

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA BIOLOGIE DE L'OROBANCHE ET A SA DESTRUCTION (*)

En 1948 les champs d'expérience de la Station Centrale d'Essais de Semences et d'Amélioration des Plantes de grande culture de Maison-Carrée, relevant du Service de l'Expérimentation Agricole en Algérie étaient si fortement infestés par l'Orobanche spéciense (*Orobanche speciosa* D.C. = *O. crenata* Forskh) qu'il devenait nécessaire; ou d'envisager l'abandon de l'amélioration et de la culture des légumes secs à Maison-Carrée (avec toutes ses conséquences) ou de mettre rapidement au point une méthode de destruction du dangereux parasite.

M. le Professeur P. Laumont, Chef du Service, nous chargea dès ce moment d'étudier la biologie de l'Orobanche et de rechercher une méthode de lutte: simple et efficace, facilement applicable en grande culture.

La présente note résume les résultats de nos études et de nos recherches, poursuivies depuis 3 ans, tant à notre Laboratoire que dans les champs d'Essais de la Station Centrale de Maison-Carrée (en liaison avec notre collègue M. Chevassus, Chef de la Section des légumes secs).

10) — Intérêt général de la lutte contre les Orobanchées.

Un grand nombre de pays, parmi lesquels nous devons citer l'Allemagne, la Suisse, la Belgique, la Hollande, l'Italie, l'Espagne et la Russie paient chaque année un lourd tribut aux dégâts des Orobanches (1).

Peu répandues dans les régions septentrionales les Orobanches constituent souvent un véritable fléau pour les cultures méridionales de légumineuses en France (2). Treize espèces de *Phelipaea* et vingt espèces d'Orobanche, parasites des plantes les plus diverses et le plus fréquemment des légumineuses sont connues en Afrique du Nord (3).

(1) M. Sellensperger. — Journal d'Agriculture pratique du 29 Septembre 1904, N° 399 — Paris.

(2) Revue Agricole de l'Afrique du Nord — 1913, page 117.

(3) Flore de l'Algérie — Battandier et Trabut — Alger 1888-1890.

(*) Mémoire remis le 7 Novembre 1951, ayant obtenu un Grand Prix d'Honneur de la Chambre d'Agriculture d'Alger en 1951.

Le Professeur *Bavaf* signale dès 1905 que l'École Coloniale d'Agriculture de Tunis dut renoncer à la production des fèves tant fut parfois importante l'attaque de cette légumineuse par l'Orobanche (4).

M. Ch. Chabrolin fit par la suite, en Tunisie, une importante étude de la germination des graines du parasite (5).

L'Orobanche est signalée au Maroc, où dans la banlieue de Fès et dans le Saïs son extension s'est révélée véritablement inquiétante (6). En Algérie *L. Ducellier* indique la présence des Orobanches dans la Mitidja, la région Oranaise, le Sahel d'Alger, le plateau de Maison-Carrée, où l'on estime dans certaines localités que 60% des terres sont devenues impropres à la culture des pois et des fèves, par suite des dommages causés par ces parasites (7), dommages pouvant aller dans le cas de la production de grains secs, jusqu'à la destruction totale ou presque des récoltes.

Pratiquement les Orobanchées sont surtout répandues et dangereuses en Algérie dans les régions littorales à vocation maraîchère. Les deux plus communes sont :

- la Phélipée rameuse (*Phelipaea ramosa* var. *Muteli* Reut.),
- l'Orobanche spécieuse (*Orobanche speciosa* D.C.) qui contrairement à la précédente ne se développe le plus souvent que sur les plantes cultivées et peut être considérée comme l'espèce la plus dangereuse dans nos trois départements.

Ce rapide exposé montre l'importance de l'aire de développement des Orobanchées, celle des dégâts qu'elles causent et corrélativement l'intérêt scientifique et pratique de la lutte contre ces parasites.

II°) — **Plantes cultivées les plus attaquées par l'Orobanche spécieuse en Algérie.**

L. Ducellier cite les fèves, les pois, les lentilles, les gesses, les vesces, les pois de senteur et plus rarement les pélargonium et les capucines (8).

Au cours des 3 dernières campagnes, nous avons constaté que l'Orobanche spécieuse :

- a) se développait abondamment sur les pois, les fèves, les lentilles et les vesces (plus particulièrement sur les vesces de Cerdagne),
- b) était moins fréquemment rencontrée sur les gesses,
- c) attaquait rarement les lupins et les pois chiches,

(4) Journal d'Agriculture pratique, 1905, vol. 1, page 11.

(5) Annales du Service Botanique de Tunisie — 1939, page 91.

(6) La Terre Marocaine — Ch. Bleton — Janvier 1943, page 4.

(7) Revue Agricole de l'Afrique du Nord — 1923, page 344.

(8) Revue Agricole de l'Afrique du Nord — 1923, page 344.

d) n'avait pas été signalée sur les sojas, la luzerne et le tréfle d'Alexandrie.

En dehors des légumineuses nous avons pu observer le développement de quelques pieds d'Orobanche dans les cultures de carottes et de capucines.

110) — La graine d'Orobanche.

Le plus souvent de couleur brun foncé, parfois brun clair, la graine d'Orobanche spéciéuse est extrêmement petite, sa longueur variant de $\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{2}$ millimètre. Mille graines d'Orobanche pèsent de 3 à 3,5 milligrammes ; dans un gramme il y en a de 300 à 350.000.

Généralement piriforme, la graine d'Orobanche peut être également ellipsoïdale ou sphérique.

Le micropyle est placé à l'extrémité la plus étroite de la semence. La région funiculaire est bien différenciée (Fig. 1, gr. 100 environ).

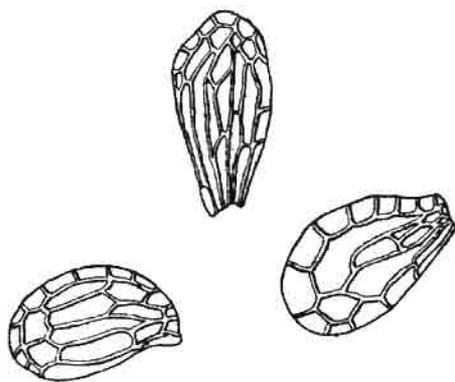


fig.1

La graine est constituée par :

- un épiderme
- un légument interne
- une amande (embryon et albumen).

1°) — EPIDERME.

Il est formé d'un assemblage de pièces généralement plus longues que larges, dont les bords sont saillies.

Ces pièces ainsi que leurs bords sont constituées par des cellules perforées de petits pores de forme circulaire.

On met ces cellules en évidence en traitant la préparation par l'hypochlorite de sodium et en lavant ensuite à l'eau distillée (fig. 2, gr. 400 environ).

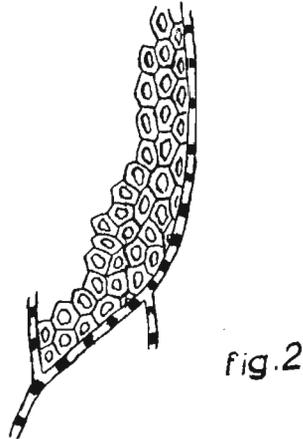


fig.2

2°) — TEGUMENT INTERNE :

On sépare le tégument interne de l'épiderme de la graine en faisant tremper celle-ci pendant 24 heures dans une solution de potasse à 10%.

Il est formé d'un assemblage de petites pièces plus régulières que celles de l'épiderme. L'amande enveloppée dans le tégument interne présente deux pôles, l'un situé dans la région micropylaire, l'autre situé à l'extrémité opposée de la semence (fig. 3, gr. 100 environ).

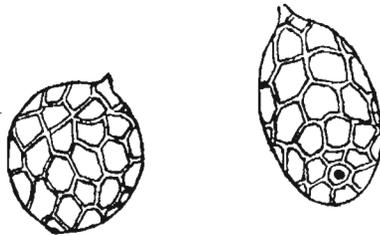


fig.3

3°) — AMANDE :

L'amande adhère intimement au tégument interne qui l'enserme. La section longitudinale, la plupart du temps elliptique, est parfois presque circulaire. La section transversale est circulaire.

L'amande mesure environ $1/4$ de millimètre dans son plus grand axe, elle comporte un embryon et un albumen.

On met l'embryon en évidence sous l'appareil binoculaire en traitant l'ovande (décortiquée de son épiderme) par l'hypochlorite de sodium et en lavant ensuite à l'eau distillée, la réfringence de l'embryon différant de celle de l'albumen (fig. 4. gr. 100 environ).



Comme l'a décrit *Van Tieghem* (9) l'embryon paraît s'arrêter à une phase précoce de son développement et demeure formé d'un simple corpuscule fusiforme n'offrant aucune différenciation intérieure entre ses cellules, ni aucune division extérieure en radicule, tigelle et cotylédons.

IV^o) — Conditions dans lesquelles se produit la germination de la graine d'Orobanche.

Les conditions de germination suivantes ont été réalisées :

1^o) — germination des graines d'Orobanche sur papier buvard humide, à la température du laboratoire. L'essai de germination a été poursuivi pendant 5 mois. Aucune graine d'Orobanche n'a germé, au terme de l'essai les graines d'Orobanche étaient dans le même état que lors de la mise en germination.

2^o) — germination des graines d'Orobanche maintenues pendant 10 jours sur papier buvard humide, à la température du laboratoire, les graines étant ensuite arrosées d'une solution d'extrait radiculaire (10) préparé comme suit :

— 5 grammes de racicules broyées au mortier en présence de 100 cc d'eau,

le tout porté à ébullition pendant cinq minutes dans un ballon et filtré à chaud.

Les racicules utilisées furent celles des plantes suivantes :

Astragalus hamosus L.

Pisum sativum L.

Linum usitatissimum L.

(9) Traité de Botanique par Ph. Van Tieghem — 1891, page 914.

(10) Méthode employée par *Gleesetz, Zavgorodny et Bartainsky* et mise au point par *Ch. Chabrolin* — Annales du Service de Botanique de Tunisie, 1939, page 115.

Les graines d'Orobanche *commencèrent à germer* :

- 5 jours après l'application de la solution d'astragale,
- 12 jours après l'application de la solution de lin,
- 17 jours après l'application de la solution de pois.

3°) — germination des graines d'Orobanche sur papier buvard humide, à la température du laboratoire en présence de radicules de :

Pisum sativum L.

Linum usitatissimum L.

Les semences de pois et de lin étant en germination furent saupoudrées de graines d'Orobanche.

Les graines d'Orobanche *commencèrent à germer* au bout de :

- 12 jours dans les germoirs de pois et de lin.

Les graines d'Orobanche germèrent sur papier buvard humide, même celles qui n'étaient pas au contact des radicules et de leurs poils absorbants, mais s'en trouvaient seulement à proximité.

4°) — germination des graines d'Orobanche en sable humide, à la température du laboratoire, en présence de radicules de lin.

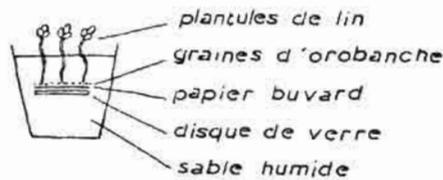


fig. 5

Comme le montre le schéma (voir fig. 5) on dispose à l'intérieur d'un pot de sable une lame de verre portant un disque de papier buvard saupoudré de graines d'Orobanche. Les graines de lin furent mises à germer au dessus des graines d'Orobanche ; les radicules de lin en se développant s'étalèrent sur la plaque de verre et se maintinrent au contact ou à proximité des graines d'Orobanche. De très beaux germes d'Orobanche furent observés au bout de 26 jours.

Ces quatre essais de germination réalisés au laboratoire confirment que :

a) — Les graines d'Orobanche abandonnées à elles-mêmes sont incapables de germer, même quand elles sont placées dans les meilleures conditions d'humidité et de température.

b) — Tout se passe comme si un principe existant dans les radicules de l'Astragale, du pois et du lin, principe contenu dans les solutions d'extrait radiculaire, ou diffusant à partir des radicules était indispensable à la germination des graines d'Orobanche.

Ce principe ayant déclenché la germination, celle-ci se poursuit au laboratoire pendant une quinzaine de jours, et l'on peut estimer qu'au bout de ce temps la grande majorité des graines d'Orobanche susceptibles de sortir de leur vie latente a germé.

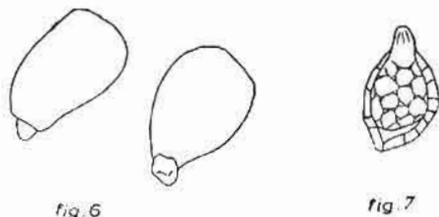
Cet'écart d'une quinzaine de jours explique les différences de développement observées chez les Orobanches aux divers stades de leur évolution sur la plante hôte.

Les germes d'Orobanche obtenus au laboratoire sur papier germoir humide, sont toutefois moins vigoureux que les germes obtenus en utilisant le sable humide comme support. Ceci peut être expliqué par la parfaite répartition d'une humidité optimale à l'intérieur des pots de sable.

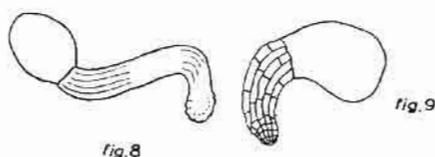
Nous avons obtenu par ce dernier procédé de très belles germinations d'Orobanche sur *Vicia narbonensis* L. et *Faba vulgaris* Moench.

V^o) — Le Germe d'Orobanche.

Le germe apparaît au niveau du micropyle (fig. 6 et 7) et prend son développement normal en quelques jours.



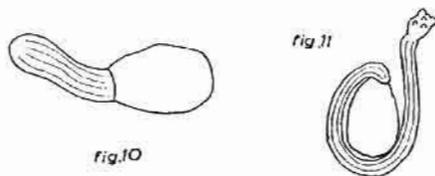
Souvent recourbé (fig. 8) le germe est recouvert de cellules épidermiques rectangulaires orientées dans le sens de la longueur et disposées en files, les unes à la suite des autres (fig. 9).



Les bords des cellules font légèrement saillie. Elles deviennent beaucoup plus petites à l'extrémité du germe.

La longueur du germe complètement développé est très variable, elle peut varier entre 1/3 de millimètre et 3 millimètres.

Parfois, très peu recourbé (fig. 10) le germe peut d'autre fois présenter une courbure très marquée et même s'enrouler complètement autour de la graine (fig. 11).



L'extrémité du germe souvent lisse et sans aspérité (fig. 12) peut présenter des bourgeonnements parfois très marqués (fig. 13 - 14 - 15).

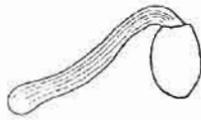


fig.12



fig.13



fig.14



fig.15

La vitalité des germes d'Orobanche sur papier buvard humide, à la température du laboratoire, en l'absence de plante hôte peut se conserver au maximum pendant deux mois.

Au cours de cette période, la graine est entièrement vidée de ses réserves par le germe.

VI^o) — Fixation du germe sur la plante hôte.

Conservé sur papier buvard humide, à la température du laboratoire, le germe d'Orobanche végète pendant cinq semaines environ, avant de commencer à se fixer sur une racine de la plante hôte, à proximité de laquelle il s'est formé.

Au moment de la fixation, on observe une accumulation des réserves à l'extrémité du germe qui apparaît opaque à l'appareil binoculaire tandis que la région micropylaire devient transparente (fig. 16).

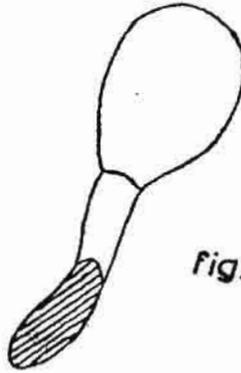


Fig.16

Peu à peu le germe se dessèche, sauf à son extrémité où se forment les bourgeons dans lesquels se concentre toute sa vitalité (fig. 17-18-19-20 — Photo 1).

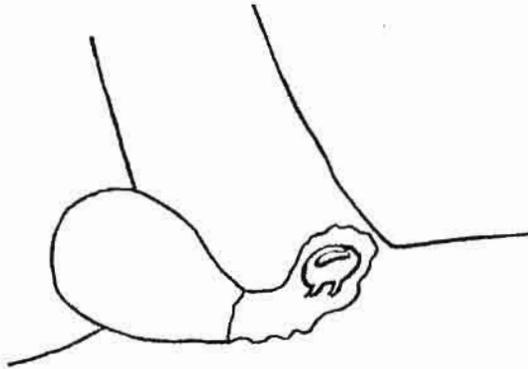


fig.17

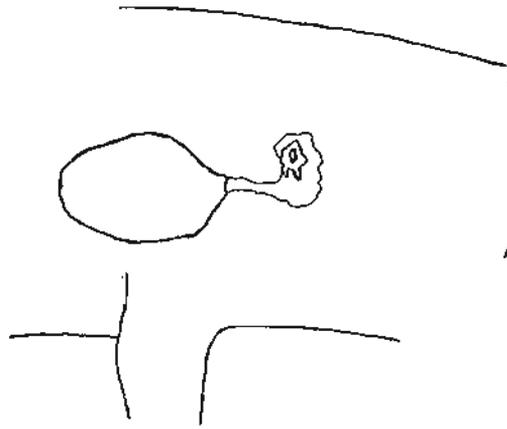


fig.18

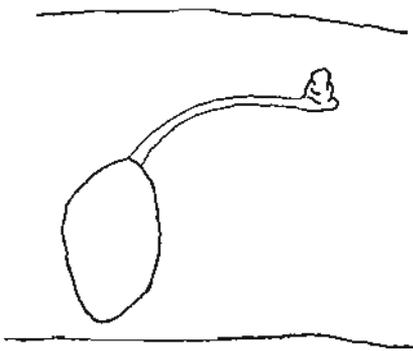


fig.19

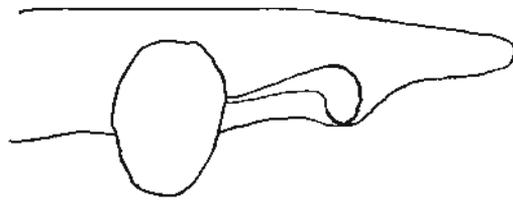
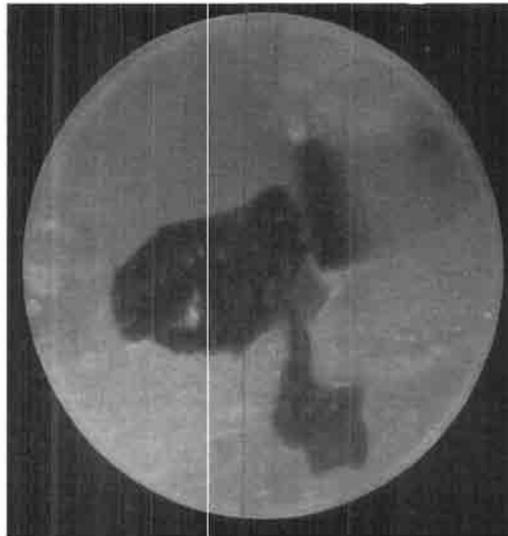


fig.20



(Photo 1)

Photo 1), ces bourgeons adhèrent à la racine de la plante hôte bien souvent enrobés avec elle dans un gel.

VII^o — Evolution de l'Orobanche sur la plante hôte après fixation.

Ayant réalisé des ensemencements de graines d'Orobanche en pots de sable humide suivant la technique que nous avons déjà exposée, et ayant utilisé comme plantes hôtes : les Pois, les Vesces de Narbonne et les Fèves; nous avons suivi l'évolution complète de l'Orobanche et les différents stades de son parasitisme depuis sa fixation sur la plante hôte, jusqu'à la formation de jeunes tiges atteignant 10 centimètres de hauteur.

Pour assurer aux plantes hôtes une végétation normale, en pots de sable, nous les avons arrosées à intervalles réguliers, à l'aide d'une solution nutritive préparée suivant les indications du Laboratoire d'Agrologie de l'E.N.A.A. (1) et suivant la formule ci-dessous :

— solution N^o 1 :

P:0.4 H.2 K.	2.1 g. 0/00
N.0.3 Na	3.4 g. 0/00
S.0.4 Mg	5.4 g. 0/00

— solution N^o 2 :

Cl 2. Ca	1.7 g. 0/00
----------	-------------

— solution N^o 3 :

acide borique	1.7 g. 0/00
S.O.4 Mn	1.7 g. 0/00
S.O.4 Zn	1.7 g. 0/00
S.O.4 Cu	0.2 g. 0/00

— solution N^o 4 :

Cl 3 F 2	1.7 g. 0/00
----------	-------------

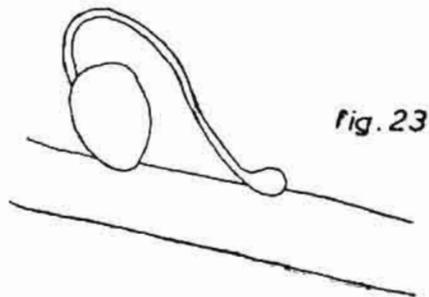
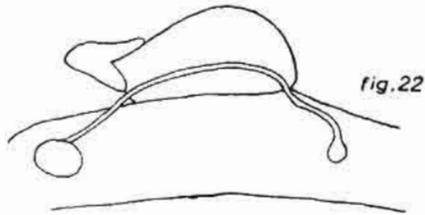
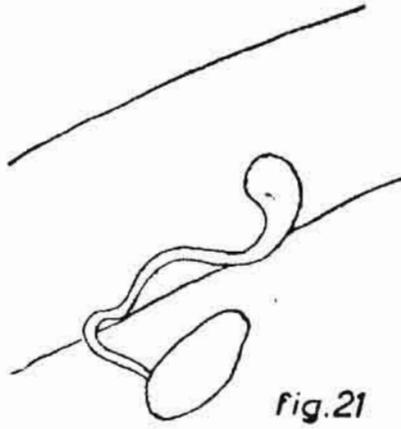
— SOLUTION NUTRITIVE FINALE :

a) — solution N ^o 1	2 litres
b) — eau distillée	15 litres
c) — solution N ^o 2	500 cm ³
d) — solution N ^o 3	5 cm ³
e) — solution N ^o 4	1 cm ³
f) — eau distillée	compléter à 20 litres

A) — Sur un pied de Vesce de Narbonne parasité par l'Orobanche, 47 jours après le semis nous avons observé :

(1) — Nous remercions bien vivement M.M. Roseau et Bricheau du Laboratoire d'Agrologie de l'E.N.A.A. de l'aide précieuse qu'ils ont bien voulu, en la circonstance, nous apporter.

1°) — des germes d'Orobanche fixés depuis peu sur la plante hôte, le tégument de la graine existait encore, le germe était filiforme et terminé par un *renflement* qui adhéraient intimement à la plante parasitée (fig. 21-22-23).



2°) — Des germes d'Orobanche fixés un peu plus tôt que les précédents sur la plante hôte, le tégument de la graine existait encore, le parasite se présentait sous la forme d'une *masse de consistance gélatineuse* adhérant fortement à la plante parasitée (fig. 24).

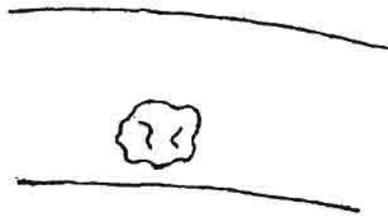
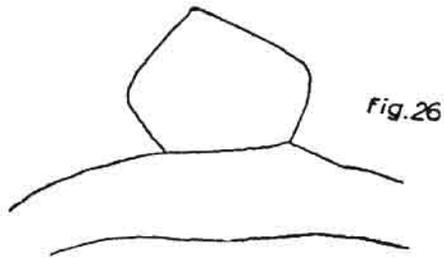


fig. 24

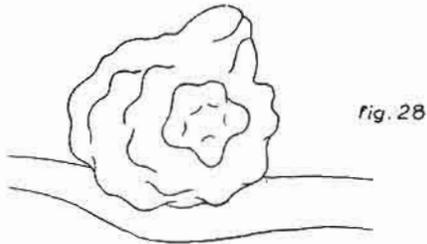
3°) — des germes d'Orobanche chez lesquels le *tégument de la graine avait disparu*, se présentant sous la forme de masses gélatineuses, faisant corps avec la plante parasitée (fig. 25-26-27).



fig. 25



B) — Sur un pied de pois parasité, 57 jours après le semis, nous avons remarqué la présence de masses gélatineuses abondamment manclonnées fortement fixées sur les racines de pois (fig. 28).



C) — Sur un pied de vesce de Narbonne parasité, 69 jours après le semis nous avons observé :

1°) — des masses gélatineuses mamelonnées comme dans le cas précédent (fig. 29).



2°) des masses gélatineuses mamelonnées dont certains mamelons avaient donné naissance à des appendices plus ou moins développés hérissant la masse du parasite (fig. 30).

D) — Sur un pied de vesce de Narbonne parasité, 59 jours après le semis, nous avons remarqué la présence :

1°) — d'un *bourgeon terminal* qui donnera naissance à la jeune tige d'Orobanche.

2°) — de nombreuses *pseudo-racines* provenant du développement des appendices mamelonnaires observés précédemment (fig. 31-32).

fig.31

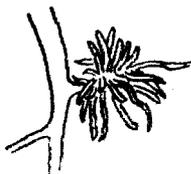
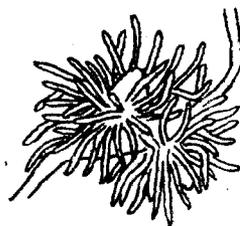
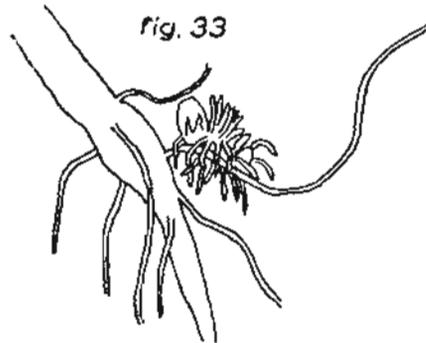


fig.32

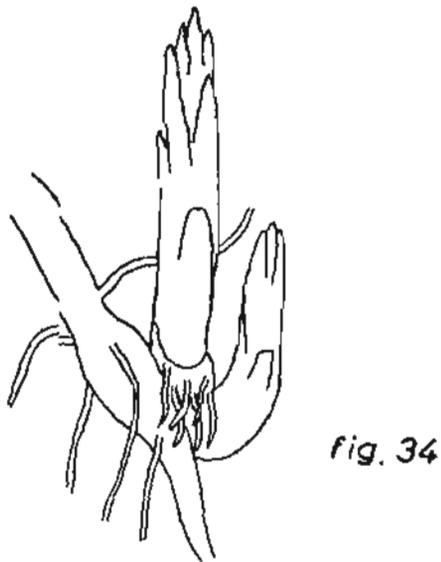


E) — Sur un pied de Fève parasité, 82 jours après le semis nous avons observé la formation de deux *bourgeons terminaux* et de *pseudo-racines bien développées*.

Les deux bourgeons terminaux ayant pour origine la germination de deux graines d'Orobanche voisines sur une racine de la Fève (fig. 33).



F) — 95 jours après le semis ces bourgeons ont donné naissance à deux jeunes tiges écailleuses d'Orobanche (fig. 34).



G) — 105 jours après le semis ces tiges écailleuses étaient en plein développement et atteignaient une dizaine de centimètres de hauteur (fig. 35).



fig. 35

11) — L'Orobanche adulte présente une tige robuste atteignant jusqu'à 1 m. 20 de hauteur.

La tige est simple, jaune rougeâtre ou violacée, écailleuse, terminée par un long épi assez lâche mesurant parfois 80 centimètres de longueur. Cet épi présente jusqu'à 150 fleurs blanches (parfois striées de violet) ou jaunâtres.

Les fruits sont des capsules recouvertes par les corolles bientôt desséchées.

Les capsules renferment des graines minuscules, dont le nombre peut être évalué à 1.200.000 par plante. D'après *L. Ducellier* ces graines seraient susceptibles de conserver leur faculté germinative pendant de longues années, 10 ans et même davantage.

VIII^o — Action de l'Orobanche sur la végétation de la plante hôte.

Pendant la croissance d'un pied de pois parasité rien d'anormal ne se produit dans la végétation jusqu'à la floraison de la plante hôte.

Mais par la suite beaucoup de fleurs ne nouent pas, les fruits ne grossissent plus et se dessèchent. De nombreuses plantes sont dépourvues de gousses. Dès le début de la maturité les Orobanches sortent en grand nombre au pied de la légumineuse. Le développement du parasite qui jusque là était très lent, devient alors très rapide.

Il n'est pas rare de compter une quinzaine d'Orobanches et même davantage par pied de pois.

Lorsque la culture est faite en vue de la production du grain sec, les dégâts sont parfois très importants au point de l'interdire dans les endroits très infestés par le parasite.

IX^o — Développement de l'Orobanche sur la plante hôte dans les conditions de la grande culture.

Les semis de pois en grande culture se font à Maison-Carrée vers le 15 Novembre. A quelle époque de l'année les semences d'Orobanche sont-elles capables de germer dans un terrain portant une culture de pois ?

Comment se produit l'évolution du parasite dans les conditions de la grande culture en plein champ ?

Nous avons réalisé les essais suivants pour répondre à ces questions.

1^o) — ORGANISATION DES ESSAIS.

31 pots de sable furent préparés suivant la méthode que nous avons décrite en vue de la germination des graines d'Orobanche en sable humide (voir schéma fig. 36).

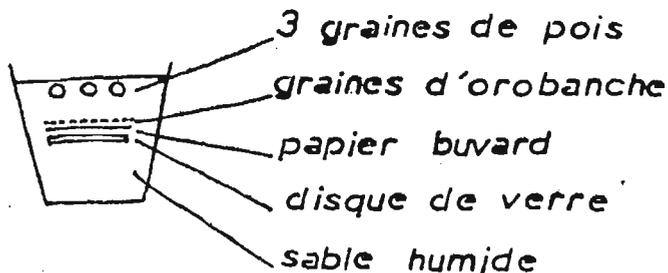


fig. 36

Trois graines de pois furent mises à germer au dessus des graines d'Orobanche.

- Ces pots furent enterrés dans un champ (la surface du sable du pot étant au même niveau que celle de la terre du champ) le 18 Novembre, jour où les pois étaient semés en grande culture dans les champs d'essais.
- La levée générale des pois en pots de sable et en pleine terre se fit après 12 jours (30 Novembre).
- Les pois en pot de sable furent arrosés à intervalles réguliers à l'aide de la solution nutritive dont nous avons déjà indiqué la composition.

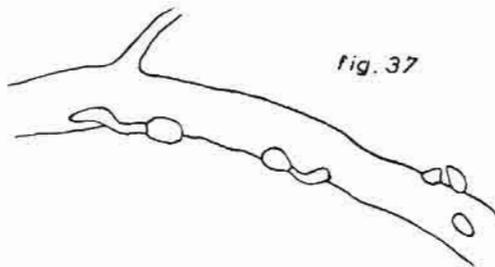
2°) — GERMINATION DES GRAINES D'OROBANCHE — EVOLUTION DU PARASITE.

Les pois furent examinés à différentes époques après les semis :

a) Après 33 jours on trouvait sur les racines de pois :

- des semences d'Orobanche non germées,
- des semences d'Orobanche en germination,
- des Orobanches au stade de fixation,

(fig. 37).



b. Après 48 jours on notait un grand nombre de fixations (fig. 38).

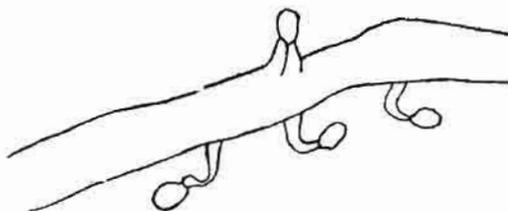


fig. 38

c) Après 57 jours le parasite fixé arrivait au stade « masse gélatineuse » adhérent fortement à la plante hôte. Le tégument des semences d'Orobanche tantôt subsistait encore, tantôt avait disparu (fig. 39).

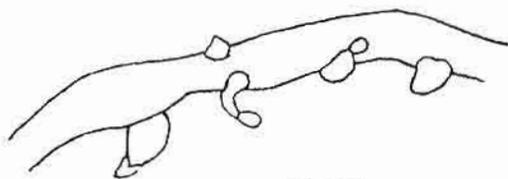
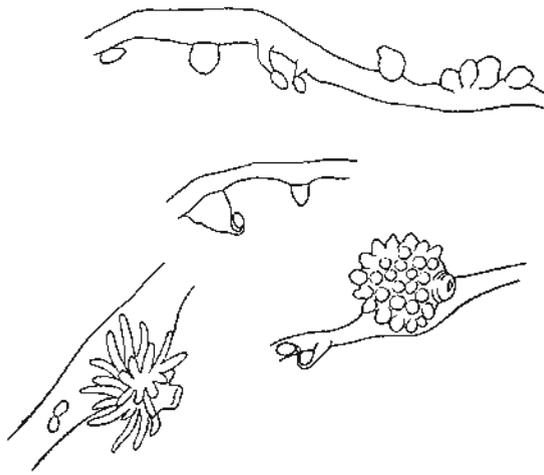


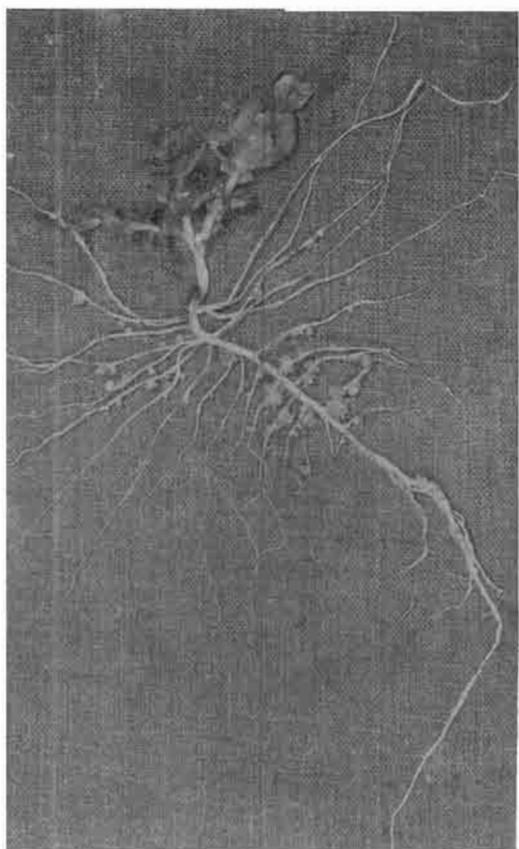
fig. 39

d) Après 66 jours on trouvait des Orobanches aux stades suivants :

- germination,
- fixation des germes,
- « masse gélatineuse »,
- « masse gélatineuse mamelonnée »,
- développement de pseudo-racines et du bourgeon terminal (fig. 40), (photos II, III).

fig. 40





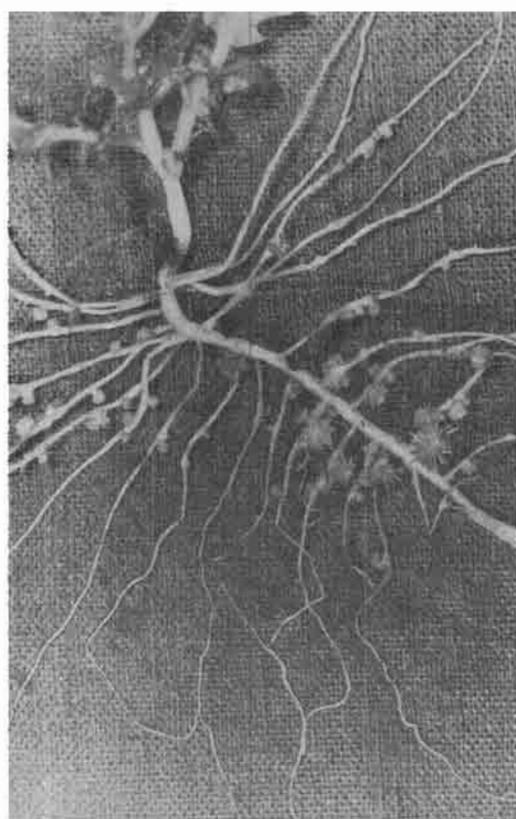


PHOTO III

- e) Après 81 jours les racines de pois étaient très parasitées; on trouvait tous les stades de développement de l'Orobanche depuis la germination de la graine jusqu'à la formation de pseudo-racines et de bourgeons terminaux bien développés.

Les feuilles du pois jaunissaient, la plante dépérissait (fig. 41).

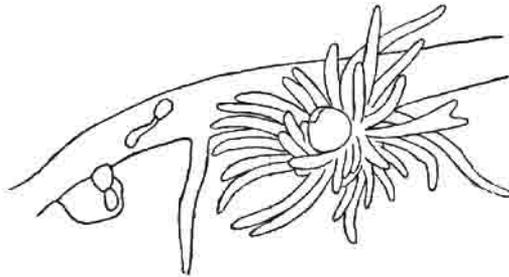
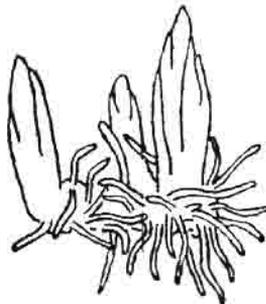


fig. 41

- f) Après 118 jours on notait la formation de jeunes liges écailleuses d'Orobanche (fig. 42).

fig. 42



g) Après 153 jours les tiges écailleuses de l'Orobanche atteignaient environ 10 centimètres de hauteur (fig. 43).



fig. 43

h) En pleine terre, dans les conditions normales de la culture, le développement de l'Orobanche était identique à celui du parasite en pots de sable. C'est ainsi qu'au bout de 85 jours déterrants des pois cultivés en plein champ à côté des pots de sable, et après ensemencement préalable d'Orobanche, nous avons trouvé le parasite aux stades suivants :

- « masse gélatineuse mamelonnée »,
- formation de pseudo-racines et de bourgeons terminaux (fig. 44).

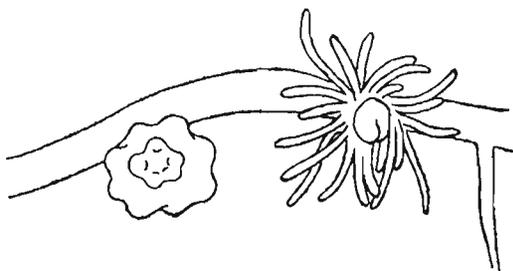


Fig. 44

i) Semant des pois en grande culture à la mi-novembre dans un terrain infesté de graines d'Orobanche, la germination de celles-ci est très rapide et se fait 10 jours environ après les semis. Le parasitisme proprement dit, effectif dès le moment de la fixation du parasite sur la plante hôte commence environ 4 à 5 semaines après les semis.

Le parasite évolue rapidement, l'Orobanche passe par les stades successifs que nous avons décrits et entraîne le dépérissement du pois dans les 100 jours qui suivent l'époque des semailles.

Xo) — Essais de destruction de l'Orobanche spéculaire.

La présence d'un embryon droit non différencié et l'absence de chlorophylle permettait déjà à Van Tieghem en 1891 de considérer les Orobanchées comme des plantes peu perfectionnées.

En fait, comme les végétaux inférieurs, ce sont des plantes essentiellement parasites.

Pour les détruire nous avons orienté nos recherches vers l'emploi de certains produits anticryptogamiques comme :

- le soufre,
- les sels de cuivre,
- les produits organiques renfermant des désinfectants recommandables,
- les produits à base de dérivés de la quinoléine,
- les produits formolés,
- les produits à base de dérivés organo-mercuriques.

a) *Produits employés.*

Nous avons employé :

- le soufre,
- le chlorure cuivrique,
- l'oxychlorure de cuivre,
- le « chloroblé » (hexachlorobenzène et soufre),
- le « quino-blé » (sulfate neutre d'ortho-oxyquinoléine),
- le trioxyméthylène,
- le « Soprasan » (silicate de méthoxyéthylmercure).

b) *Mode opératoire.*

Douze séries de 5 pots de sable humide furent préparées suivant la technique que nous avons déjà décrite.

Chaque série contenait par pot :

Série I	— Pois (Témoin)	
Série II	— Pois + 5 mg	de graines d'Orobanche
Série III	— Pois + 5 mg	Oro. + 500 mg soufre
Série IV	— Pois + 5 mg	Oro. + 1000 mg soufre
Série V	— Pois + 5 mg	Oro. + 2000 mg soufre
Série VI	— Pois + 90 mg	Oro. + 500 mg soufre
Série VII	— Pois + 90 mg	Oro. + 500 mg chlorure cuivrique
Série VIII	— Pois + 90 mg	Oro. + 500 mg oxychlorure de cuivre
Série IX	— Pois + 90 mg	Oro. + 500 mg « Chloroblé »
Série X	— Pois + 90 mg	Oro. + 350 mg « Quino-blé »
Série XI	— Pois + 90 mg	Oro. + 500 mg Trioxyméthylène
Série XII	— Pois + 90 mg	Oro. + 500 mg « Soprasan »

Comme nous l'avons fait dans les essais précédents les pois furent arrosés à intervalles réguliers à l'aide de la solution nutritive dont nous avons déjà indiqué la composition.

c) *Résultats obtenus.*

Série I	— Belle végétation des pois	
Série II	— Parasitisme total	} (Soufre)
Série III	— Parasitisme total	
Série IV	— Parasitisme total	
Série V	— Parasitisme total	
Série VI	— Parasitisme total	

- Série VII — Parasitisme total (Chlorure cuivrique)
 Série VIII — Parasitisme total (Oxychlorure de cuivre)
 Série IX — Parasitisme total (« Chloroblé »)
 Série X — Parasitisme total (« Quino-blé »)
 Série XI — Destruction de l'Orobanche et des pois (Trioxyméthylène)
 Série XII — Pas de fixation de l'Orobanche sur les racines des pois qui brunissent. Formation de gousses contenant des graines bien conformées et possédant une bonne faculté germinative. (« Soprasan »)

Le « Soprasan » tout en permettant la végétation normale des Pois a permis au laboratoire dans les conditions de l'essai d'enrayer le parasitisme de l'Orobanche.

XI) — A quelle dose employer le « Soprasan » ?

a) Mode opératoire :

Neuf séries de 5 pots de sable contenant des graines d'Orobanche et du « Soprasan » (SOP) aux doses croissantes suivantes furent préparées.

- Série I — Pois + 90 mg Oro. (Témoin)
 Série II — Pois + 90 mg Oro. + 10 mg SOP
 Série III — Pois + 90 mg Oro. + 25 mg SOP
 Série IV — Pois + 90 mg Oro. + 50 mg SOP
 Série V — Pois + 90 mg Oro. + 100 mg SOP
 Série VI — Pois + 90 mg Oro. + 200 mg SOP
 Série VII — Pois + 90 mg Oro. + 300 mg SOP
 Série VIII — Pois + 90 mg Oro. + 400 mg SOP
 Série IX — Pois + 90 mg Oro. + 500 mg SOP

Les pois furent arrosés régulièrement à l'aide de la solution nutritive.

b) Résultats obtenus (47 jours après les semis).

- Série I — (Témoin) : Parasitisme total
 Série II — (10 mg SOP) : Parasitisme total
 Série III — (25 mg SOP) : Sur 13 pieds (9 parasités — 4 non parasités)
 Série IV — (50 mg SOP) : Sur 9 pieds (8 parasités — 1 portant une seule Oro.)
 Série V — (100 mg SOP) : Sur 14 pieds (3 parasités — 4 portant 1 Oro. — 7 non parasités)
 Série VI — (200 mg SOP) : Sur 9 pieds (1 portant 3 Oro. — 8 non parasités)
 Série VII — (300 mg SOP) : Sur 11 pieds (11 non parasités)
 Série VIII — (400 mg SOP) : Sur 10 pieds (10 non parasités)
 Série IX — (500 mg SOP) : Sur 10 pieds (10 non parasités)

Plus les doses de « Soprasan » sont élevées plus les racines de pois brunissent en particulier dans la région du collet.

Au début de la végétation, les pois paraissent plus vigoureux lorsque l'on passe successivement de la série IX à la série I; les plantes fortement traitées paraissent plus chétives.

Par la suite le phénomène inverse se produit, les plantes fortement traitées présentent une belle végétation, tandis que les plantes faiblement traitées et non traitées, parasitées par l'Orobanche dépérissent.

Au laboratoire dans les conditions de nos essais *la dose d'efficacité absolue minima du « Soprasan » est de 300 mg pour 90 mg de graines d'Orobanche* répandues sur une surface de 80 centimètres carrés environ.

XII^o) — Recherche des conditions naturelles de la répartition de l'Orobanche.

Si concluants que puissent paraître les résultats de ces premiers essais, il nous faut reconnaître en toute objectivité qu'ils ont été réalisés dans des conditions bien particulières.

Les graines d'Orobanche furent intimement mélangées au « Soprasan » sur une surface bien délimitée et les racines de pois furent amenées à s'étaler au milieu des graines d'Orobanche noyées dans le « Soprasan », le tout reposant sur un papier buvard supporté lui-même par une plaque de verre.

Dans les conditions naturelles, les graines d'Orobanche sont réparties non sur une surface bien définie, mais dans l'ensemble de la masse du substratum à l'intérieur duquel se développeront les racines de pois.

Rapprochons-nous des conditions naturelles et dans des pots identiques à ceux qui nous ont servi pour les essais précédents, mélangeons intimement :

du sable fin

des graines d'Orobanche

du « Soprasan »

de manière à obtenir un substratum parfaitement homogène quant à sa teneur en graines d'Orobanche et en « Soprasan ».

a) *Mode opératoire :*

Constituons 15 séries de cinq pots qui contiendront chacun :

- Série I 2 kg sable, sans Oro. ni «SOP» (Témoin)
- Série II 2 kg sable, sans Oro. ni «SOP» (Témoin)
- Série III 2 kg sable + 90 mg Oro.
- Série IV 2 kg sable + 90 mg Oro.
- Série V 2 kg sable + 90 mg Oro. + 200 mg SOP
- Série VI 2 kg sable + 90 mg Oro. + 300 mg SOP
- Série VII 2 kg sable + 90 mg Oro. + 400 mg SOP
- Série VIII 2 kg sable + 90 mg Oro. + 500 mg SOP
- Série IX 2 kg sable + 90 mg Oro. + 600 mg SOP
- Série X 2 kg sable + 90 mg Oro. + 700 mg SOP
- Série XI 2 kg sable + 90 mg Oro. + 800 mg SOP
- Série XII 2 kg sable + 90 mg Oro. + 900 mg SOP
- Série XIII 2 kg sable + 90 mg Oro. + 1000 mg SOP
- Série XIV 2 kg sable + 90 mg Oro. + 1500 mg SOP
- Série XV 2 kg sable + 90 mg Oro. + 2000 mg SOP

Semons trois graines de pois par pot de sable (9/11/50), maintenons une humidité suffisante pour assurer la germination et la levée des pois. Arrosons par la suite à l'aide de la solution nutritive déjà citée pour permettre aux jeunes plantes de végéter normalement. Dépotons les 15 séries de cinq pots au bout de 3 mois (9/2/51).

b) *Résultats obtenus.*

- Série I (Témoin) — Appareils racinaire et foliaire du pois bien développés — Pas d'Orobanche.
- Série II (Témoin) — Identique à Série I.
- Série III (Oro sans SOP) — Appareils racinaire et foliaire du pois bien développés. Nombreuses Orobanches bien développées; en moyenne 12 par pied de Pois. On trouve tous les stades évolutifs du parasite depuis la germination et la fixation jusqu'à la formation de pseudo-racines et de bourgeons terminaux de 1 cm. 5 de diamètre (Photo IV, 1).

Figure 10



Figure 11

- Série IV — Identique à Série III.
(Oro sans SOP)
- Série V — Appareils racinaire et foliaire du pois bien développés. Quelques Orobanches peu développées, en moyenne 2 par pied de pois.
(Oro. + 200 mg SOP)
- Série VI — Appareils racinaire et foliaire du pois bien développés. En moyenne une Orobanche peu développée pour 3 pieds de pois. (Photo IV, 2).
(Oro. + 300 mg SOP)
- Série VII — Belle végétation du pois.
En moyenne une Orobanche peu développée pour 3 pieds de pois.
(Oro. + 400 mg SOP)
- Série VIII — Belle végétation du pois.
Pas d'Orobanche.
(Photo IV, 3).
(Oro. + 500 mg SOP)
- Série IX — Belle végétation du pois.
Pas d'Orobanche.
(Oro. + 600 mg SOP)
- Série X — Végétation chétive du pois.
Pas d'Orobanche.
(Oro. + 700 mg SOP)
- Série XI — Végétation chétive du pois.
Pas d'Orobanche.
(Oro. + 800 mg SOP)
- Série XII — Végétation chétive du pois.
Pas d'Orobanche.
(Oro. + 900 mg SOP)
- Série XIII — Végétation très chétive du pois.
Pas d'Orobanche.
(Photo IV, 4).
(Oro. + 1000 mg SOP)
- Série XIV — Végétation très chétive du pois.
Pas d'Orobanche.
(Oro. + 1500 mg SOP)
- Série XV — Végétation très chétive du pois.
Pas d'Orobanche.
(Oro. + 2000 mg SOP)

Dans les conditions de ces essais, la dose d'efficacité absolue minima du « Soprasan » est de 500 mg. Pour cette dose le Pois présente une belle végétation.

Plus la dose de « Soprasan » est élevée au dessus de 500 mg, plus le Pois réagit défavorablement et devient chétif.

Il existe au dessus du seuil de 500 mg une marge de sécurité à l'intérieur de laquelle l'Orobanche est détruite bien que le Pois se développe normalement.

Le « Soprasan » employé à des doses convenables entrave le parasitisme de l'Orobanche sans nuire au développement du Pois.



Photo V { à droite ligne N° 2 | Pois + Oro.
{ à gauche ligne N° 3 | Pois + Oro. + 150 kg SOP/Ha



Photo V { à droite ligne N° 2 | Pois + Oro.
{ à gauche ligne N° 3 | Pois + Oro. + 150 kg SOP/Ha



Photo VI { à droite ligne N° 5 : Pois + Oro. + 225 kg SOP/Ha
à gauche ligne N° 6 : Pois + Oro.



Photo VII : { à droite ligne N° 13 : Pois + Oro, + 525 kg SOP/Ha.
{ à gauche ligne N° 14 : Pois + Oro.



Photo VIII { à droite ligne N° 17 : Pois + Oro. + 675 kg SOP/Ha
à gauche ligne N° 18 : Pois + Oro.



Photo IX { à droite ligne N° 25 : Pois + Oro. + 975 kg SOP/Ha
à gauche ligne N° 26 : Pois + Oro.

On voit d'après ces photos que :

a) Les lignes de pois préalablement ensemencées en Orobanche et non traitées au « Soprasan » sont littéralement infestées par le parasite.

b) Le « Soprasan » même employé aux doses les plus faibles (150 kgs/Ha) enraye le développement du parasite en plein champ.

Les résultats du dénombrement des pieds d'Orobanche par ligne, effectué le 20/4/51 sont consignés dans le tableau suivant :

N ^{os} des lignes	Nombre d'Orobanches par ligne		Mode d'ensemencement sur chaque ligne
1	3		Pois
2	167		Pois + Oro.
3		1	Pois + Oro + 150 kg SOP/Ha
4	6		Pois
5		7	Pois + Oro + 225 kg SOP/Ha
6	223		Pois + Oro.
7		6	Pois + Oro + 300 kg SOP/Ha
8	60		Pois
9		124	Pois + Oro + 375 kg SOP/Ha
10	201		Pois + Oro.
11		114	Pois + Oro + 450 kg SOP/Ha
12	46		Pois
13		4	Pois + Oro + 525 kg SOP/Ha
14	121		Pois + Oro.
15		5	Pois + Oro + 600 kg SOP/Ha
16	10		Pois
17		24	Pois + Oro + 675 kg SOP/Ha
18	127		Pois + Oro.
19		30	Pois + Oro + 750 kg SOP/Ha
20	45		Pois
21		33	Pois + Oro + 825 kg SOP/Ha
22	353		Pois + Oro.
23		9	Pois + Oro + 900 kg SOP/Ha
24	10		Pois
25		1	Pois + Oro + 975 kg SOP/Ha
26	194		Pois + Oro.
27	15		Pois

Faisant la moyenne par ligne de 5 mètres du nombre de pieds d'Orobanche arrachés, nous obtenons pour chacune des trois conditions dans lesquelles nous nous sommes placés :

- 1^o) — Culture de Pois sans ensemencement préalable de graines d'Orobanche et sans traitement au « Soprasan » :
— 24 pieds d'Orobanche par ligne de 5 m. soit 5 pieds au mètre.
- 2^o) — Culture de Pois avec ensemencement préalable de graines d'Orobanche (1 gr. au mètre carré) et sans traitement au « Soprasan » :
— 198 pieds d'Orobanche par ligne de 5 m. soit 40 pieds au mètre.
- 3^o) — Culture de Pois avec ensemencement préalable de graines d'Orobanche (1 gr. au mètre carré) et traitement au « Soprasan » :
— 29 pieds d'Orobanche par ligne de 5 m. soit 6 pieds au mètre.

Les résultats des pesées de la récolte de pois par ligne sont consignés dans le tableau suivant :

N ^{os} des lignes	Récolte en grammes	Mode d'ensemencement sur chaque ligne
1	842	Pois
2	540	Pois + Oro
3	1013	Pois + Oro + 150 kg SOP/IIa
4	1525	Pois
5	1000	Pois + Oro + 225 kg SOP/IIa
6	730	Pois + Oro
7	933	Pois + Oro + 300 kg SOP/IIa
8	956	Pois
9	415	Pois + Oro + 375 kg SOP/IIa
10	270	Pois + Oro
11	271	Pois + Oro + 450 kg SOP/IIa
12	1010	Pois
13	805	Pois + Oro + 525 kg SOP/IIa
14	598	Pois + Oro
15	698	Pois + Oro + 600 kg SOP/IIa
16	1445	Pois
17	845	Pois + Oro + 675 kg SOP/IIa
18	730	Pois + Oro
19	845	Pois + Oro + 750 kg SOP/IIa
20	985	Pois
21	490	Pois + Oro + 825 kg SOP/IIa
22	205	Pois + Oro
23	750	Pois + Oro + 900 kg SOP/IIa
24	926	Pois
25	600	Pois + Oro + 975 kg SOP/IIa
26	635	Pois + Oro
27	664	Pois

Faisant la moyenne par ligne de 5 mètres du poids de la récolte, nous obtenons pour chacune des trois conditions dans lesquelles nous nous sommes placés :

1°) — Culture de Pois sans ensemencement préalable de graines d'Orobanche et sans traitement au « Soprasan » :

1044 grammes

2°) — Culture de Pois avec ensemencement préalable de graines d'Orobanche (1 gr. au mètre carré) sans traitement au « Soprasan » :

630 grammes

3°) — Culture de Pois avec ensemencement préalable de graines d'Orobanche (1 gr. au mètre carré) et traitement au « Soprasan » :

720 grammes

Avant d'essayer de tirer des conclusions de ces essais en plein champ nous devons faire les remarques suivantes :

a) Il existait des graines d'Orobanche dans le sol du champ avant les essais puisque les lignes « Pois » non ensemencées d'Orobanche et non traitées au « Soprasan » sont toutes parasitées.

(60 Orobanches sur la ligne N° 8)

b) La quantité de graines d'Orobanche qui existait sur les lignes « Pois + Oro » et « Pois + Oro + SOP » comprenant d'une part les graines d'Orobanche du sol du champ d'essai (comme sur les lignes « Pois ») et d'autre part 1 gramme de graines d'Orobanche (soit de 300 à 350.000 graines) était bien supérieure à celle des lignes « Pois ».

c) Les doses de « Soprasan » auxquelles nous avons traité dans les conditions de la grande culture et par unité de surface sont considérables si on les compare à celles qui furent utilisées au laboratoire sur papier buvard et plaque de verre.

Ramenées à la surface de 80 cm. de nos premiers essais elles correspondent pour les différentes lignes traitées aux poids suivants :

ligne N° 3	500 mg	(150 kg/Ha)
ligne N° 5	750 mg	(225 kg/Ha)

ligne N° 7	1000 mg	(300 kg/Ha)
ligne N° 9	1250 mg	(375 kg/Ha)
ligne N° 11	1500 mg	(450 kg/Ha)
ligne N° 13	1750 mg	(525 kg/Ha)
ligne N° 15	2000 mg	(600 kg/Ha)
ligne N° 17	2250 mg	(675 kg/Ha)
ligne N° 19	2500 mg	(750 kg/Ha)
ligne N° 21	2750 mg	(825 kg/Ha)
ligne N° 23	3000 mg	(900 kg/Ha)
ligne N° 25	3250 mg	(975 kg/Ha)

contre 500 mgr au maximum dans le cas des essais au laboratoire.

Compte tenu de ces observations, nous pouvons dire que :

- 1^o) — *Le « Soprasan » agit d'une façon certaine en plein champ en curayant le développement de l'Orobanche.*
- 2^o) — *De même que nous l'avions constaté en pots de sable au laboratoire le Pois réagit à l'action du « Soprasan », mais si les fortes doses entraînent une levée tardive, un ralentissement de la croissance et un faible développement de la plante adulte, les doses plus faibles tout en assurant la destruction du parasite sont pratiquement sans effets nocifs sur la végétation du Pois et sur son rendement. De même que l'ont montré les essais au laboratoire il existe dans les conditions de la grande culture une dose d'efficacité absolue minima du « Soprasan » et une marge de sécurité à l'intérieur de laquelle la culture du Pois est parfaitement viable.*

Dans les conditions de nos essais, la dose de 150 kg de « Soprasan » à l'hectare est celle qui nous a fourni les meilleurs résultats en ce qui concerne :

a) La destruction de l'Orobanche.

- 1 Orobanche sur une ligne de 5 mètres contre 24 en moyenne pour les Pois cultivés sans ensemencement d'Orobanche et sans traitement au « Soprasan »; contre 198 en moyenne pour les Pois cultivés avec ensemencement d'Orobanche et sans traitement au « Soprasan ».

b) La belle végétation des Pois (Photo V) comparable à celle des Pois Témoins non traités.

c) Le rendement (1013 grammes par ligne) comparable à la moyenne de ceux des Témoins non traités (1040 grammes).

XIV^o) — **Destruction de l'Orobanche spéceuse en plein champ dans des cultures de Lentille.**

Les résultats qui ont été obtenus en grande culture sur Pois sont confirmés par ceux des essais similaires réalisés dans les mêmes conditions sur rangs de 5 mètres cultivés en Lentille.

Pour des semis effectués le 20/12/50 les Orobanches furent arrachées le 26/5/51.

Faisant la moyenne par rang de 5 mètres du nombre de pieds d'Orobanche arrachés, nous obtenons pour chacune des trois conditions dans lesquelles nous nous sommes placés :

1^o) Culture de Lentille sans ensemencement préalable de graines d'Orobanche et sans traitement au « Soprasan » :

2 Orobanches par rang de 5 mètres.

2^o) Culture de Lentille avec ensemencement préalable de graines d'Orobanche (1 g. par mètre carré) et sans traitement au « Soprasan » :

143 Orobanches par rang de 5 mètres.

3^o) Culture de Lentille avec ensemencement préalable de graines d'Orobanche (1 g. par mètre carré) et traitement au « Soprasan » (150 kg/Ha).

14 Orobanches par rang de 5 mètres.

XV^o) — **A quel stade de développement de l'Orobanche se manifeste l'action nocive du Soprasan sur le parasite?**

1^o) ORGANISATION DE L'ESSAI :

Au fond d'une boîte de Pétri disposons un disque de papier buvard humide saupoudré de 500 mg de « Soprasan » et recouvert d'un autre disque de papier buvard humide.

Le « Soprasan » légèrement soluble dans l'eau remonte à la surface du second disque de papier buvard qui est lui-même saupoudré le 29/5/51 de 90 mg. de graines d'Orobanche.

Une seconde boîte de Pétri avec papier buvard humide saupoudré de 90 mgr. de graines d'Orobanche et sans « Soprasan » est utilisée comme témoin.

Trois graines de Pois sont mises à germer dans chacune des boîtes de Pétri et l'on examine la germination des graines d'Orobanche dans les deux cas pendant un mois.

2°) RESULTATS DE L'ESSAI :

Le dénombrement des germes d'Orobanche le 29/6/51 est le suivant :

germoir (Pois + Oro + SOP) : 0

germoir (Pois + Oro) : 123

Tout se passe donc comme si le « Soprasan » détruisait la faculté germinative de la semence d'Orobanche.

La portée pratique de cette constatation est très importante car, si les semences d'Orobanche sont susceptibles de conserver leur faculté germinative pendant plus de 10 ans, les conditions nécessaires à leur germination semblent loin d'être réalisées la première année, comme le montrent dans les conditions les meilleures :

nos essais au laboratoire :

$$\text{germination : } \frac{123}{27.000}$$

et nos essais en pleine terre :

$$\text{germination : } \frac{353}{300.000}$$

et tout se présente comme si une seule application de « Soprasan » détruisait à jamais leur faculté germinative, que les graines d'Orobanche soient au contact, à proximité ou éloignées des racines de la plante hôte.

Le « Soprasan » semble agir dans les différentes conditions de nos essais comme un véritable agent de stérilisation des semences d'Orobanche.

**

Tels sont les résultats que nous avons obtenus au Service de l'Expérimentation Agricole en Algérie après trois ans de recherches.

Celles-ci seront poursuivies dans les années à venir. Elles auront pour but en particulier :

- 1^o) De déterminer la dose optima de « Soprasan » à employer pour chaque culture .
- 2^o) De mettre au point une méthode pratique de traitement contre l'Orobanche en plein champ.
- 3^o) De trouver éventuellement d'autres produits susceptibles de détruire l'Orobanche et présentant des avantages soit économiques, soit de facilité d'application.

Puissent-elles contribuer à débarrasser la culture d'un fléau contre lequel il s'est avéré jusqu'ici très difficile de lutter.

BIBLIOGRAPHIE

- BATTANDIER et TRABUT — Flore de l'Algérie. Alger 1888-1890.
- BLETON Ch. — Les Orobanches — La Terre Marocaine, Janvier 1943, p. 4.
- BOEFF F. — Les Orobanches en Tunisie — Journal d'Agriculture Pratique, 1905, p. 11.
- CANIZO (J. del) -- Divagaciones sobre el « Jopo » de las habas — Agricultura, vol. 1945, p. 521 + El « Jopo » de las habas.
Hojas Divulgadoras Num 28, Sept. 1946.
- CASPARY — Über Samen, Keimung, Specien und Nahrpflanzen der Orobanchen (Flora, Neue Reihe, XII Jahrg, I Bd. p. 577-588 et 593-603, 1854) (Anal. in Bull. de la Soc. Bot. de France, I, p. 334-335, 1854).
- CHABROLIN Ch. + Procédé de lutte contre l'Orobanche de la fève. Bull. Ac. Agr. de France. Séance du 26 Juin 1935.
+ Germination des graines de l'Orobanche spéiosa. Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. 205, p. 245. Séance du 19 Juillet 1937.
+ Contribution à l'Étude de la germination des graines de l'Orobanche de la fève. Annales du Service Botanique de Tunisie, 1939. p. 91.

- DUCELLIER L. — Les Orobanches parasites des plantes cultivées en Algérie — Rev. Agri. de l'Afrique du Nord, 1923, p. 344.
 - DUCOMET V. — Rapport sur l'Orobanche du Tabac (Journée du Tabac, La Réole, Gironde, 1^{er} Sept. 1931).
 - GIUDICE (E. del) + Ricerche sull Orobanca della Fava, Nota 1 : Sulla germinazione del seme (Staz. Sper. di. gramicultura, Catania), N° 7, 1935.
 - KOCH L. — Die Entwicklungsgeschichte der Orobanches, 389, Heidelberg, 1887.
 - MORENO MARQUEZ V. + Apuntes biológicas sobre el « jopo » de la habas (Orobanche crenata Forsk) Estacion de Fitopatología Agrícola de Badajoz, Num. 139, Madrid 1944.
+ Observaciones sobre la diseminacion del « jopo » (Orobanche crenata Forsk) Estacion de Fitopatología Agrícola de Badajoz. Num. 153, Madrid 1945.
+ La presión osmótica de los jugos vegetales. posible índice de la resistencia a los ataques del « jopo » (Orobanche crenata Forsk).
Observatorio de Fitopatología Agrícola de Badajoz, Num. 178, Madrid, 1947.
+ Tanteo de la acción de algunos herbicidas sobre la semilla del « jopo » (Orobanche crenata Forsk) en el terreno. Observatorio de Fitopatología Agrícola de Badajoz, Num. 179, Madrid 1947.
+ El « jopo » (Orobanche crenata Forsk) y las siembras tardías de habas. Observatorio de Fitopatología Agrícola de Badajoz. Num. 180, Madrid 1947.
 - Revue Agricole de l'Afrique du Nord. L'Orobanche des Légumineuses — 1913, p. 117.
 - SELTENSPERGER — Les Orobanches nuisibles — Journée d'Agriculture Pratique, 1904 (2) p. 399.
 - VAN TIEGEM — Botanique 1898.
-