-Bretagne*⁸⁾: *Ecosse*: Renfrewshire, Ayrshire, Lanarkshire,

¹⁾ M. le Dr. M.-W. Schøyen à Christiania, l'exact observateur de la nouvelle espèce de Nématode *Tylenchus Hordei*, a eu la bienveillance de me donner, à ma demande, les renseignements, ci-dessus nommés, sur la distribution de *Tylenchus devastatrix* en Norvège. Il ajoute que dans la Norvège cette espèce est connue exclusivement comme „anguillule du trèfle”; qu'elle ne se rencontre pas comme „anguillule du seigle”, sans doute parce que, dans ce pays, on ne cultive pas le seigle plusieurs années de suite dans le même sol. Quant à la Suède, Schøyen ne doute pas que *T. devastatrix* ne s'y trouve également, mais il n'avait pas de renseignements positifs à cet égard.

²⁾ V. „L'Anguillule de la Tige” p. 257, 258.

³⁾ V. „Biologisches Centralblatt”, IX, p. 670.

⁴⁾ V. „L'Anguillule de la Tige” p. 216.

⁵⁾ V. „L'Anguillule de la Tige” p. 257, 258. — Aussi selon des communications écrites, de M. F.-R. Corten, Professeur d'agriculture à Maestricht.

⁶⁾ V. „L'Anguillule de la Tige”, p. 295.

⁷⁾ V. mes communications dans les présentes annotations, p. .

⁸⁾ V. les „Reports of Observations of Injurious Insects”, by E.-A. Ormerod, 1886—1890.

Linlithgowshire, Mid-Lothian, Aberdeenshire („*Tulip root*” dans l’avoine), Linlithgowshire et probablement d’autres comtés avoisinants („*Cloversickness*”), Ayrshire (maladie dans les fèves). — Angleterre : Yorkshire, Lancashire, Chester, Berkshire, („*Tulip-rooted oats*”); — Kent, Hertford, Bedford, Suffolk, Lincolnshire („*Cloversickness*”); — Hertford (oeillets).

France : „Midi de la France” (*Maladie annulaire* des jacinthes) ¹⁾.

Algérie : (*Maladie annulaire* des jacinthes) ¹⁾.

Il va de soi que ce tableau est bien loin d’être complet; l’existence du vermisseau parasitaire en des parties si éparses de l’Europe fait présumer avec assez de raison, qu’il ne manquera pas dans les régions interposées. Quiconque pourra me donner de nouveaux renseignements sur la distribution géographique de *Tylenchus devastatrix* et les maladies des plantes, causées par cette anguillule, m’obligera beaucoup.

Je procède maintenant à mes annotations sur les recherches, au sujet de *Tylenchus devastatrix*, que j’ai faites pendant les quatre dernières années. Je renvoie chaque fois aux pages de mon ouvrage : „L’Anguillule de la Tige et les Maladies des plantes dues à ce Nématode,” dans „Archives Teyler”, Série II, T. III, 2^e et 3^e parties.

Voir p. 165—168. En 1887 je fis encore les expériences d’infection suivantes, pour découvrir si les *Tylenchus* du „*Tulip root*” dans l’avoine, de la maladie dite „*Cloversickness*” du trèfle, et de la „*maladie ananas*” des oeilletts (voir plus loin p. 570) sont ou ne sont pas spécifiquement différents. Je hachai bien fines des plantes d’avoine malades, des plantes de trèfle malades, et des oeilletts malades et je mélangeai les parcelles, de chaque espèce séparément, avec de la terre non infestée de *Tylenchus*; je semai de la graine d’oignon dans chacun des trois pots remplis des trois mélanges distincts et je vis bientôt les oignons tomber malades, de la façon qui est propre aux plantules d’oignons malades de „*Kroef*” (Comp. „L’Anguillule de la Tige”, Pl. IV, Fig. 1, b, c, d). Ensuite je pris des plantes malades de „*Cloversickness*” et des oignons également rendus malades par *Tylenchus devastatrix*; je hachai les deux espèces de plante séparément et je les mélangeai, chacune séparément, dans deux pots à fleurs distincts, avec de la terre, où je semai alors de l’avoine: les plantules d’avoine furent évidemment atteintes de „*Tulip root*”. Ces expériences démontrent manifestement qu’il n’existe pas de différence spé-

¹⁾ Comp. Prillieux, „La maladie vermiculaire des jacinthes”, dans „Journal de la Soc. nation. d’Hortic.”, 3^e série, III, 1881, p. 253.

cifique entre les *Tylenchus* de „*Cloversickness*”, de „*Tulip root*” dans l’avoine, des oeillets malades, et des oignons malades de „*Kroef*”. — Plus tard, je me suis livré à de nouveaux expériments d’infection, concernant les oeillets atteints de maladie vermiculaire. (Voir p. 572).

Voir p. 226—229. Au tableau des espèces de végétaux habitées par *Tylenchus devastatrix*, il me faut ajouter les suivantes :

FAMILLE.	ESPÈCE.	DÉCOUVERT DANS CETTE PLANTE PAR	OBSERVATIONS.
II. Crucifères.	2 ^a . <i>Brassica Rapa</i> Turnips.	Ormerod.	„I have myself infected Turnips by sowing seed on earth in which I had buried Tulip-rooted Oats or Rye” (E. A. Ormerod. „A Manual of Injurious Insects,” 2 nd ed. 1890 p. 102). Plusieurs passages dans les rapports de Miss Ormerod mettent en évidence que le Tulip root se manifeste souvent dans l’avoine, quand ce végétal succède aux Turnips.
III ^a Caryophyllinées.	3 ^a . <i>Dianthus caryophyllaeus</i> .	Berkeley, Smith, Ormerod, Ritz. Bos.	Voir p. 570 de ces annotations.
V. Papilionacées.	6 ^a . <i>Vicia faba</i> .	Ormerod, Ritz. Bos.	Voir p. 563 de ces annotations.
VIII ^a . Solanacées.	13 ^a . <i>Solanum tuberosum</i> .	Kühn, Ritz. Bos.	Voir p. 575 de ces annotations.
X. Polygonées.	15 ^a . <i>Polygonum lapathifolium</i> . 15 ^b . <i>Polygonum persicaria</i> .	Kühn. Kühn, Ritz. Bos.	„Er... ruft, wie bisher noch nicht bekannt, aber von mir schon seit einer längern Reihe von Jahren sicher konstatiert wurde, bei dem Rottreich (<i>Polygonum lapathifolium</i> und <i>P. Persicaria</i>) erhebliche Anschwellungen und Verkrümpfungen des Stengels hervor. („Mittheilungen des Vereins zur Förderung der Moor-kultur im Deutschen Reiche. Jahrg. IX. N° 7 (1891), p. 113).

En somme, *Tylenchus devastatrix* a été découvert jusqu'ici dans 40 espèces de plantes, appartenant à 16 familles distinctes.

Voir p. 279.

Maladie vermiculaire de l'avoine.

Bien que Schwerz¹⁾ fasse déjà mention du „Stock” chez l'avoine, et que Kühn, Havenstein et d'autres observateurs parlent aussi de cette maladie chez l'avoine, il paraît que, dans l'Allemagne, ce blé est loin d'en être atteint aussi fréquemment que le seigle. En Ecosse et en Angleterre c'est au contraire l'avoine, qui en souffre le plus. Quand j'écrivais mon traité sur „l'Anguillule de la Tige”, je n'avais jamais eu sous les yeux d'autres plantes d'avoine, rendues malades par *Tylenchus devastatrix*, que celles que j'en avais infectées moi-même²⁾. Ces plantes, d'ailleurs, se montraient bien moins malades que les plantes de seigle d'hiver, souffrant de „Stock”.

Ce fut d'abord par un article de Worthington G. Smith dans „The Gardener's Chronicle”³⁾, que j'appris à connaître le caractère sérieux de

¹⁾ Schwerz, „Anleitung zum practischen Ackerbau”, 1825, Bd. II, p. 414.

²⁾ Comp. mon ouvrage „L'Anguillule de la Tige”, p. 279.

³⁾ „The Gardener's Chronicle”, 1886, Vol. XXVI, p. 172. Dans cet article de Worthington G. Smith, intitulé „Disease of Oats”, élucidé par de bonnes figures d'après nature, représentant des plantes d'avoine malades, l'origine de la maladie nouvelle est attribuée à une espèce de Nématode, dont on trouva les individus parfaits, les larves et les oeufs. Smith dit: „I take the worm to be *Heterodera radicicola* Müller, and the disease to be identical with the „Rotergallbildungar hos corn”, qui se rencontre dans la Norvège et la Suède. Quant à cette dernière maladie, Schöyen a démontré que, pour la formation de galles aux racines de l'orge, on a affaire, non pas à *Heterodera radicicola* mais à une nouvelle espèce de *Tylenchus*, que Schöyen nomme *Tylenchus Hordei*. („Bygaalen, en ny, for Bygget Skadelig Planteparasit blandt Rundormene”, en „Christiania Videnskabs-Selskabs Forhandlinger” 1885, n° 22). Mais ce qui est étonnant, c'est que W. G. Smith, en représentant le Nématode de la maladie nouvelle de l'avoine dans toutes les phases de son développement, ait pu songer à *H. radicicola*, vu que de toutes les Hétérodères, la femelle n'est pas anguilliforme, mais renflée et que *H. radicicola* vit toujours dans les parties radicales et y fait naître des galles, le *Tylenchus devastatrix*, au contraire, ne se montre que dans les parties aériennes sans causer de gallification. Du reste W. G. Smith est le premier, qui reconnaissse un parasite comme la cause du „Tulip root” et pour cette raison il se déclare pour l'opinion, prévalant selon lui, chez les praticiens en Ecosse aussitôt après l'apparition de la maladie: „that the disease is the result of a too frequent recurrence of the same crop.” Avant cette publication, quelqu'un, signant: Triptolemus, avait avancé dans „the

la maladie vermiculaire chez l'avoine, puis, par ma correspondance avec Miss E.-A. Ormerod à St.-Albans, et enfin, par celle, quoique plus rare, avec Mr. Charles Whitehead, „agricultural adviser” du Gouvernement Anglais. Cette maladie, connue dans la Grande-Bretagne par les noms de „*Tulip root*”, „*Root ill*”, „*Thick root*” and „*Segging*”, y est mentionnée — à ma connaissance — pour la première fois en 1886; cependant elle semble s'y être montrée auparavant. Dans son important „Report of Observations of Injurious Insects during the year 1886”, Miss Ormerod en dit: „The disease known as „*Tulip root*” in Oats has either increased very much in amount during the past season, or has been very much more observed than in previous years.”

On sait qu'en Angleterre, et surtout en Ecossé, l'avoine est cultivée aussi comme avoine d'hiver et il semble, que cette avoine d'hiver surtout souffre beaucoup de „*Tulip root*”; de même que, dans les Pays-Bas et l'Allemagne, le seigle d'hiver est bien plus gravement attaqué par le „*Stock*” que le seigle d'été.

La maladie vermiculaire de l'avoine, comme on est porté à supposer, est, dans l'essentiel, conforme à celle du seigle, mais les symptômes en sont en général encore plus caractéristiques. Le renflement de la tige près de la base est surtout d'une grosseur, d'une épaisseur surprenante; et si, à cause de ce renflement, on a donné en Allemagne à cette maladie le nom de „*Rüb*”, on appelle en Angleterre la maladie identique chez l'avoine „*Tulip root*”. En vérité, la ressemblance d'un bulbe de tulipe, et plus encore d'un oignon, avec la base de la tige d'une plante d'avoine atteinte, est souvent très frappante. De plus, la ramifications de la tige est souvent très forte et les rejetons latéraux, qui en naissent, restent extrêmement petits; ils se plient et se replient en faisant des courbures bizarres, et restent pâles. „Round the swollen base there are usually a number of short stunted pale-coloured shoots, each shoot crumpled and folded on itself, and the collection altogether forming a mass of rough irregular ends, not unlike in appearance to a worn-down broom, whence possibly arrives the name of „besomed” oats, occasionally given to this form of attack” . . . , „The inside of the bulb-like stem was more or less hollow, the surface of the cavity was often spongy, and, as the disease became worse, the surface became yellowish or brown with decay.”

Scottish agricultural gazette” de 1886, que la maladie doit son origine à „unfavourable condition of the soil such as to prevent a free spread of the root fibres.” Le Dr. Aitken, en dressant son rapport sur la culture d'avoine, dans les „Transactions of the Highland Society's experimental Station at Pumpherston” (1886), n'avait pas obtenu de résultats au sujet de l'origine de la maladie.

Miss Ormerod, à qui j'emprunte cette description concise mais plastique des phénomènes morbides, insérée dans son rapport, donne, dans



la figure en regard, un dessin très exact du „*Tulip root*” comme il se présente pour l’ordinaire. — Comme dans le cas de „*Stock*” chez le seigle, bien des plantes d’avoine malades meurent prématurément, et d’autres, qui survivent, ne produisent pas d’épi normalement développé. Les feuilles sont tantôt plus ou moins ondulées, tantôt droites et épaisses, ressemblant à celles de l’*Ammophila arenaria* des dunes, „*sedge*”, dont dérive la qualification „*sedging*” ou „*segging*”.

Miss Ormerod trouva dans les plantes d’avoine malades une infinité d’anguillulides et pour s’informer de l’espèce, à laquelle elles appartenaient, elle envoya quelques-unes de ces plantes au Dr. J.-G. De Man à Middlebourg, ainsi qu’à moi. Nous y trouvâmes l’un et l’autre, il est vrai,

quelques espèces des genres nématodes: *Dorylaimus*, *Cephalobus*, *Rhabditis*, *Diplogaster*, *Plectus*, *Mononchus*, mais nous ne doutâmes aucunement, que la cause de la maladie ne fût *Tylenchus devastatrix*, qui fourmillait dans les tissus vivants comme dans les dépérissants.

Selon les importants rapports annuels de Miss Ormerod, le „*Tulip-root*” se manifeste chaque année, avec plus ou moins d’intensité, en plusieurs parties de l’Ecosse (Renfrewshire, Ayrshire, Lanarkshire, Linlithgowshire, Mid Lothian, Aberdeenshire) et dans quelques parties du nord de l’Angleterre (Yorkshire, Lancashire, Chester) et aussi en Berkshire¹).

Quant aux remèdes à appliquer contre le „*Tulip root*” chez l’avoine, je me réfère à ce que j’en ai dit dans mon ouvrage: „*L’Anguillule de la Tige*”, p. 269—279. Seulement, je cite encore l’expérience, faite en Angleterre, en employant des engrâis artificiels sur les terrains infestés de *Tylenchus devastatrix*. „*Special applications which have been found most serviceable as manure in the preparation of the land, or as dressings to bring an infested crop over attack, are sulphate of potash alone, or as a mixture with sulphate of ammonia and phosphates.*”

Sans dire davantage de cette méthode d’engraissement, je renvoie pour les détails à l’excellent manuel de Miss E.-A. Ormerod²).

¹⁾ Miss Eleanor A. Ormerod, „*Reports of Observations of Injurious Insects*” Voir les rapports 1886: p. 34—47, 106—109; — 1887: p. 64—71; — 1888: p. 72—80; — 1889: p. 31—35; — 1890: p. 46—48.

²⁾ Miss Eleanor A. Ormerod, „*A Manual of Injurious Insects*,” 2nd Edition. p. 102—104.

Je ne pourrais terminer ce compte rendu au sujet de la maladie vermiculaire de l'avoine, sans avoir désigné en quelques traits une maladie de l'avoine, ressemblant fort au „*Tulip root*”, mais qui semble être due à la présence d'une espèce de Nématode appartenant à un tout autre genre que les trois genres (*Tylenchus*, *Aphelenchus* et *Heterodera*), parmi lesquels il faut classer tous les nématodes connus jusqu'ici comme parasites de plantes.

Les plantes malades, dont il s'agit maintenant¹⁾, furent envoyées à Miss Ormerod le 15 avril 1888, de la part de M. Roch Davies, Newton House, Milford Haven, S. Wales.

Cette fois, c'étaient des plantes d'avoine d'été, „Black Tartarian Oats”, semées dans la dernière semaine de mars. Pendant les premiers huit jours les plantules avaient paru saines; mais alors se montrèrent dans le champ des endroits de certaine étendue, où les plantes ne croissaient plus. D'abord elles se signalèrent par un vert plus foncé que celui des plantes d'avoine normales, et bientôt on vit apparaître des phénomènes morbides, qui avaient une grande ressemblance avec le „*Tulip root*.“ A la vérité, la base de la tige n'était pas visiblement renflée, mais les bords des feuilles des plantes mal développées étaient ondulés comme chez les plantes d'avoine infestées de *T. devastatrix*. „In one case the plant had distorted, pale, wrinkled shoots, growing in a knot under the plant itself.“ Les phénomènes morbides des plantes d'avoine de Milford Haven se présentaient donc comme un léger degré de „*Tulip root*“.

Miss Ormerod envoya les plantes malades au Dr. J.-G. De Man de Middelbourg, qui se trouvait alors en Angleterre. Il constata — ce qui est bien surprenant — absence totale de *T. devastatrix*, mais il trouva dans toutes les plantes malades une infinité de *Cephalobus rigidus Schneider* = *C. oxyuris Bütschli*²⁾. Il les trouva „in partly decayed stems, presenting a brownish powdery appearance. In some cases many individuals were also observed on the inner surface of the lower sheaths of the leaves. The Eelworms evidently lived in these plants in the same manner, and in the same number of individuals, as does *T. devastatrix* in those plants that are affected by „*Tulip root*“ (De Man).

¹⁾ Voir le „Report“ de Miss Ormerod pour 1888: p. 76—80.

²⁾ Anton Schneider („Monographie der Nematoden,” p. 161) classe cette espèce parmi le genre *Leptodera* et en fait mention comme se trouvant „in faulender Substanz und feuchter Erde“. — Bütschli („Beiträge zur Kenntniss der freilebenden Nematoden“, dans „Nova Acta der K. Leop. Car. Deutschen Akademie der Naturforscher,” Bd. XXXVI, No. 5, p. 81) nomme cette espèce *Cephalobus Oxyuris*.

Vraiment, un fait remarquable ! Jusqu'alors on n'avait jamais trouvé un Nématode du genre *Cephalobus*, vivant comme parasite de plante. Ni Schneider ni Bütschli n'avaient rencontré *C. rigidus*, que dans des matières organiques pourrissantes et dans des terrains contenant des matières organiques. Tous les Nématodes connus jusqu'ici comme parasites de plantes (*Aphelenchus*, *Tylenchus*, *Heterodera*) sont doués d'un crochet ou stilet buccal, dont ils se servent à percer les parois cellulaires¹⁾, et on a de la peine à comprendre comment des Nématodes sans stilet buccal peuvent le faire. Quant à moi, je n'ai jamais trouvé dans des plantes d'avoine malades un si grand nombre de *Cephalobus rigidus*, et jamais sans y rencontrer *Tylenchus devastatrix*. A la vérité, je trouvai une espèce de *Cephalobus*²⁾ fourmillant dans des fraisiers originaires de Kent, rendus malades par une invasion d'*Aphelenchus*; les circonstances, dans ce cas, étaient telles, que *Cephalobus* devait être regardé comme secondaire³⁾. Cependant ils s'étaient multipliés dans quelques fraisiers de manière à surpasser en nombre les parasites (*Aphelenchus*), premiers envahisseurs; probablement, ils contribuaient à rendre les plantes malades. Mais le cas dont parle le Dr. De Man se présente autrement: *Cephalobus* semble être cause de la maladie; car on peut à peine admettre que d'abord *Tylenchus* ait fait invasion et causé la maladie, et qu'après cela *Cephalobus rigidus* se soit installé dans les plantes atteintes de maladie et, par sa multiplication, ait causé l'extinction de *Tylenchus*.

Voir p. 295.

La Maladie annulaire des Jacinthes et la Gommose.

Dans les pages 312—320, 322—325 de mon traité sur *Tylenchus devastatrix*, j'ai parlé de la gommification dans les bulbes de jacinthe, atteints de maladie annulaire, et j'ai démontré que *Penicillium glaucum* n'est pas cause de cette gommification. Je terminai mes communications par la remarque: „je crois qu'on ne peut mieux faire que de

¹⁾ Voir „L'Anguillule de la Tige” p. 193, 194.

²⁾ Ce *Cephalobus* ressemble sous tous les rapports à *C. rigidus Schneider* = *C. Oxyuris Bütschli*, mais il est plus petit (0.90—0.58 millimètre, le plus souvent long de 0.7 millimètre environ, tandis que l'espèce trouvée par De Man dans l'avoine de Milford Haven, atteint une longueur de 1.13 millimètre.)

³⁾ Voir „Zwei neue Nematodenkrankheiten der Erdbeerplanze” von Dr. J. Ritzema Bos; in „Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten”; Tome I, p. 13 et 14.

considérer *provisoirement* la gommification comme la suite de l'action de *Tylenchus*." Quoique ma monographie parût en 1888, et la seconde partie même en 1889, le manuscrit datait déjà du mois de mars 1886 et les annotations, supplémentaires à la seconde partie, du mois de janvier 1887. Ni dans ma monographie, ni dans la première série d'annotations, je n'ai donc pu tenir compte des intéressantes observations et recherches du Dr. H.-J. Wakker, concernant l'identité de la „gommose" et de la „morve blanche" des plantes bulbifères¹⁾). Le lecteur jugera à propos, qu'en peu de mots je désigne ces recherches, pour autant qu'elles se rattachent à mon sujet.

Le Dr. Wakker a prouvé d'une manière incontestable, que la gommification peut se déclarer sans l'influence de *Tylenchus*. „En effet — dit il — puisque, selon M. Ritzema Bos, les anguillules ne quittent pas le bulbe attaqué et que d'un autre côté, par la méthode de M. Moll, la partie à étudier, divisée en coupes aussi minces qu'on le désire, peut tout entière être scrutée au microscope, ces animalcules, s'ils existent dans les bulbes malades, ne sauraient échapper à l'observation. J'ai donc traité de cette manière une des ampoules d'un bulbe gommeux, très petite, située vers le bas de l'écailler et, en outre, complètement entourée de tissu vivant. Deux cents coupes de cette ampoule . . . furent examinées sans qu'un seul *Tylenchus* ou un seul filament mucédinéen fût rencontré. La même chose peut être dite de plusieurs centaines de préparations provenant d'autres ampoules, prises sur différents bulbes." — La gommification des jacinthes se rencontre, par suite, sans *Tylenchus*. Aussi, dans un grand nombre de bulbes que M. J.-H. Krelage m'a envoyés plus tard, je n'ai pu découvrir aucune trace de ces vermisseaux.

Toutefois c'est un fait indéniable, que la gommification manque bien rarement — autant vaut dire jamais — dans les bulbes souffrant de maladie annulaire; Prillieux²⁾ l'a déjà constaté. Wakker propose une explication du fait que la gommification se joint fréquemment à la maladie annulaire. Il trouve „extrêmement probable que les anguillules du sol s'introduisent de préférence dans les ampoules de gomme, en

¹⁾ Dr. J. H. Wakker, „Onderzoek der ziekten van Hyacinthen en andere bol-en knolgewassen"; Verslag over het jaar 1885 (publié en 1887); p. 9—15, surtout p. 16, 17. — Encore: Dr. J. H. Wakker, „Contributions à la pathologie végétale", dans „Archives Néerlandaises", T. XXIII, p. 394; et, du même auteur: „Nieuwe onderzoeken over gomziekte bij bloembollen", dans le „Nederlandsch Tuinbouwblad, 5e jaargang, 19 Januari 1889.

²⁾ Prillieux, „La Maladie vermiculaire des Jacinthes", dans le „Journal de la Soc. Nation. d'Horticulture", 3e Série III, p. 259.

d'autres termes, que les bulbes gommeux sont exposés, en première ligne, à contracter la maladie annulaire." Je m'associe volontiers à ce sentiment du Dr. Wakker. — Selon les intéressantes observations de ce savant, la gommification des bulbes de jacinthe n'est pas produite par l'action d'un parasite quelconque, mais par des causes intérieures, opérant dans la plante même. La gommification est donc un indice infaillible que la plante subit une influence défavorable, qu'elle est „faible"; et la faiblesse d'une plante amène la prédisposition à tomber malade sous l'influence d'un parasite.

Le Dr. Wakker a démontré que la „gommose" et la „morve blanche" des plantes bulbifères sont au fond identiques, mais que la même maladie, qui se prononce comme „gommose", tant que les bulbes sont tenus bien secs pendant l'été, devient „morve blanche," dès qu'ils sont enveloppés d'une chaleur humide. Trouvant que, dans mon traité (p. 329), je fais mention des caractéristiques de la „morve blanche" comme symptômes accidentels chez les bulbes de jacinthe atteints de maladie annulaire, il puise de ce fait une nouvelle preuve pour son opinion, que les bulbes, souffrant de maladie annulaire, que j'ai examinés, avaient été auparavant atteints de gommose qui, plus tard, avait passé en „morve blanche".

Comme je viens de dire, je n'hésite pas à admettre le sentiment du Dr. Wakker que les bulbes de jacinthe atteints de gommose sont préférés par les *Tylenchus*, aux bulbes sains et intacts, pour s'y installer. Ce même botaniste ajoute: „L'extrême irrégularité d'apparition de la maladie annulaire, irrégularité connue de tous les cultivateurs de jacinthes, s'expliquerait très naturellement par ma manière de voir, d'autant plus que, d'après les informations des derniers temps, la gommose s'observe avec une fréquence de plus en plus grande."

Je me permets de remarquer à ce sujet que l'irrégularité, si bien connue, de la maladie annulaire s'explique encore d'une autre manière, tout aussi naturelle que celle donnée par le Dr. Wakker. En me référant aux p. 326—327 de ma monographie sur „l'Anguillule de la Tige," je fais observer que, dans le cas de maladie annulaire chez les bulbes de jacinthe, le sol est rarement, ou n'est presque jamais, infesté, puisque les anguillules passent des bulbes dans les feuilles, et quand celles-ci vont se faner, regagnent les bulbés, tandis que la maladie se propage par la migration des *Tylenchus*, quittant les vieux bulbes pour les caïeux qu'on plantera l'année suivante. Dans ces circonstances, la propagation de la maladie annulaire ne peut presque manquer d'être tout irrégulière; la théorie du Dr. Wakker n'est donc pas nécessaire, quand il s'agit d'expliquer cette irrégularité.

Le Dr. Wakker ne prétend pas que la maladie annulaire soit toujours une maladie secondaire, ni que l'invasion des *Tylenchus* soit *toujours*, ou même *pour l'ordinaire*, la suite de la présence de la gombose dans les bulbes en question. Aussi ne pourrais-je admettre une pareille idée.

1°. Il serait étrange qu'une espèce d'animal, vivant incontestablement en parasite réel dans plusieurs plantes (le seigle, les oignons, le sarrasin, etc.), et causant dans ces plantes des phénomènes morbides très caractéristiques, ne vint s'installer dans une autre plante particulière (la jacinthe) *qu'après* que celle-ci serait affaiblie par une autre maladie.

2°. La propagation de la *gombose* et celle de la *maladie annulaire* devraient à peu près coïncider, ce qui n'est pas constaté, que je sache. Dans les temps où la gombose est fréquente, il faudrait que la maladie annulaire se répandît également; ou, du moins, celle-ci ne pourrait se rencontrer fréquemment, sans que la gombose en fit autant. Il paraît qu'en 1887 encore, la gombose était une maladie rare dans les Pays-Bas; c'est comme telle que le Dr. Wakker en fait mention dans son rapport publié en 1887 sur les: „Onderzoekingen der ziekten van hyacinthen,” traitant de l'année 1885¹⁾. Mais la maladie annulaire était généralement connue dans ce pays depuis le milieu du dix-huitième siècle déjà, et assurément elle n'y était pas rare dans notre 19e siècle, témoin le nom de „gewoon ziek” („maladie ordinaire”), qu'on lui donne fréquemment en Hollande²⁾. Il s'ensuit que cette maladie ne peut se montrer exclusivement dans les bulbes déjà atteints de gombose. D'ailleurs — selon les rapports du Dr. Wakker — la gombose s'est répandue dans les Pays-Bas ces dernières années, tandis qu'il ne semble pas être question d'une propagation de la maladie annulaire dans la même période.

3°. Dans ma monographie sur „l'Anguillule de la Tige,” on voit que j'ai infecté de *Tylenchus* des bulbes de jacinthe et que, par ce procédé, je leur ai donné la maladie annulaire¹⁾. Depuis j'ai répété ces expériences d'infection, en prenant pour objets une dizaine de bulbes de jacinthe, qui appartenaient à des variétés différentes et qui ne souffraient pas de gombose, selon un examen aussi exact que possible, auquel je les avais soumis. J'ai réussi à leur communiquer, à tous, la maladie annulaire. (Pour les phénomènes que j'ai observés dans ces bulbes atteints de maladie annulaire, je renvoie à la suite de ce chapitre).

La maladie annulaire est donc une maladie dont l'existence ne dépend

¹⁾ Dr. Wakker, „Onderzoek der ziekten van hyacinthen,” verslag over 1885; p. 9.

²⁾ Comp. Wakker, Verslag over 1883, p. 24.

³⁾ Voir p. 166, 167.

pas toujours de la „gommose” décrite par le Dr. Wakker. Le seul rapport possible entre ces deux maladies serait : que les bulbes gommeux fussent préférés aux bulbes sains par les *Tylenchus*, pour leur servir d’habitation, en d’autres termes, qu’ils fussent les premiers atteints de maladie annulaire. Pour être capable de constater que c’est réellement le cas, il faudrait qu’on pût démontrer que toutes les variétés de jacinthe, qui ont une disposition prononcée à contracter la „gommose” (et par conséquent aussi la „morve blanche”), se trouvent également en première ligne de susceptibilité quand il s’agit de la maladie annulaire. On ne peut tirer positivement cette conclusion des données du Dr. Wakker¹⁾; en effet, les renseignements qu’il a reçus, surtout au sujet de la „gommose” et de la „morve blanche,” sont très incomplets; ce qui fait que de plus amples communications relatives au degré de disposition des jacinthes pour différentes maladies sont désirables, aussi quand on a en vue de bien juger de l’opinion de ce savant, à laquelle, du reste, je m’associe volontiers.

Le fait, que les mêmes bulbes peuvent être atteints à la fois de „maladie annulaire” et de „gommose” ou „morve blanche”, m’a porté à écrire dans mon traité sur „l’Anguillule de la Tige” (p. 329) les lignes suivantes, par rapport aux bulbes, déjà souffrant de maladie annulaire, où s’était établi plus tard *Penicillium glaucum*: „Tandis que les tuniques extérieures sont encore fermes, blanches et saines, l’intérieur du bulbe est rempli de produits de la décomposition des plantes, soit secs, soit (et le plus souvent) mucilagineux.... Des bactéries de la putréfaction s’y trouvent aussi en grande quantité, au milieu de la masse à odeur désagréable, qui remplit le bulbe.” Le Dr. Wakker remarque, avec raison, que ce sont là des symptômes de „morve blanche” que je décris, et, attendu qu’il a démontré que la morve blanche et la „gommose” ne sont que des phases différentes de la même maladie, il voit dans la présence de „morve blanche” chez des bulbes atteints de maladie annulaire un motif de plus pour supposer, qu’il est extrêmement probable que les anguillules du sol s’introduisent de préférence dans les ampoules de gomme, en d’autres termes, que les bulbes gommeux sont exposés en première ligne à contracter la maladie annulaire.”

En conséquence des recherches et des comptes rendus du Dr. Wakker, j’admets volontiers, comme un fait bien constaté, qu’il ne faut pas regarder les anguillules comme auteurs de la „gommose” qu’il a décrite, et qui est identique à la „morve blanche”; de même je reconnaît la probabilité

¹⁾ Wakker, „Onderzoek der ziekten van hyacinten,” enz. Verslag over het jaar 1885, p. 25 u. 26.

que les bulbes de jacinthe gommeux sont particulièrement prédisposés à être atteints de maladie annulaire.

Toutefois je crois avoir démontré par mes expériences d'infection, décrites page 557, 3°, que les *Tylenchus* peuvent pénétrer en d'autres bulbes que ceux qui souffrent de gommose. Mais il y a plus: dans tous les dix bulbes, que j'avais artificiellement infectés de *Tylenchus*, je trouvai la gommification à côté des autres symptômes de la maladie annulaire: je trouvai et les cellules et les méats intercellulaires, en quelques-uns des endroits attaqués, remplis de gomme, tandis que l'amylum avait disparu des cellules. Ceci rend au moins très probable que la gommification dans les tuniques de jacinthe peut être causée aussi par l'action de *Tylenchus devastatrix* sur les tissus des tuniques. On ne pourrait faire que cette objection: Est-il bien certain que les bulbes infestés de *Tylenchus* ne fussent atteints de „gommose” auparavant?

J'avoue qu'il est extrêmement difficile et presque impossible de constater avec une certitude absolue, qu'un bulbe ne souffre pas de gommose, sans le détruire, de manière qu'il perde sa faculté végétative et en même temps la propriété de servir dans les expériences d'infection. Mais j'ai enlevé, pendant l'été, les tuniques extérieures des bulbes, et j'ai ôté aux tuniques intérieures tout ce que j'ai pu sans rendre les bulbes incapables d'être plantés. Et tout en maniant le couteau, je n'ai observé la moindre trace de „gommose” chez aucun des bulbes, qui ont été infectés plus tard. Toutes les tuniques étaient absolument normales, d'un blanc laiteux, sans dépressions ni enflures, et l'examen microscopique ne me fit découvrir nulle part la moindre trace de gommification.

Tout cela, j'en conviens, n'exclut pas la possibilité que quelques-uns des bulbes en question n'aient souffert de „gommose,” avant que je les aie infectés de maladie annulaire par les anguillules; mais il est néanmoins peu probable que tous les dix bulbes aient été atteints de gommose avant les expériences d'infection, d'autant moins que les dix bulbes, qui m'arrivaient de cinq horticulteurs différents, appartenaient à huit variétés diverses, tandis que la gommose n'est pas généralement répandue dans ce pays, n'attaque pas également toutes les variétés et ne se montre pas fréquemment.

Après tout, il me paraît assez probable, qu'à côté de la „gommose,” décrite par le Dr. Wakker, laquelle semble être due à „des causes internes”, il y a effectivement une seconde gommification dans les bulbes de jacinthe, savoir: celle que produit l'action de *Tylenchus devastatrix*. Il est vrai que le Dr. Wakker ne croit pas que ce soit probable, „parce

que chez aucune des autres plantes, que l'Anguillule de la Tige peut envahir, on ne paraît avoir observé quelque trace de formation de gomme." Cependant je rappelle que, dans mon ouvrage „l'Anguillule de la Tige," j'ai fait mention de gommification dans les bulbes de *Scilla campanulata alba*, artificiellement infectés de *Tylenchus*.

Y aurait-il de l'absurdité à supposer, que plus d'une cause peut produire la „gommose" de différents tissus? Toujours est-ce un fait, qu'en présence de la „gommose," décrite par le Dr. Wakker, qui ne diffère de la „morve blanche" que par les apparences extérieures et qui semble ne pas être produite par des organismes parasites, mais par des causes internes, se trouve la „maladie de gomme" de Beyerinck, causée par le parasitisme d'une espèce de *Coryneum* et d'une espèce de *Pleospora*.

Voir p. 338.

Maladie vermiculaire du Trèfle.

C'est un fait, connu de plusieurs cultivateurs, qu'il y a des lieux, où le sol refuse une récolte de trèfle sain, bien que la nature du terrain possède en apparence les qualités requises pour produire ce végétal et que d'autres champs avoisinants, dans les points capitaux pareils aux premiers, se montrent fertiles. Les Allemands nomment ce défaut du sol „Kleemüdigkeit des Bodens". Je passe sous silence la question, si d'autres influences concourent¹⁾ à effectuer la mauvaise réussite du trèfle, hors celle qui en est, à coup sûr, la cause en bien des cas: la présence de parasites dans le sol. L'année dernière je m'assurai, qu'un cas de récolte manquée du trèfle dans la petite île de St-Philipsland avait pour cause le parasitisme de *Peziza ciborioïdes*²⁾, champignon (fungus) du groupe des *Discomycètes*; on sait que *Heterodera radicicola*³⁾ peut également faire manquer le trèfle sur certains

¹⁾ Voir e. a. „Wurzelparasiten und angebliche Bodenerschöpfung in Bezug auf Kleemüdigkeit" von Sigmund Linde (1880); — „Untersuchungen über die Ursache der Kleemüdigkeit" von Victor Kutzleb (1882); — „Zur Controverse über die Ursachen der Kleemüdigkeit von Sigmund Linde und Victor Kutzleb" (1884). Ces deux derniers articles dans „Berichte aus dem Physiologischen Laboratorium des landwirthschaftlichen Instituts der Universität Halle," herausgegeben von J. Kühn, respectivement dans Heft 4 et 5.

²⁾ Voir e. a. Sorauer, „Handbuch der Pflanzenkrankheiten," II, (2e ed.), p. 283.

³⁾ B. Frank, „Ueber das Wurzelälchen und die durch dasselbe verursachten Beschädigungen der Pflanzen," dans „Landwirthschaftliche Jahrbücher," 1885, p. 149 et suiv., surtout p. 160—171 et Taf. III.

champs; et en 1888 je découvris près de Zoelen (Gueldre), où le terrain est argileux, des endroits morts dans le trèfle: le parasitisme de *Tylenchus devastatrix* l'avait fait mourir.

Depuis plusieurs années, on se plaignait dans l'Angleterre du „*Clover-sickness*”, sans être au fait de la nature de cette maladie. A partir de l'an 1887, Miss Ormerod ¹⁾ a envoyé à diverses reprises des plantes souffrant de „*Clover-sickness*” au Dr. De Man, à Middelbourg, ainsi qu'à moi. En regardant les plantes malades, je fus aussitôt frappé de la grande conformité entre les phénomènes morbides, que j'y remarquais, et ceux que je connaissais comme caractérisant le „*Stock*” du trèfle (Voir e. a. „l'Anguillule de la Tige”, p. 338). En les examinant de plus près, le Dr. De Man, ainsi que moi, nous trouvâmes dans les plantes malades de „*Clover-sickness*” un grand nombre de vermis, appartenant à l'espèce *Tylenchus devastatrix*.

En 1889, M. Charles Whitehead ²⁾ m'envoya de nouveau des plantes de trèfle malades, habitées par *Tylenchus devastatrix*.

Les mesurages que j'effectuai à 12 *Tylenchus*, pris dans le trèfle malade que m'avaient envoyé les deux susdits correspondants, m'apprirent que la longueur des mâles se montait à 1,24 millimètre au moins, et à 1,51 millimètre au plus, tandis que le minimum de la longueur des femelles était de 1,03 millimètre, le maximum de leur longueur de 1,49 millimètre. Le rapport entre la longueur et la largeur était chez les mâles: $\frac{49}{1}, \frac{46}{1}, \frac{45}{1}, \frac{45}{1}, \frac{42}{1}, \frac{39}{1}$, chez les femelles: $\frac{47}{1}, \frac{46}{1}, \frac{43}{1}, \frac{40}{1}, \frac{40}{1}, \frac{37}{1}$. Le rapport de la longueur du corps à la distance entre la vulve et l'extrémité caudale s'exprimait chez trois des six femelles par $\frac{5}{4}$, chez les autres respectivement par $\frac{51}{1}, \frac{51}{1}, \frac{48}{1}$. Tous ces mesurages démontrent, selon moi, avec la plus grande évidence que *Tylenchus devastatrix* et *T. Havensteinii Kühn* ne sont pas spécifiquement différents (Comp. ma monographie: „l'Anguillule de la Tige,” p. 213—216).

De plus, je me réfère aux expériences d'infection (comp. p. 548 de ces annotations), qui prouvent l'identité des *Tylenchus* du trèfle malade avec ceux, qui causent la maladie dite „*Kroef*” des oignons et avec ceux, qui font naître le „*Tulip root*” dans l'avoine. De ce point de vue il est remarquable que, dans la Grande-Bretagne, la maladie nommée „*Clover-sickness*” se rencontre fréquemment sur des terrains, où l'avoine a souffert de „*Tulip root*” l'année précédente.

¹⁾ Voir ses „Reports of Observations of Injurious Insects,” rapport sur 1887, p. 1—9, 1889: p. 1—12, 1890: p. 21, 22.

²⁾ Third annual report on Insects and Fungi injurious to the crops of the Farm, the Orchard, and the Garden,” by Charles Whitehead Esq., 1889, p. 55.

Le „*Cloversickness*” apparaît sur les champs aux derniers jours de mars ou en avril; c'est alors que les phénomènes morbides sont le plus caractéristiques et que, par suite, les plantes de trèfle se prêtent le plus aux recherches. Quelquefois, les phénomènes se laissent observer encore aux derniers jours d'avril et jusqu'à la mi-mai; après ce temps, les plantes malades commencent à mourir rapidement, et c'est alors qu'on voit paraître sur les champs des endroits nus de différentes dimensions, lesquels, s'ils ne sont pas trop grands, et en cas d'une vigoureuse croissance des plantes de trèfle avoisinantes, deviennent moins visibles. Parfois, le mal est d'une telle violence que les champs montrent des parties toutes nues. Quittant les plantes de trèfle mourantes, les *Tylenchus* s'enfoncent dans le sol et de là s'introduisent dans les plantes de trèfle adjacentes, de sorte que celles-ci sont rendues malades à leur tour. C'est pour cela qu'on peut trouver des plantes caractéristiquement malades en plein été.

Quoique j'aie cité à la page 338 de mon „Anguillule de la Tige,” l'exacte description, donnée par Kühn, des plantes de trèfle et de luzerne atteintes de maladie vermiculaire, je me permets de mentionner en peu de mots les altérations de forme, souvent assez curieuses, que j'ai observées chez les plantes de trèfle, qu'on m'a envoyées d'Angleterre. Outre les symptômes dont parle Kühn, je remarquai à ces plantes malades de „*Cloversickness*” les traits suivants. Quelques rameaux portaient encore des inflorescences, qui cependant, pour l'ordinaire, restaient petites; mais chez la plupart des rejetons, les boutons, d'où les fleurs devraient se développer, restaient clos. Plusieurs jets n'atteignaient que jusqu'à 3 centimètres de longueur et s'élargissaient de façon à prendre une forme presque ovale; ils étaient hérissés de petites feuilles, toujours gardant la forme d'écaillles et placées comme les tuiles d'une toiture. A une même tige, on remarquait souvent trois ou cinq, plus rarement même sept rejetons étroitement serrés, et — comme l'observait aussi Miss Ormerod — non pas autour de la tige, mais tous dans un même plan, ce qui donne à l'ensemble l'air d'un éventail. Ma correspondante anglaise en dit: „These shoots varied in number, sometimes as many as five grew on an inch length of shoot, one at the extremity and two at each side below, so as to form together a flat fanlike mass. I did not find they grew round the central stem.” Quelques jets fort enflés étaient creux à l'intérieur; par la croissance disproportionnée, les tissus étaient déchirés; dans le creux des jets se trouvait une masse pulvérisée, blanche d'abord, brune ensuite et formée de cellules dilacérées, portant quelquefois dans les interstices une quantité énorme de *Tylenchus* vivants, presque tous dans l'état de larve.

Les contrées de la Grande-Bretagne où se rencontre le „*Cloversickness*” — „*Cloverstemsickness*” selon Miss Ormerod — sont, en Angleterre : Kent, Hertford, Bedford, Suffolk (voisinage d'Ipswich), Lincolnshire (Alford) ; en Ecosse : Linlithgowshire.

Pour combattre le „*Cloversickness*”, il est, en premier lieu, absolument nécessaire de ne pas faire succéder sur un champ où, le trèfle étant atteint de ce fléau la récolte à été manquée, de l'avoine ni aucun autre des végétaux où les *Tylenchus* se nichent de préférence. (Comp. ces annotations p. 548).

Il me semble utile de parler de la possibilité de transporter les anguillules d'un champ à l'autre dans le trèfle, qu'on donne à manger aux moutons dans les champs où ils ne trouvent pas de nourriture suffisante, et dans le trèfle qui se trouve dans le sac à fourrage que portent avec eux les chevaux. Au fauchage, il se trouve toujours un certain nombre d'anguillules dans la partie coupée des plantes de trèfle, bien que la plupart soient retenues dans les éteules ; l'extrême petitesse des plantes fort malades en fait échapper à la faux la plus grande partie.

Avant de quitter le sujet du „*Cloversickness*”, j'aime à ajouter qu'en Angleterre, on a employé avec succès, comme remède, l'amendement du sol avec du sulfate de potasse, du sulfate d'ammoniaque ou du sulfate de fer et quelquefois un mélange de ces trois sulfates. Pour les détails pratiques de cette méthode, je renvoie aux rapports précités de Miss E.-A. Ormerod et de Mr. Charles Whitehead. Selon leurs communications ces engrains mettent fin aux attaques des *Tylenchus*, et font croître le trèfle à merveille, aussi dans les endroits restés nus auparavant.

Maladie vermiculaire des fèves (*Vicia faba*).

Dans le cours de l'année 1890 l'obligeante collaboration de Miss Ormerod à St.-Albans m'a fourni l'occasion d'étudier une maladie des fèves, causée encore par *Tylenchus devastatrix*. Avant ce temps déjà les fèves avaient éveillé le soupçon de donner l'hospitalité à ces petits mais dangereux parasites ; ce fut seulement en 1890 qu'on les attrapa en flagrant délit.

En 1886, Mr. Drennan de Goatfoot Farm, Galston, Ayrshire, fit savoir à Miss Ormerod, qu'ayant cultivé plusieurs années des fèves, il trouvait régulièrement ses avoines atteintes de „*Tulip root*”, le plus gravement sur les champs, qui avaient porté des fèves l'année précédente ; et que, pendant quelques années suivantes, ces mêmes champs avaient souffert de „*Tulip root*” à un plus haut degré que ceux sur lesquels il n'avait jamais cultivé de fèves. Ce même an, on fit une

pareille observation sur les terrains du „Highland and Agricultural Society's Experimental Station” à Pempherston, mais la mauvaise réussite de l'avoine y fut principalement attribuée à la longue sécheresse.

En 1887 Mr. Drennan envoya de nouveau à Miss Ormerod des plantes d'avoine et de fèves, prises sur des champs qui souffraient depuis des années et à un haut degré, de „*Tulip root*;” mes recherches me firent découvrir dans l'avoine un grand nombre de *Tylenchus devastatrix*; mais je ne pus constater la présence de ces vermisseaux dans les plantes de fève qu'on m'avait fait parvenir.

Le 8 août 1890, Miss Ormerod reçut une lettre de Mr. J. R. Eve, „Estate Agent &c. of Luton and Hitchin”, étant conçue dans ces termes : „I was valuing crops in this county, and on reaching a piece of Beans noticed a very marked difference, and that a portion of the crop had been more than half destroyed. The bailiff told me the Beans had been failing since before the time they came into flower and that the destruction had been going on ever since. But the remarkable part is this that where the Beans are affected, they followed Oats last year, and that the evil ceases immediately where Barley was grown last harvest. There is still another mystery; the four rows by the side of the injured Beans are quite perfect, and Barley grew in 1889 by the side of these. I suggested to the bailiff, whether the Beans were planted exactly at the boundary of the oats, or whether they encroached somewhat on the Barley stubble; but he speaks with great confidence that this was not the case.”

<i>Orge en 1889.</i>	<i>Avoine en 1889.</i>
	<i>Fèves atteintes en 1890.</i>
	<i>Orge en 1889.</i>
<i>Ray-grass en 1890.</i>	<i>Fèves saines en 1890.</i>

Dans la lettre de M. Eve, la situation était représentée au moyen d'une esquisse, que Miss Ormerod a insérée dans son rapport et que je me permets de lui emprunter. Dans la section où, l'année précédente, avait crû de l'avoine, les fèves avaient été attaquées en 1890 d'une maladie caractéristique, qui les avait même tuées en grande partie, tandis que la maladie des fèves s'éteignit tout de suite dans la section où l'on avait cultivé de l'orge l'année précédente. Il y avait donc la plus grande probabilité que l'origine du

mal des fèves se trouvait dans l'avoine. Toutefois, on devait tenir compte du fait, que quatre rangées de fèves, représentées par des lignes pointillées dans la figure ci-contre, et touchant au terrain où l'on avait semé de l'orge l'année précédente, restaient intactes; car on pourrait se croire justifié à en déduire, que du champ d'orge une vertu curative se repandait sur le terrain infecté. J'en parlerai après.

Quelques-unes des plantes de fève singulièrement déformées, qu'on avait prises sur le terrain infecté en question, furent envoyées par Mr. Eve à Miss Ormerod, qui trouva quelques anguillules crispées dans la poudre brunâtre et sèche, que renfermaient les tiges de ces plantes. Ces anguillules, étant humectées avec de l'eau, commencèrent à revivre et parurent être munies d'un stilet buccal, montrant en plusieurs points une grande conformité avec *Tylenchus devastatrix*. Mais comme la distinction des différentes espèces de Nématodes demande une habileté spéciale, acquise par de plus longues recherches, Miss Ormerod crut nécessaire de me laisser la décision si c'était réellement l'anguillule de la tige à laquelle on avait affaire.

L'examen microscopique du contenu brun et pulvérisé des tiges de fève, creuses au reste, me fit trouver en effet une infinité d'anguillules, toutes complètement séchées et par conséquent dans l'état de vie latente. Après l'humectation, quelques rares individus se ranimèrent d'abord, chez lesquels je ne découvris pas de stilet buccal et qui ne pouvaient donc pas être du genre *Tylenchus*. Quelque temps après, les autres anguillules revinrent à la vie, quelques-unes précédant le reste, il est vrai, mais, néanmoins, toutes plusieurs minutes après les individus dépourvus de stilet buccal, qui avaient été les premiers à se ranimer. Je ne tardai pas à voir sous le microscope un pèle-mêle, un fourmillement prodigieux; mais, bien que toutes les anguillules ranimées plus tard eussent un stilet buccal et que leur extérieur, ainsi que le rapport entre leur longueur et leur largeur, fussent tout à fait pareils à ceux de *Tylenchus devastatrix*, je dus renoncer d'abord à en déterminer avec certitude l'espèce, vu que tous les objets étaient larves. Mais enfin je découvris parmi toutes ces larves ranimées une femelle adulte, restant crispée des heures durant, et par suite évidemment morte. Cette femelle était en tous points conforme à celle de *Tylenchus devastatrix*; mais comme elle était morte, sa structure ne pouvait être suivie dans tous les détails, et pour pouvoir déterminer avec une certitude incontestable tous ces Nématodes parasites des fèves, il me fallait aussi le mâle. Dans un nouvel envoi de plantes de fève malades, que je reçus de Miss Ormerod, je trouvai un mâle, chez lequel je découvris une

bourse et qui appartenait par conséquent au genre *Tylenchus*, tandis que le reste de la structure me prouvait que c'était un *Tylenchus devastatrix*.

La longueur du mâle mort mais peu crispé était de 1,12 millimètre, celle de la femelle crispée, que je ne pouvais mesurer avec une exactitude absolue, était de 0,9 millimètre environ. Chez le mâle, le rapport entre la longueur et la plus grande largeur était $\frac{45}{1}$, chez la femelle cette proportion était $\frac{50}{1}$, mais la crispation rend incertain si cette proportion a existé aussi chez l'animal vivant. La longueur du corps était à celle de la queue: chez le mâle comme $\frac{16}{1}$, chez la femelle comme $\frac{16\frac{1}{2}}{1}$. Chez la femelle la vulve se trouvait à une distance de l'extrémité caudale équivalant à $\frac{1}{3}$ de la longueur du corps. Chez les larves la proportion entre la longueur et la largeur du corps variait entre $\frac{38}{1}$ et $\frac{47}{1}$. De tous ces mesurages on peut conclure que les *Tylenchus* dans les tiges de fève appartenaient en effet au genre *T. devastatrix*¹⁾.

La certitude acquise que *Tylenchus devastatrix* est cause d'une maladie dans les fèves n'est pas sans importance. Elle explique l'observation, faite en Angleterre, que dans les contrées où l'avoine souffre gravement de „*Tulip root*” la récolte de fèves manque souvent; elle explique encore le fait, que l'admission des fèves dans l'assolement pour les champs tourmentés par le „*Tulip root*” aggrave ce fléau en grande mesure.

Il paraît de plus en plus que l'anguillule de la tige n'est pas du tout difficile dans le choix des espèces de plante, où il mène sa vie de parasite; et de plus en plus facilement s'explique le fait, connu depuis longtemps, qu'on peut bien aggraver le „*Stock*” par un assolement déraisonnable, mais qu'on ne peut pas, à ce qu'il paraît, se débarrasser complètement de ce fléau par l'assolement.

Quant au fait, mentionné ci-dessus (p. 564), que les quatre lignes touchant au terrain, qui avait porté une récolte d'orge l'année précédente, restaient intactes, tandis que les autres plantes de fève, croissant sur le terrain qui avait produit de l'avoine l'année précédente, tombaient malades, — je ne puis en donner une explication positive, et je n'en trouve non plus dans le rapport de Miss Ormerod. Dans les endroits où, en 1889, les plantes d'avoine étaient le plus serrées, les conditions étaient le plus favorables à la propagation des anguillules; en d'autres termes, elles l'étaient plus au milieu du champ que sur les bords, où l'avoine touchait à l'orge, végétal qui ne peut servir d'habitation aux anguillules. D'ailleurs, je ne sais si le champ en question, où les fèves furent atteintes en 1890,

¹⁾ Voir ma monographie: „L'Anguillule de la Tige,” p. 185—190.

avait ou n'avait pas une surface tant soit peu inclinée; c'est un fait que, par de fortes pluies, l'eau, en dé coulant, entraîne les anguillules, qui habitent les couches supérieures du sol, avec la terre elle-même aux endroits plus bas. Supposé que le champ de Mr. Eve, où les fèves étaient malades en 1890, eût une pente descendant du côté opposé à celui du champ où crût de l'orge en 1889 et du raygrass en 1890, on concevrait facilement pourquoi les lignes de fèves, pointillées dans la figure (p. 564), restaient intactes. D'ailleurs, on sait que les maladies causées par *Tylenchus devastatrix* se propagent ordinairement d'une manière très irrégulière; elles partent de certains centres d'infection, d'où elles se répandent sur la surface des champs.

En procédant à la *description des plantes de fève malades*, il me faut prévenir mes lecteurs, que je ne puis donner un aperçu de la manière dont la maladie se développe dans ces plantes; j'ignore quel aspect présentent les jeunes plantes de fève, quand elles sont envahies par *T. devastatrix*. Jusqu'ici je n'ai eu sous les yeux d'autres plantes de fève atteintes que les objets adultes déformés, que Miss Ormerod a eu la bienveillance de m'envoyer; et cette dame elle-même ne décrit dans son rapport intéressant que les plantes malades adultes, que lui a envoyées Mr. Eve. Il est vrai qu'elle m'a fait mention de certaines jeunes plantes de fève singulièrement déformées, à feuilles frisées et à tige courbée, mais celles-ci n'étaient pas originaires de ces contrées reconnues comme étant infestées de *T. devastatrix*; et bien que les phénomènes morbides fissent songer à une infection par ce Nématode, je ne puis dire rien de certain à ce sujet.

Miss Ormerod, ayant fait un dessin fidèle d'une des plantes les plus malades, m'offrit un cliché de cette figure, que je fais imprimer ci-contre. Quant à la description des phénomènes morbides, je ne saurais faire mieux que de reproduire ses propres termes.

Les six plantes dont parle Miss Ormerod étaient toutes parfaitement mûres; elles lui avaient été envoyées, au mois d'août 1890, par Mr. Eve de Tingrith Manor Farm, près de Woburn, Bedfordshire.

„On carefully examining the six plants sent me — dit-elle — I found one plant to be not as much as four inches (1 inch = 2,539955 centimètres) high, the stem flattened and widened, and swelled at the base, where it was evidently broken off at ground level.

Two others of the plants were only about ten inches high. Of these one was fairly healthy in form, the other had eight side shoots from six inches length of main stem; these so placed that the whole plant, with its shoots and pods, had a kind of oval fan shape (Comp. la figure

en regard.) Some of the pods were straight and rightly shaped, but a large proportion of them were stunted and distorted, and some of them were scarcely as much as three quarters of an inch in length. The lower



Plante de fève rendue malade par *Tylenchus devastatrix*, représentée aux $\frac{3}{4}$ de la grandeur naturelle.

part of the thickened stem was much curved, and in the case of another of the plants the stem was so much curved just at ground-level that (although it was altogether scarcely more than twelve inches high) about three inches of the length was nearly horizontal. Another of the plants

sent me was also slightly swelled and deformed, and very much shortened in growth.

The sixth plant was fairly healthy, and served as a kind of scale to give some idea of the amount of harm that happened to the injured specimens; in this case the stem was over three feet and a half in length." (1 foot = 0,304796 m.).

Je n'ai rien à ajouter à cette description des plantes malades; elle est tout aussi claire qu'exacte. Seulement je fais ressortir, que toutes les déformations causées par *T. devastatrix* se réduisent aux effets communs, produits par ce Nématode sur les parties des plantes: renflement fort prononcé et irrégulier, faible croissance en longueur, ramification des parties caulinaires. Lors de l'examen des plantes mûres même, il était visible que les tissus à l'intérieur de la tige avaient été déchirés par la croissance irrégulière des parties qui y tenaient.

La manière de vivre des anguillules, qui se sont introduites dans les plantes de fève, sera naturellement, dans les points capitaux, conforme à celle des Nématodes de la même espèce, vivant en parasites en d'autres plantes. Voici cependant un trait digne d'observation.

Les plantes qui mûrissent et meurent après la floraison ne tardent pas à être abandonnées par les *Tylenchus*, dès que les tiges jaunissent; mais dans les tiges des plantes de fève mûries, que j'ai examinées, je trouvai, comme si c'eût été de la moëlle, une masse brunâtre, habitée par des milliers de larves de *Tylenchus*. Comme je l'ai fait remarquer ailleurs, les anguillules du seigle, de règle, passent dans le sol, quand le seigle mûrit, ce qui fait que le sol reste infesté après la moisson de ce blé. En général on peut admettre, ce me semble, qu'à la maturation du blé, les anguillules tâchent de s'échapper de la plante qui meurt, pour gagner le sol; pour l'ordinaire, la plupart réussissent, mais non pas toutes, et naturellement les œufs, s'il y en a, restent dans la plante. On aura donc soin de ne pas mêler au fumier la paille de seigle et d'avoine provenant de plantes qui ont souffert de „Stock” ou de „Tulip root”: ces matières pourraient propager la maladie. Il en est encore ainsi, et à un bien plus haut degré, de la paille de fève, puisque, selon mon observation, elle peut renfermer, dans l'état de maturité absolue, des milliers d'anguillules. Toutefois il est bien certain qu'un grand nombre de ces parasites quittent les plantes de fève mûrissantes et mourantes, pour se retirer dans le sol; car, selon l'expérience des praticiens anglais, l'aptitude du sol à engendrer le „Tulip root” dans l'avoine, devient plus grande quand on cultive sur ce terrain des fèves; en d'autres termes la culture des fèves augmente le nombre de

Tylenchus dans le sol. — Probablement, chez les fèves comme chez le seigle, la promptitude ou la lenteur de la mort des tiges décidera surtout du nombre des anguillules qui y restent. Néanmoins il me paraît, que le séjour prolongé de ces parasites dans la paille est bien plus de règle chez les fèves que chez le seigle.

Voir page 341.

Maladie vermiculaire („Stock”) du sarrasin.

Comp. „L’Anguillule de la Tige”, p. 341. „Annotations, première série”, p. 347, 348.

Pendant trois étés, depuis 1886, j’ai de nouveau ensemencé de sarrasin des terrains infestés d’anguillules. En 1887, la maladie se manifesta dans les plantes de sarrasin à un degré bien plus grave qu’en 1886; en 1888 et en 1889, la plus grande partie des plantes furent atteintes et fort malades. Chaque fois, elles présentèrent tous les phénomènes morbides, décrits par Havenstein, et cités à la page 341 de ma monographie sur „l’Anguillule de la Tige”, y compris la forte ramification, que je n’avais pas observée en 1886.

P. 342. Les maladies dont je vais parler dans les pages suivantes n’ont pas été traitées dans mon ouvrage „L’Anguillule de la Tige”.

Maladie-ananas des Oeillets ¹⁾.

J’ai trouvé le premier compte rendu de cette maladie singulière dans un article concis de M. J. B(erkeley) dans „The Gardener’s Chronicle”, 1881, II, November 19. Cet article contient le passage suivant: „Specimens of a disease in Carnations, which is said to be very common, have been forwarded to me on more than one occasion by my friend Mr. T. Moore. It appears in the form of pallid spots on the leaves, especially towards the crown of the plant, which in decay acquires a rusty tint. On examination of numerous spots in the different samples, I find without exception one or more examples of a Nematoïd worm, belonging clearly to Dr. Bastian’s genus *Tylenchus*.... I do not find the worms any where except in the pallid spots. I have examined the

¹⁾ Voir „Beiträge zur Kenntnis landwirtschaftlich schädlicher Tiere”, von Dr. J. Ritzema Bos; XII. „Die von *T. devastatrix* verursachte „Ananaskrankheit” der Nelken”, — in Nobbe’s „Landwirtschaftliche Versuchsstationen”, 1890, p. 150.

roots in vain. They seem of various sizes, sometimes so long as to traverse the whole discovered spots, many dead, but some in active motion."

Un article un peu plus long dans la même année du „the Gardener's Chronicle" 1881, II. December 3, écrit par Worthington G. Smith, ne donne guère plus de détails sur la maladie, mais il est accompagné de la figure d'une plante malade, ainsi que des Nématodes, ces derniers grossis quatre-vingts fois ($\frac{80}{1}$). Cependant, comme la maladie des œillets dans ce compte rendu, aussi bien que dans celui de M. J. B(erkeley), n'est que grossièrement ébauchée, et que l'image des Nématodes, censés en être cause, ne rend que les contours de ces vers, je devais, en écrivant mon traité sur „l'Anguillule de la Tige" (p. 219), me borner à conjecturer qu'on devra peut-être attribuer la maladie précitée des œillets à *Tylenchus devastatrix*. Je fus porté à cette opinion:

1°. par l'analogie que cette maladie des œillets semblait montrer, en certains points, avec les autres maladies de plante que j'avais décrites, et qui étaient sans aucun doute dues à *T. devastatrix*;

2°. par la ressemblance, pour la forme et les dimensions, entre les Nématodes représentés par W.-G. Smith et l'espèce *T. devastatrix*.

Du reste, il n'y avait aucune certitude sur l'espèce de Nématode dont il s'agissait; on ne pouvait pas même déduire de la figure donnée, si l'on avait affaire à une espèce du genre *Tylenchus* ou à un autre Nématode.

Pour résoudre la question, je demandai à différents collaborateurs, de l'intérieur comme à l'étranger, de me faire parvenir des matériaux, et bientôt je fus assez heureux de recevoir par l'entremise de Miss Ormerod de St.-Albans un petit nombre de spécimens d'œillets malades, appartenant à l'espèce *Dianthus Caryophyllaeus*.

D'abord, je soumis à un examen les anguillules que j'y trouvais. Outre des œufs et des larves, je découvris dans les parties malades des feuilles et des ramilles, quelques mâles adultes, longs de 0,98 millim. au moins et de 1,37 millim. au plus, et quelques femelles adultes, dont la longueur variait entre 1,16 millim. comme minimum et 1,51 comme maximum. Elles étaient toutes munies d'un stilet buccal, et se faisaient connaître dans tous les autres détails de leur organisation comme représentants du genre *Tylenchus*. Chez les mâles je trouvai la bourse typique. Le rapport entre la longueur et la largeur était en moyenne $\frac{4}{1}$ chez les mâles, et $\frac{4}{1}$ en moyenne chez les femelles. Le rapport entre la longueur de la queue et celle du corps entier variait entre $\frac{1}{4}$ et $\frac{1}{7}$, tant chez les mâles que chez les femelles. La distance de la vulve à l'extrémité caudale des femelles représentait au moins $\frac{1}{6}$, au plus $\frac{5}{1}$ de la longueur du corps, en moyenne $\frac{1}{5}$. Ces résultats de mes mesurages, ainsi que toute l'or-

ganisation des vermissoyeux démontrent avec évidence, qu'aucune autre espèce que *Tylenchus devastatrix* ne doit être regardée comme la cause primitive de la maladie des oeillets en question.

De plus, mes expériences de culture me firent voir l'identité du Nématode des oeillets malades à celui du seigle atteint de „*Stock*”, des oignons souffrant de „*Kroef*”, des jacinthes atteintes de maladie annulaire et des plantes de trèfle souffrant de maladie vermiculaire. Je hachai bien fine une plante d'oeillet gravement malade, je divisai la masse obtenue par ce manège en quatre parties que je mélangeai séparément à de la terre pure dans des pots à fleurs. Dans un de ces vases je semai de la graine de trèfle, dans le second du seigle, dans le troisième de la semence d'oignon, tandis que je plantai dans le dernier un bulbe de *Scilla sibirica*. A temps propre, j'examinai les plantules se trouvant dans les premières périodes de leur développement. Je trouvai que dans toutes, sans exception, un certain nombre d'anguillules, différant en quantité, s'étaient introduites; mais tandis qu'elles étaient entrées en assez grande masse dans les plantules de trèfle et d'oignon et qu'elles s'y étaient multipliées considérablement, je ne trouvai que relativement bien peu de *Tylenchus* dans celles du seigle et dans les feuilles et les bulbes de *Hyacinthus orientalis* et de *Scilla sibirica*. En conséquence, ces dernières plantes ne présentaient rien qui fût hors ligne, tandis que les plantules de trèfle et surtout celles d'oignon étaient visiblement fort malades. (Comp. aussi p. 548 de ces annotations.)

Je me mets à présent à donner une description exacte des phénomènes morbides chez les plantes d'oeillet atteintes.

Les traits caractéristiques de toutes les espèces de plante, habitées par *Tylenchus devastatrix*, se présentent également chez les plantes d'oeillet malades: tous les membres des tiges ou quelques-uns d'entre eux demeurent courts; plusieurs feuilles demeurent courtes, mais parfois se renflent et se crispent; des taches jaunes paraissent sur ces feuilles qui, en bien des cas, meurent bientôt. J'ajoute que, cette fois encore, j'ai rencontré les parasites exclusivement dans les tiges et les feuilles, jamais dans les racines: remarque s'accordant à celle de Berkeley.

Dans les plantes d'oeillet malades que j'ai eu l'avantage d'examiner de plus près, je trouvai l'axe de plusieurs boutons fort chétif: il s'était seulement développé tant soit peu en épaisseur, la croissance longitudinale avait été à peu près nulle. Si les feuilles étaient parvenues à un développement normal, cas qui se présentait assez souvent, elles formaient ensemble une touffe de feuilles, ressemblant à celle qu'on

voit sur la tête d'un ananas. La conformité avec cette touffe de feuilles était surtout frappante dans les cas où les feuilles d'oeillet, habitées par des anguillules, étaient devenues très larges et très épaisses à leur base et en même temps avaient pris une plus grande raideur qu'elles n'ont ordinairement; de plus, ces feuilles avaient parfois des bords tellement ondulés ou crispés, qu'elles présentaient l'aspect des dents spiniformes au bord des feuilles de la chevelure d'un ananas. Cette ressemblance avait tout d'abord frappé Miss Ormerod. En m'envoyant les plantes d'oeillet malades mentionnées, elle me proposa le nom de „Pineapple sickness of carnations”; on voit par le titre de cette annotation (p. 570) que j'ai adopté ce nom.

Cependant, je dois faire remarquer que la ressemblance entre les feuilles qui se développent d'un même bouton de mes plantes d'oeillet malades, et la chevelure d'un fruit d'ananas n'est pas toujours également prononcée. On en peut trouver les causes dans les circonstances suivantes: 1°. l'axe du bouton croît plus ou moins en longueur, parfois même, cette croissance est normale; 2°. les feuilles ne surpassent pas considérablement en épaisseur, en largeur ni en raideur celles des plantes toutes saines; 3°. en bien des cas les bords de ces feuilles ne se montrent ni ondulés ni frisés, et très souvent, les bords ne présentent aucune apparence de dents.

Quelquefois il arrive, que le bout d'une ramille, ainsi que l'axe de plusieurs boutons placés auprès de ce bout, demeurent bien courts, tandis que les feuilles elles-mêmes montrent une vigoureuse croissance longitudinale. C'est alors que survient l'accumulation d'une grande masse de feuilles, étroitement serrées: cet entassement peut être si fort, que les feuilles se dérobent les unes aux autres le jour et l'air. Les déformations mentionnées rappellent, à première vue, tant soit peu les curieuses monstruosités qu'on nomme en Allemagne „Hexenbesen,” et qui se rencontrent sur plusieurs espèces d'arbres¹⁾. Quand les feuilles des oeillet atteints, au lieu de devenir larges, restent étroites, comme cela arrive parfois (voir ci-après), de façon à avoir un faux air d'aiguilles de sapin, on est souvent frappé de la ressemblance, que présentent les bouts de quelques rameaux d'une plante d'oeillet malade avec les petits faisceaux d'aiguilles étroitement serrés, qui naissent quelquefois sur les sapins par les attaques réitérées du Scolytide *Hylesinus piniperda*.

Quant à la déformation des feuilles, j'ai déjà dit ci-dessus que ces

¹⁾ Voir e.a. Sorauer, „Handbuch der Pflanzenkrankheiten,” 2te Auflage (1886), p. 748—751.

organes, sous l'influence des *Tylenchus*, deviennent généralement plus épais et plus larges que les feuilles d'oeillet normales; bien souvent, on l'observe principalement ou exclusivement à leur base. C'est là encore que se montrent quelquefois des crevasses ou des gerçures dans les feuilles, comme on les trouve souvent dans celles des plantes de seigle, d'oignon, de jacinthe, de sarrasin, etc. (Comp. e.a. Pl. V. Fig. 1, Pl. VII, Fig. 1. *q*, ainsi que la gravure en bois à la page 348 sous 1 de ma monographie sur *Tylenchus devastatrix*). J'ai déjà cité le fait, que les feuilles ne s'élargissent pas toujours par l'influence des anguillules; parfois elles deviennent un peu plus épaisses qu'à l'ordinaire, il est vrai, mais en même temps plus étroites, et font penser ainsi vaguement aux aiguilles du sapin. (On me permettra de rappeler que, chez les plantes de seigle malades du „Stock,” les feuilles sont quelquefois plus étroites que de règle, et qu'elles prennent alors l'extérieur de feuilles d'herbe. (Comp. Pl. III, Fig. 2 de ma monographie). On a pu voir ci-dessus que les feuilles des plantes d'oeillet atteintes sont parfois frisées, crispées ou ondulées.

Comme les feuilles des plantes de jacinthe atteintes de maladie annulaire (Pl. VII, Fig. 1, *p*; Fig. 2, *a. b. c.*), celles des oeillets qui ont la „maladie-ananas,” portent ça et là des taches jaunes; et par un examen microscopique on trouve également qu'en ces endroits la chlorophylle a disparu. En général, cependant, on peut dire que la plus grande partie des anguillules habite les parties les plus grossies des feuilles, lesquelles se trouvent à la base; aussi, ces parties sont-elles les plus exposées à devenir jaunes. Si la maladie est d'un caractère malin, les feuilles meurent promptement dans ces endroits jaunes, ce qui fait que les extrémités supérieures, quelquefois toutes ou partiellement vertes, meurent également.

Il arrive parfois que quelques boutons de plantes d'oeillet malades demeurent petits, spécialement par rapport aux feuilles. Les *Tylenchus*, en ce cas, se sont rendus en assez grand nombre dans l'axe de ces boutons, lequel s'est tant soit peu enflé en conséquence; les feuilles qui, dans leur premier développement, ont été occupées par les anguillules, restent extrêmement petites, meurent et se crispent avant qu'elles aient eu le temps d'arriver à leur croissance.

Je ne saurais dire si la présence de la maladie due à *Tylenchus* est ou n'est pas particulière à l'Angleterre. Je n'ai jamais rencontré cette maladie dans les Pays-Bas.

La maladie vermiculaire des pommes de terre. („Wurmfäule,” Kühn).

En 1888 il se manifesta une nouvelle maladie dans les pommes de terre, dans l'est de la province de Groningue, et particulièrement dans les parties où l'on cultive ce végétal en grande quantité, à l'usage des fabriques. A première vue, les tubercules malades présentaient quelques traits communs à ceux, qui souffrent de la maladie bien connue, causée par *Phytophthora infestans*; mais les différences étaient si prononcées que, déjà, quelques praticiens ne confondaient pas les deux maladies. Je dois ma première connaissance de cette nouvelle maladie des pommes de terre à M. D.-H. Koker, ancien élève du Collège d'Agriculture de l'Etat à Wageningen, actuellement agriculteur et directeur d'une fabrique de beurre à Schildwolde (prov. de Groningue), qui m'envoya quelques plantes de la sorte dite „Champion.” M. Koker avait observé en 1888, année excessivement pluvieuse, que chez bon nombre de plantes de pommes de terre, dont la croissance paraissait excellente d'abord, les feuilles commençaient à se crisper pendant l'été. A la récolte (fin de septembre) on trouva que ces plantes n'avaient pas un seul tubercule bien développé. Pour me mettre en état de bien comparer, M. Koker m'envoya quelques spécimens („Champion”), obtenus d'une plante saine, qui avait crû à côté d'une plante malade. En effet, le contraste était des plus frappants. L'examen me fit découvrir, que les cellules des pommes de terre provenant des plantes malades contenaient visiblement moins de grains d'amylum que celles des tubercules bien développés des pieds sains. En vérité, ni la chétiveté des tubercules ni la petite quantité d'amylum n'éveillaient l'étonnement, car les feuilles étaient demeurées petites et se montraient fort crispées; par suite, leur surface était insignifiante, ce qui devait effectuer que leur fonction, la formation de l'amylum, fût très faible.

D'abord je restai dans l'incertitude sur la cause probable de cette maladie nouvelle et singulière des pommes de terre, et jugeant par l'extérieur des plantes atteintes, je crus avoir affaire à la maladie dite „Kräuselkrankheit.” Aussi, dans la suite de mon compte rendu, on verra que la maladie nouvelle des pommes de terre, autant qu'on peut l'observer au feuillage, y ressemble beaucoup..

Dans le feuillage de trois de ces plantes, qui m'avaient été envoyées, je ne pus trouver aucune trace de parasite, ni végétal ni animal. Dans le feuillage d'une quatrième plante malade je découvris un mycélium, que je n'ai pas observé de plus près, croyant pour sûr que j'avais sous les yeux des plantes souffrant de „Kräuselkrankheit,” et n'ayant pas

l'intention, pour le moment, de faire de plus amples recherches sur la cause et la marche de cette maladie, dont l'origine est toujours une question indécise¹⁾.

Dans les tubercules des plantes de pommes de terre, que m'avait envoyées M. Koker au mois de septembre 1888, je ne trouvai aucune trace de parasite, ni végétal ni animal, tandis que les tubercules — comme je disais — étaient mal développés et contenaient peu d'amylum mais, au reste, avaient l'air sains et ne montraient absolument pas de taches brunes ou jaunes, indices de maladie.

Bientôt M. Koker m'envoya de nouveau des plantes de pommes de terre malades, encore „Champions.” Cette fois je trouvai au feuillage, bien moins frais et sain que celui des plantes du premier envoi, des phénomènes morbides, que je vais décrire ci-après; les tubercules, cependant, ne montraient pas plus de taches maladiques que ceux, qui m'étaient parvenus auparavant. Chez ces plantes je découvris dans les rhizomes, ainsi que dans les parties basses des tubercules, près de l'endroit où ils sont attachés aux rhizomes, un très grand nombre de représentants d'une espèce de Nématode. Un examen exact m'apprit bientôt qu'ils étaient en tous points identiques à *Tylenchus devastatrix*. Je trouvai des mâles longs de 1,35—1,58 millim., des femelles longues de 1,32—1,65 millim., des larves de dimensions fort différentes et des oeufs. Le rapport entre la longueur et la largeur²⁾ était chez les mâles en moyenne $\frac{4}{1}$, chez les femelles en moyenne $\frac{40}{1}$. Le rapport entre la longueur de la queue et celle du corps entier variait entre $\frac{1}{15}$ et $\frac{1}{17}$, chez les mâles comme chez les femelles. Chez les femelles, la distance de la vulve à l'extrémité caudale était en moyenne $\frac{1}{5}$ de la longueur du corps, toutefois, ce rapport variait assez, savoir de $\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{6}$. — Tous ces chiffres démontraient évidemment que je n'avais sous les yeux d'autre espèce que *Tylenchus devastatrix*, comme je l'ai délimité et décrit dans le chapitre III, de la partie II de mon traité sur „l'Anguillule de la Tige”.

Le 5 novembre et puis le 22 de ce mois, M. Koker m'envoya de sa récolte de pommes de terre „Champion” plusieurs tubercules, por-

¹⁾ Voir e.a. Kühn, „Die Krankheiten der Kulturgewächse”, 1858, p. 200—202, et Sorauer, „Handbuch der Pflanzenkrankheiten”, 2^{te} Auflage (1880), Bd. I, p. 282—288, où l'on trouve un aperçu assez détaillé de la littérature sur la maladie dite „Kräuselkrankheit”.

²⁾ Comp. les données relatives à des représentants de *Tylenchus devastatrix*, présents dans le seigle, les jacinthes et les oignons, dans mon traité: „L'Anguillule de la Tige,” placé dans les „Archives Teyler,” Série II, T. III, 2^e partie, p. 186, etc.

tant des phénomènes qu'un profane même pourrait facilement remarquer, et qui, chez une grande partie des pommes de terre, se distinguaient assez visiblement des phénomènes morbides causés par *Phytophtora infestans*. Comme je parlerai ci-après de ces phénomènes, je me bornerai maintenant à dire que je trouvai de nouveau des *Tylenchus*, dans toutes les phases de développement, habitant les taches malades des tubercules et surtout les endroits contigus.

L'apparition de la nouvelle maladie des pommes de terre n'avait pas manqué de frapper les yeux de quelques autres agriculteurs, et le Rédacteur de la Chronique agricole dans le „Nieuwe Groninger Courant,” M. K.-R. Velthuis, qui m'a obligé plus tard (9 décembre 1888) par l'envoi de pommes de terre malades, publia dans le n° 46 (11 nov. 1888) de ce journal un article sur „l'anguillule de la pomme de terre”, dans lequel il inséra une contribution du Prof. Julius Kühn, traitant du même sujet et traduite en grande partie en hollandais. L'article du Prof. Kühn¹⁾ portait date d'octobre 1888 et parut successivement en plusieurs revues. Kühn y décrit assez amplement la maladie des tubercules; mes propres observations s'accordent avec les siennes, et il ne me reste que d'ajouter quelques points à son compte rendu. Quant aux phénomènes morbides des parties aériennes, Kühn n'en fait pas mention.

Avant de décrire plus en détail la maladie vermiculaire de la plante de pomme de terre et la vie de l'anguillule de la pomme de terre, je crois à propos de mentionner deux questions qu'on peut poser.

D'abord on se demande, si la plante de pomme de terre n'aurait pas eu à souffrir de *Tylenchus devastatrix* avant 1888. On est sans doute disposé à répondre à l'affirmatif, en supposant que cette maladie vermiculaire a été tout simplement confondue avec la maladie causée par *Phytophtora infestans*. Aussi Kühn ouvre son article par ces termes: „Den bekannten zahlreichen Erkrankungsformen der Kartoffel habe ich eine bisher nicht beschriebene Erkrankungsform anzureihen, die zwar sicher seit langer Zeit in manchen Lokalitäten vorgekommen ist, aber wahrscheinlich mit der von dem gemeinen Kartoffelpilz, *Peronospora infestans*, veranlassten Knollenfäule verwechselt wurde.” Cependant je dois faire remarquer que la maladie vermiculaire des pommes de

¹⁾ L'article de Kühn, intitulé „Die Wurmfäule”, se trouve dans les „Mittheilungen des landw. Instituts Halle”, dans le „Milchzeitung” du 31 octobre 1888 (Année XVII, n° 44), aussi dans „Biologisches Centralblatt” du 15 décembre 1889 (Bd. IX, n° 21).

terre, du moins sous la forme qu'elle a prise en Groningue, diffère si manifestement de la maladie bien connue, que plus d'un praticien l'a aussitôt reconnue comme portant un type tout particulier et différent du mal ordinaire. Aussi M. Velthuis dans le dit article du „Landbouwkroniek” du „Groninger Courant,” s'exprime en ces termes: „Cette année elle (c. à. d. la maladie des pommes de terre) se fait rudement sentir en plusieurs lieux, le fait est d'autant plus étonnant qu'on croyait généralement que la maladie (en 1888) n'aurait pas un caractère malin¹⁾. Toutefois on ne parle pas de „la maladie”, mais d'une „pourriture”, de l'„indurabilité” des pommes de terre, et il semble qu'on sache fort bien que ce n'est pas la maladie généralement connue.” La seule information, que j'ai pu obtenir au sujet de l'existence antérieure de la maladie vermiculaire des pommes de terre, se trouve dans les lignes suivantes, que je trouve dans une lettre de M. Koker (du 26 sept^{bre} 1888): „Peut-être cette maladie est connue depuis longtemps, mais, selon les travailleurs, elle est beaucoup plus violente cette année qu'elle n'était auparavant, et elle se rencontre cette fois chez des espèces, qui n'en ont pas souffert en d'autres années. Il paraît qu'autrefois elle était particulière à cette variété de pomme de terre, que nous nommons ici: „Américains”. Bien qu'il soit assez certain que la maladie se soit montrée auparavant, c'est pourtant un fait remarquable qu'elle se propagea tout à coup avec force en 1888 dans plusieurs parties de la province de Groningue et dans la même année où elle fut découverte à Halle. Un autre fait digne d'être observé c'est que, l'année suivante (1889), la maladie ne se montra que légèrement et même ne parut pas en quelques parties de la Groningue; pourtant la plupart des agriculteurs n'avaient pas fait venir leurs tubercules de semence d'autres lieux, ils avaient eu soin de ne pas planter des pommes de terre visiblement malades. Je me propose de revenir à ce sujet ci-après.

Voici une seconde question: Est-ce que *toutes* les variétés de pomme de terre souffrent également de la maladie vermiculaire? Et, si la réponse est négative, lesquelles en sont les plus susceptibles? Faute d'observations suffisamment nombreuses, on ne peut répondre avec assurance à cette question. Sur le champ d'essai à Halle, la variété „Eos” seule se montra atteinte, quoique, sur ce même champ, 16 autres variétés fussent en culture. D'après le rapport de Kühn, l'anguillule de la tige n'avait pas existé auparavant sur le champ d'essai à Halle,

¹⁾ Parce que les taches sur les feuilles, caractérisant la maladie ordinaire, ne s'étaient montrées ni en grand nombre, ni au commencement de la saison.

ce qui rend probable que l'apparition de la maladie vermiculaire chez cette seule variété était due à l'emploi de tubercules infectés venus d'une autre contrée. En effet, Kühn ajoute que les semences des pommes de terre „*Eos*,” qu'il cultivait, étaient originaires d'une autre région que le reste des variétés. Pour la province de Groningue, j'ai déjà cité le rapport de M. Koker que, par exception, la variété „*Champion*” avait à souffrir de cette maladie tandis que, avant ce temps-là, elle ne semble avoir été présente que chez les „*Américains*”. Sur un même champ avec les „*Champions*” malades, croissaient des pommes de terre des variétés „*Magnum bonum*” et „*Euphylllos*”, qui semblaient ne pas être tourmentées par ce fléau. M. Velthuis note que les „*Turcs*” et les „*Champions*” souffrent le plus et que la maladie ne laisse pas intacte la variété „*Rosalie*”. Inutile d'ajouter que les observations sur le degré de disposition des variétés différentes devront être bien plus nombreuses, avant qu'elles puissent fournir les données pour une règle tant soit peu générale.

Dans la vue de suivre la maladie vermiculaire dans les différentes périodes de son développement, j'ai planté *a.* des tubercules malades, croyant en obtenir des plantes malades; *b.* des pommes de terre saines dans un sol infesté d'anguillules de seigle. Ni de l'une ni de l'autre façon, je n'ai facilement atteint le but que je m'étais proposé. Car les tubercules, qui sont si fortement atteints qu'on reconnaît sans beaucoup de peine leur état de maladie, menacent de se pourrir totalement pendant l'hiver, et de ne plus pouvoir servir de semence au printemps. Si l'on plante au hasard des pommes de terre recueillies d'une plante malade, mais saines en apparence et qui ont réussi à passer l'hiver, on court risque d'avoir planté des tubercules sains, car une plante malade peut produire des tubercules sains, *c. à. d.* non habités d'anguilles quoique pauvres en fécale. En vérité, la plus grande partie des pommes de terre, qu'on m'avait envoyées pendant l'automne de 1888 et dont l'extérieur annonçait manifestement leur état malade, ne pouvaient plus être plantées parce qu'elles étaient totalement décomposées, tandis que la plupart des tubercules, que j'avais mis en terre, faisaient preuve d'avoir été parfaitement sains. Néanmoins deux plantes, parmi trente qui s'étaient développées des tubercules que j'avais déposés dans le sol, se montrèrent malades, mais assez légèrement; toutefois à l'aide de comparaisons continues avec celles que M. Koker m'avait envoyées l'année précédente, je pus observer dans ces plantes le développement de la maladie. Quant aux quinze pommes de terre que j'avais

déposées dans un terrain infesté d'anguillules du seigle, et sur lequel le seigle qu'on y avait cultivé l'année précédente avait gravement souffert de maladie vermiculaire („Stock”), elles m'ont appris de nouveau, qu'il existe entre les représentants de l'espèce *Tylenchus devastatrix* quelque différence, sinon morphologique du moins physiologique, à mesure qu'elles ont vécu par plusieurs générations dans une espèce de plante ou dans une autre. Quoique les anguillules fussent bien nombreuses dans le sol, elles ne passaient dans aucune des pommes de terre plantées. D'autres faits que j'ai pu recueillir concourent au même résultat.

M. Bitter, Administrateur du domaine de Twickel près de Delden, qui m'avait rendu auparavant de grands et nombreux services pour mes recherches sur la maladie vermiculaire, avait la bonté de m'envoyer pendant l'été de 1889, à ma demande, une plante de pomme de terre, prise sur un champ gravement infesté de l'anguillule du seigle. Il s'était efforcé de trouver une plante, qui portât les phénomènes caractérisant les feuilles des plantes de pomme de terre habitées par *Tylenchus*, mais, malgré toutes ses peines, il n'avait pu réussir. Les feuilles de la plante qu'il m'avait envoyée n'étaient que légèrement crispées. Mon examen m'apprit que ni dans la tige, ni dans les feuilles, ni dans les rameaux, ni dans les rhizomes, ni dans les pommes de terre il n'y avait de *Tylenchus*.

J'avais prié M. Koker de me faire savoir quelle était, en 1889, la condition des végétaux sur les champs, où il avait cultivé l'année précédente des pommes de terre des variétés „Champion” et „Turc”, qui avaient souffert de maladie vermiculaire. Sa réponse fut que sur les terrains en question, il avait semé du seigle et de l'avoine, et qu'une observation continue ne lui faisait découvrir rien d'anormal. Un observateur aussi attentif que M. Koker aurait sans doute remarqué le „Stock” sur des champs de seigle et d'avoine, si le mal s'y était montré à un degré plus ou moins important; d'autant plus qu'il était préparé à la possibilité de l'apparition de cette maladie.

D'ailleurs, je dois faire remarquer qu'il n'y a pas grand danger d'infection pour le seigle, l'avoine ou un végétal quelconque sur un terrain qui a produit l'année précédente des pommes de terre souffrant de maladie vermiculaire, vu que les *Tylenchus* ont quitté le champ avec les pommes de terre récoltées. Dans le cas, extrêmement rare sans doute, que, par les attaques des *Tylenchus*, un certain nombre de pommes de terre fussent totalement pourries sur le champ même et avant la récolte, il serait possible que le sol fût infesté, et que d'autres plantes, qu'on

y cultiverait, le fussent à leur tour. Les pommes de terre habitées par *Tylenchus devastatrix* se rapportent donc au sol comme le font les jacinthes souffrant de maladie annulaire. (Comp. mon traité „l'Anguillule de la Tige; p. 235).

Phénomènes morbides.

A. *Phénomènes morbides chez les parties aériennes.* Je ne saurais donner beaucoup de lumières sur les phénomènes morbides des parties aériennes. M. Koker m'apprit que les plantes de pomme de terre, qui, à la récolte, donnaient de petits tubercules malades, „avaient eu d'abord un riche feuillage, mais que les feuilles s'étaient déjà crispées pendant l'été.” En vérité, je trouvai, en examinant les plantes qu'il m'avait envoyées, que les feuilles étaient excessivement crispées et ondulées. Les tiges étaient plus grosses qu'à l'ordinaire, elles n'étaient pas souples et élastiques mais fragiles, elles se brisaient facilement. De plus, elles étaient parfois plus ou moins recourbées et, en quelques endroits, cravassées. Les pétioles et les principaux nerfs des feuilles étaient le plus souvent courbés, pour l'ordinaire en bas, et en ce cas plus d'une fois tout crispés; plus rarement ils se courbaient en haut. Les folioles étaient généralement crispées, autant vaut dire chiffonnées. Les pétioles ainsi que les nerfs principaux et inférieurs se brisaient très facilement. Sur les limbes, je découvris par-ci par-là des taches jaunâtres, bientôt au milieu un petit point brun, grandissant insensiblement; ces taches étaient analogues à celles qui se présentent sur les feuilles de jacinthes atteintes de maladie annulaire (Voir pl. VII, fig. 2 de mon traité sur „l'Anguillule de la Tige”). En général le feuillage meurt plus tôt que celui des plantes normales et saines.

En résumant ces symptômes de maladie, on est persuadé qu'ils ont une grande analogie à ceux, qu'on observe chez toutes les autres espèces de plantes habitées par *Tylenchus devastatrix*. Cependant je ne puis m'empêcher de mettre en relief la grande ressemblance entre la maladie, que je viens de décrire, et celle qu'on nomme „Kräuselkrankheit”. Tant que je ne trouvais pas de *Tylenchus* dans les plantes malades je ne pouvais croire que d'avoir sous les yeux des cas de „Kräuselkrankheit”. Mais lorsque je découvris dans les rhizomes et les tubercules de ces mêmes plantes une foule de *Tylenchus devastatrix*, je pensai naturellement à la probabilité que l'influence de ces parasites serait la cause de la déformation du feuillage. Cette supposition devint certitude, lorsque de deux tubercules de pomme de terre, habités par *Tylenchus devastatrix*, lesquels j'avais plantés, je vis paraître des plantes

qui portaient les phénomènes décrits ci-dessus et que j'avais d'abord regardés comme les symptômes de „*Kräuselkrankheit*”. Dans le jeune feuillage de ces plantes, principalement dans les tiges mais aussi dans les pétioles, je trouvai alors des *Tylenchus*. Si je n'en avais pas découvert dans les plantes, que m'avait envoyées l'année précédente M. Koker, c'est probablement par le fait que ces plantes étaient déjà plus vieilles; les *Tylenchus* avaient sans doute quitté les parties aériennes pour se rendre dans les rhizomes ou dans les pommes de terre. Je suis porté à croire qu'en certains cas, on a censé être „*Kräuselkrankheit*” ce qui est en réalité maladie vermiculaire des pommes de terre. Cependant je suis bien loin de prétendre, que tout ce qui a été décrit jusqu'à ce jour sous le nom de „*Kräuselkrankheit*” soit dû à l'influence de Nématodes.

B. *Phénomènes morbides aux parties souterraines.* Les rhizomes qui logent des *Tylenchus* sont souvent irrégulièrement recourbés, froncés et, en certains endroits, renflés. Evidemment, les *Tylenchus* quittent assez tôt en été les parties aériennes pour se rendre dans les rhizomes et de ceux-ci dans les tubercules naissants.

Mais parfois la formation des tubercules ne réussit guère. Il arrive qu'elle n'a pas lieu du tout, par la mort prématuée du feuillage. En d'autres cas les tubercules naissent, à la vérité, mais ils demeurent petits et gardent toujours l'extérieur de pommes de terre mal développées, d'autant plus que leur peau est toujours lisse; l'examen microscopique trahit le petit nombre et la petitesse des grains d'amylum. (Malheureusement je négligeai de faire déterminer la proportion d'amylum dans les pommes de terre mal réussies et dans les pommes de terre saines de la même variété; et l'année après les matériaux me manquaient.)

Plusieurs pommes de terre infectées, cependant, se développent mieux; il y en a même qui atteignent une grosseur normale. Avant d'y être parvenues, elles présentent des phénomènes morbides caractéristiques, consistant en des taches typiques, qui se montrent ordinairement d'abord auprès de l'endroit où elles sont unies aux rhizomes. Bien souvent tout l'entourage de ce point de jonction est atteint. C'est alors que les anguillules ont passé des rhizomes dans les pommes de terre.

Pour les phénomènes morbides eux-mêmes, je commence par citer la description donnée par Kühn dans les termes suivants. „Im Beginn der Erkrankung zeigt die Oberfläche der Knolle sich nicht wesentlich verändert; es macht sich nur eine leichte Trübung des Farbenton des Schale bemerkbar, die allmählich deutlicher zur Bildung einer missfarbigen Stelle führt. Schneidet man an einer solchen die Knolle quer

durch, so sieht man in ähnlicher Weise wie bei der durch *Peronospora infestans* hervorgerufenen Krankheit, braune Flecke, aber von etwas abweichender Beschaffenheit. Sie verbreiten sich weniger tief in das Fleisch der Kartoffel, meistens nur 6, seltener schon bis 10, höchstens 13 m.M. Bei der Aufbewahrung der Knollen in Kellern und Mieten wird wahrscheinlich dieses Braunwerden auch tiefer in das Innere der Knolle dringen, aber zur Zeit der Ernte war dies bei den mir vorliegenden Knollen nicht der Fall. Schon hier liegt ein Unterschied im Vergleich mit der gewöhnlichen Kartoffelkrankheit, welche meistens alsbald tiefer nach innen dringt; daher vermisst man auch die bei letzterer durch das sich ausbreitende Pilzmycelium hervorgerufenen kleinern Fleckchen gebräunten Gewebes, die von der unmittelbar unter der Schale liegenden gleichmässiger braungefärbten Partie aus nach innen zu zerstreut vorkommen, und welche die Vorläufer der weiter vorandringenden Verderbniss sind. Einen ferner Unterschied bedingt der Umstand, dass bei der vorliegenden Krankheitsform die braunen Flecke meist in ihrer Mitte von lichterer, selbst weisslicher Färbung und von lockerer, krumiger Beschaffenheit sind. Treten solche Stellen zahlreicher auf, dann gehen sie in einander über, wobei das äussere Ansehen der Knolle wesentlich geändert wird. Die Oberfläche derselben nimmt eine schwärzlich graue Färbung an, zeigt sich unregelmässig wellig oder gefaltet, ist gegen den gesunden Teil der Knolle etwas eingesenkt und wird nicht selten rissig und furchig. Beim Querschnitt zeigen solche Stellen neben mehr oder weniger dunkelbraunen Gewebesteilen grössere weissliche Massen, die augenscheinlich aus Stärkemehlkörnern bestehen; nicht selten sind auch kleinere oder grössere und dann flache Hohlräume vorhanden. Im Allgemeinen macht die erkrankte Partie in diesem Stadium den Eindruck der sogenannten Trockenfäule. Besonders häufig findet sich die Erkrankung am Nabelende der Knollen und umfasst oft dasselbe ringsum, bei grösseren Knollen dann von der Spitze bis zu 5 c.M. und weiter vorandringend; es treten solche Flecke aber auch an andern Teilen der Knollen auf und bedecken zuweilen eine ganze Seite, namentlich bei mittelgrossen Knollen. Am Spitzende kommt diese Krankheit auch vor, aber weniger häufig. Nassfaule Stellen bemerkte ich nur ganz vereinzelt und in sehr beschränkter Ausdehnung; es dürften jedoch solche Knollen bei anhaltend feuchter Witterung oder bei ungünstiger Aufbewahrung den Fäulnisbakterien eine günstige Entwickelungsstätte bieten können."

Mes propres observations m'ont fait reconnaître aux tubercules malades des phénomènes tout analogues à ceux que décrit Kühn; seulement la pourriture humide était beaucoup plus fréquente chez les tubercules

qui me venaient de Groningue que chez les pommes de terre examinées par le professeur à Halle. La différence a peut-être son origine dans celle du degré d'humidité des terrains. Quelquefois, les petites taches malades, ayant un diamètre de deux millimètres à peine, se signalaient déjà par leur caractère mollassé qui faisait penser à de la mie, tandis que la couleur n'avait subi que peu de changement. Surtout vers le temps de la récolte, quand les pommes de terre ont atteint leur grosseur normale (autant qu'elles y arrivent) ces taches, qui ont alors environ un centimètre de diamètre et demeurent toujours assez superficielles, s'amollissent et renferment alors déjà une matière pâteuse et pour la plus grande partie d'un blanc sale. Surtout pendant l'hiver, dans les silos, les taches molles s'étendent de sorte que les taches qu'on trouve à la surface d'une même pomme de terre se confondent. La pourriture ne se borne pas toujours aux parties superficielles des tubercules mais elle s'étend aussi vers l'intérieur et, en ce cas, convertit toute la pomme de terre dans une masse putride, puante et mollassé. Pour l'ordinaire, cependant, ce ne sont que les couches extérieures de la pomme de terre qui se décomposent. Dans les cellules superficielles le protoplasma dépérît alors et prend le plus souvent une couleur brun clair, tandis que les grains d'amylum restent assez longtemps dans un état parfaitement normal.

Kühn a déjà observé que les *Tylenchus* décroissent en nombre et, parfois, manquent totalement dans les endroits décomposés des pommes de terre; ils se rendent alors dans les tissus sains avoisinants. Dans ces endroits fort malades, on voit alors paraître, secondairement, d'autres Nématodes, non parasites; j'y ai trouvé des espèces appartenant aux genres *Rhabditis*, *Cephalobus*, *Diplogaster* et *Dorylaimus*. Mais, si les endroits malades tournent en putréfaction humide, ces dernières anguillulides disparaissent aussi peu à peu. Dans un grand nombre de pommes de terre, totalement décomposées dans les silos pendant l'hiver, je n'ai pu trouver la moindre trace d'un être animé.

Par un temps humide et en des lieux humides, les pommes de terre assez gravement malades semblent le plus souvent passer en pourriture humide, ce qui fait périr les *Tylenchus*; donc, si les conditions citées se présentent, une épidémie de maladie vermiculaire chez les pommes de terre finit par exterminer les parasites mêmes qui l'ont fait naître.

Pour préserver la récolte de ce fléau, il faut qu'on songe à la probabilité que la propagation se fait par les tubercules qu'on plante. Personne, à la vérité, ne plantera des pommes de terre qui se trouvent gravement malades ou dans l'état de pourriture, soit sèche soit humide; mais bien facilement,

on croit sains, et on plante les tubercules qui ne portent que des taches malades presque imperceptibles. Au printemps les *Tylenchus* quittent les tubercules de semence pour les parties aériennes; après s'être multipliés, ils abandonnent les feuilles et les tiges et rentrent dans les parties caulinaires souterraines, particulièrement dans les rhizomes, et de là dans les tubercules, s'il s'en forme. Tant que les tubercules ne se décomposent pas pendant leur séjour sous terre, le sol reste intact. Les conditions peuvent donc être telles que la maladie continue à se propager dans une région, sans qu'il y ait aucune infection du sol. D'un autre côté, les essais d'infection manqués, dont j'ai rendu compte à la page 580, démontrent que les représentants de *Tylenchus devastatrix* qui se trouvent dans le sol, ne s'installent pas facilement dans les pommes de terre, bien entendu que leurs ancêtres ne se sont pas développés dans les pommes de terre mais dans le seigle. Et pourtant, en faisant mes essais, j'avais fait le possible pour faciliter aux *Tylenchus* l'emménagement dans les pommes de terre: j'avais coupé par le milieu quelques-uns de mes tubercules de semence.

Il s'ensuit donc que, généralement, la propagation du fléau se fait au moyen des tubercules de semence. Probablement, il en aura été ainsi lors de l'apparition de la maladie sur les champs d'essai à Halle.

Cependant, tout ce que je viens de citer ne déroge pas à la possibilité que, sous des conditions favorables, un Nématode comme *Tylenchus devastatrix*, ayant l'aptitude de passer, quoique parfois difficilement, dans des végétaux agricoles et des mauvaises herbes de très différentes espèces, puisse quitter le sol, qu'il habite, pour s'installer dans les pommes de terre; et que, en sens inverse, des tubercules de semence malades puissent infecter le sol (p.e. en mourant) et faire naître le danger que le seigle, l'avoine, le sarrasin, le trèfle, etc. soient atteints de „Stock”.

On évitera donc soigneusement d'importer des tubercules de semence habités par des anguillules; si l'on a eu, au contraire, le malheur de voir la maladie se propager dans une variété quelconque, on fera venir ses semences d'autre part, en choisissant des régions, où — autant qu'on sait — la maladie ne s'est pas encore montrée; car il est — ce me semble — absolument impossible d'empêcher que, parmi les tubercules de semence pour l'année suivante, il ne se mêle un seul qui soit atteint.

Que faire enfin des pommes de terre malades qu'on aura récoltées? On suivra l'avis de Kühn, revenant en somme aux points suivants. Triez d'abord les pommes de terre, qui souffrent visiblement de maladie vermiculaire, en même temps que celles qui sont atteintes de *Phytophthora infestans*; donnez-les à manger aux bêtes domestiques, après les

avoir fait bouillir à l'eau ou cuire à la vapeur. Ce procédé tue les parasites, et les pommes de terre ont encore une assez grande valeur nutritive car, au commencement, il n'y a que les couches superficielles qui soient attaquées de maladie, tandis que l'intérieur des pommes de terre n'a aucunement perdu. Si la quantité de pommes de terre atteintes de maladie vermiculaire est trop grande pour les faire consommer en peu de temps, on fera bien d'ensiler („einsäuern”) les pommes de terre cuites. Par l'ensilage des pommes de terre crues, les *Tylenchus* ne seraient pas tués; ils pourraient se trouver tout vivs dans les restes perdus du fourrage, être jetés sur le fumier et arriver enfin sur le champ. Voilà le seul danger qu'on court en nourrissant les animaux domestiques de matières où se trouvent des *Tylenchus* vivants. Des expériences, autrefois faites à se sujet par Kühn, ont démontré que les fonctions digestives des bêtes domestiques, nourries de paille de seigle habitée par *Tylenchus*, tuent les vermissoaux avalés tout vivs, les anguillules faites comme les larves et les oeufs. Ce qui touche l'anguillule du seigle regarde également l'anguillule de la pomme de terre, qui — on l'a vu — appartient à la même espèce. Ce n'est donc pas dans les excréments de nos animaux domestiques, mais dans les restes perdus, qu'on trouve dans les huches et ailleurs, que les *Tylenchus* arrivent au fumier. Et pour cette raison, il ne faut pas même donner aux bestiaux les pommes de terre, saines en apparence mais récoltées sur un champ où se rencontrent aussi des tubercules atteints de maladie vermiculaire, avant de les avoir fait bouillir ou cuire à la vapeur. „Bei Verwertung solcher Kartoffeln durch den Brennereibetrieb ist man der Zerstörung dieser Parasiten gleichfalls sicher, wogegen dies bei der Verwertung durch Stärkefabrikation nicht der Fall sein würde.” (Kühn).

Quoique mes essais, mentionnés à la page 580, démontrent que l'anguillule du seigle souffrant de „Stock” ne passe pas facilement dans les pommes de terre, il va sans dire que ce cas n'est pas impossible. Il est donc de la plus haute importance de bien observer les pommes de terre, cultivées dans les terrains où se rencontre le „Stock” chez le seigle, l'avoine, le sarrasin, le trèfle, etc.; dans ceux où règne la maladie dite „Kroef” chez les oignons et enfin dans les terrains des dunes, où l'on cultive des jacinthes, parfois souffrant de maladie annulaire; il se pourrait que les pommes de terre fussent atteintes de maladie vermiculaire et qu'on dût prendre de promptes mesures.

Il n'y a pas beaucoup à dire encore de la région sur laquelle s'est

distribuée la maladie vermiculaire des pommes de terre. En 1888, le premier bruit s'en fit entendre, à la fois à Halle et dans ces parties de l'est de la province de Groningue, où l'on cultive beaucoup de pommes de terre à l'usage des fabriques. Il est presque certain que dans la province de Groningue la maladie a régné déjà plus tôt (voir p. 578).

Les observations, que j'ai communiquées ci-dessus (voir p. 581) au sujet de l'extérieur des parties aériennes des plantes atteintes de maladie vermiculaire, me donnent lieu à croire que certains cas de „Kräuselkrankheit” doivent être classés avec la maladie vermiculaire.

Il se peut aussi qu'en certains cas de „Gale” des pommes de terre („Potato scab”; „Schorf”, „Räude”, „Krätze”, „Grind der Kartoffeln”) noms qui, évidemment, ne désignent pas toujours la même maladie, on ait affaire à la maladie vermiculaire¹⁾. Dans les dernières années le „Potato Scab” s'est propagé surtout en Amérique.

Dans quelques cas assez rares, des anguillulides ont été découvertes comme cause d'une maladie des tubercules de la pomme de terre. Geo F. Atkinson²⁾ à Auburn (Alabama), par exemple, décrit une maladie chez les pommes de terre, due à une espèce de *Heterodera* qui, très probablement, est *Heterodera radicicola* Greeff. Mais, dans son ouvrage, il donne en outre les figures de deux autres Nématodes anguilliformes, qu'il a appris à connaître comme la cause d'une autre maladie de pomme

¹⁾ Sur les causes de „Potato Scab”, je trouve les indications suivantes: 1°. Surcroît d'humidité à temps indu (e.a. Sorauer, „Pflanzenkrankheiten”, 2^{te} Aufl., I, p. 230 et Frank, „Krankheiten der Pflanzen,” p. 140); 2°. Injures extérieures e.a. par les mangeures des larves d'Elaterides et d'espèces de Myriapodes (*Julus*) et d'autres animalcules (voir e.a. „27th Annual Report of the Secretary of the State Board of Agriculture of Michigan,” 1888, p. 167); 3°. Une espèce de Myxomycète: *Spongopora Solani* (Brunchorst, „Ueber eine sehr verbreitete Krankheit der Kartoffelknollen,” dans „Bergen's Museums Aarsberetning, 1886”); 4°. Différentes espèces de champignons, qui ont été rencontrées dans des pommes de terre „galeuses.” Wallroth, „Der Knollenbrand der Kartoffel,” dans „Linnaea”, 1842, p. 332, nomme comme telle *Erysibe subterranea*, et Kühn, „Krankheiten der Kulturgewächse, p. 224: *Rhizoctonia Solani*; Roland Thaxter (Connecticut State Station) trouva un autre champignon, non décrit jusqu'ici, comme cause de „the deep form of potato scab; voir „Experiment Station Record, January 1891 p. 304). Enfin Henry L. Bolley pense, Sept. 1890, que le „Potato Scab” proprement dit est causé par une espèce de Bactérie. (Voir e.a. „Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten” de Sorauer. Tome I, p. 36.)

²⁾ „Science contributions from the Agricultural Experiment Station, Alabama Polytechnic Institute, Auburn”; Vol. I, N°. 1: „A preliminary Report upon the Life, History and Metamorphoses of a Root-gall Nematode”, by Geo. F. Atkinson.

de terre ¹). Comme il ne représente que les femelles des deux espèces nous ne pouvons savoir si le mâle a ou n'a pas une bourse, tandis que dans ses figures toutes les parties de l'intestin ne se distinguent pas clairement: nous ne pouvons donc pas décider, si les animalcules en question sont des *Tylenchus* ou des représentants du genre *Aphelenchus Bastian*, qui comporte aussi des Nématodes parasites de plante ²). Toutefois, je ne crois pas que l'une ou l'autre espèce soit *Tylenchus devastatrix*, car les deux Nématodes, représentés par Atkinson, s'en distinguent par une largeur relativement beaucoup plus grande et par toute leur structure. De nouvelles recherches ne sont pas superflues ³).

Lamson Scribner, botaniste de la Station agronomique à Knoxville, Tennessee ⁴), décrit une maladie, „*New disease of the Irish potato*”, qu'il attribue à l'influence d'un Nématode anguilliforme, dont il fournit l'image, toutefois sans faire ressortir d'autres organes que le stilet buccal. On ne peut donc pas décider si la figure représente une espèce de *Tylenchus* ou d'*Aphelenchus*, mais, à en juger par la largeur relative et par le fait que l'espèce de Scribner ne se rétrécit pas vers les extrémités du corps, il ne peut aucunement être question de *Tylenchus devastatrix*. Du reste, je dois dire qu'il y a des points de ressemblance entre la maladie des pommes de terre décrite par Scribner et celle qui fait le sujet de ce chapitre. Pour obtenir des résultats incontestables, il faudra de nouvelles recherches tant sur le mal „*Wurmfäule*,” décrit par Kühn et par moi-même, que sur la nouvelle maladie des pommes de terre, dont a traité Scribner et sur les différentes formes de la „*gale*” des pommes de terre („*potato scab*”).

¹) Voir l'ouvrage précité de M. Atkinson: Pl. VI, fig. 46 et 47.

²) Voir e.a. „*De bloemkoolziekte der aardbeien, veroorzaakt door Aphelenchus Fragariae nov. spec.*”, par Ritzema Bos; dans „*Maandblad voor Natuurwetenschappen*”, N°. 7, 1890.

³) Les rapports entre la longueur et la largeur du corps chez les espèces reproduites par Atkinson s'expriment respectivement par $\frac{2}{1}$ et $\frac{2}{1}$, tandis que, chez *Tylenchus devastatrix*, ce rapport varie entre $\frac{3}{1}$ et $\frac{5}{1}$, généralement entre $\frac{4}{1}$ et $\frac{4}{1}$. Chez des exemplaires exceptionnellement larges et sous la forte pression d'une lame de verre, ce rapport peut se réduire à $\frac{2}{1}$. (Voir mon ouvrage: „l'Anguillule de la Tige”, p. 187, 188). C'est pourquoi la largeur relativement plus grande, qu'on remarque dans les figures d'Atkinson, ne peut être le seul motif pour conclure que les espèces représentées ne sont pas *Tylenchus devastatrix*.

⁴) „*Bulletin of the Agricultural Experiment Station of the University of Tennessee*”, Vol. II. N°. 2, 1889. „*Diseases of the Irish potato*”, by Lamson Scribner, p. 37.