



HAL
open science

Essai de désinfection solaire des sols dans le Sud-Est de la France

E. Berninger, J.C. Pionnat, C. Scotto La Massese

► **To cite this version:**

E. Berninger, J.C. Pionnat, C. Scotto La Massese. Essai de désinfection solaire des sols dans le Sud-Est de la France. *Agronomie*, 1985, 5 (6), pp.505-513. hal-02720640

HAL Id: hal-02720640

<https://hal.inrae.fr/hal-02720640>

Submitted on 1 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Essai de désinfection solaire des sols dans le Sud-Est de la France

Eric BERNINGER, Jean-Claude PIONNAT (*) & Claude SCOTTO LA MASSESE (**)

I.N.R.A., Station d'Amélioration des Plantes Florales, « La Gaudine », F 83600 Fréjus

(*) I.N.R.A., Station de Pathologie Végétale, 62 bd du Cap, F 06602 Antibes

(**) I.N.R.A., Station de Recherches sur les Nématodes, 123 bd F. Meilland, F 06602 Antibes

RÉSUMÉ

L'effet de paillages plastiques continus avec trois types de films (polyéthylène simple, éthylvinylacétate, polyéthylène alvéolé « Bulle ») sur l'échauffement du sol a été mesuré en serres et en plein air dans le Sud-Est de la France. Dans les meilleurs cas, on atteint en été des températures comparables à celles réalisées dans des pays subtropicaux où l'effet de ces techniques sur quelques agents pathogènes a été démontré. L'action sur la microflore et la nématofaune globales du paillage le plus performant a été analysée. Des modifications sensibles et durables des effectifs et une diminution de la diversité des genres et des espèces, variable selon les organismes considérés, ont été obtenues. Elles paraissent plus nettes dans les sols non soumis aux désinfections artificielles et peuvent représenter une forme de désinfection sélective des milieux de culture.

Mots clés additionnels : *Recolonisation des sols, bactéries, cryptogames, groupes trophiques, « plastiques »*

SUMMARY

Soil solarization trials in Southeastern France

The effect of three types of plastic - film mulching (plain polythene, ethylvinylacetate, polythene with air bubbles) on soil heating was measured in summer, outdoors and in glasshouses. The best mulching resulted in temperatures like those obtained in subtropical countries where the control of soil - borne pathogens has been demonstrated.

The effect of the best mulching treatment on the soil microflora and nematofauna showed marked and lasting changes in the number and the diversity of genera and species, which appeared more clearly in soils previously not artificially disinfested. A selective type of soil disinfestation can be achieved.

Additional key words : *Soil recolonization, bacteria, fungi, trophic groups, plastics.*

I. INTRODUCTION

Les traitements thermiques ont été les premiers et sont toujours utilisés en agriculture pour la désinfection des organes de multiplication et des sols. Moins employés par suite de l'accroissement des coûts de l'énergie, leur intérêt, par rapport aux traitements chimiques, subsiste en raison notamment de l'absence de résidus libérés dans les milieux.

La chaleur solaire est d'ailleurs à l'origine de la destruction naturelle de nombreux ravageurs telluriques dans les pays chauds et dans les serres en période estivale. Ainsi, DEMEURE (1978) observe que les nématodes du genre *Meloidogyne* sont tués, au cours de la saison sèche, dans les 20 premiers centimètres des parcelles contaminées du Sahel sénégalais.

L'emploi du paillage plastique pour accroître l'échauffement du sol en vue d'éliminer les ravageurs

a été envisagé en Israël par KATAN *et al.*, dès 1976, et repris dans d'autres régions de même latitude géographique, (30-35 °L) en Californie (JOHNSON *et al.*) en 1981, en Crète (TJAMOS & FARIDIS) en 1980 et (MALATHRAKIS *et al.*) en 1983.

A ces latitudes, les températures relevées sous paillage en plein champ dépassent 50 °C dans la zone superficielle et sont supérieures de 8 à 12 °C à celles enregistrées en sol nu.

Nous avons recherché si ce procédé présentait de l'intérêt pour le littoral méditerranéen français malgré sa latitude plus élevée (44 °L) et son climat estival plus doux. A la différence des expérimentateurs précédents qui, dans un climat favorable, utilisent des films ordinaires, nous avons fait appel à des films plus performants et, comme GARIBALDI (1983) en Italie du Nord et GOISQUE *et al.* (1984), en France, nous les avons essayés sous serre, où les températures estivales

sont particulièrement élevées et les problèmes de contamination des sols plus fréquents.

Les travaux exploratoires des étés 1979, 1980, 1981 ont permis de fixer la taille des parcelles et les types de film les plus performants dans leurs effets thermiques. L'expérience de 1982 a donné lieu à des analyses biologiques nombreuses et fréquentes pour quantifier l'action sur plusieurs éléments de la biocénose tellurique et analyser les processus de recolonisation.

II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

A. Caractéristiques des parcelles expérimentales

Les essais sont implantés dans la zone littorale varoise, sur un sol sableux homogène sur toute la profondeur travaillée de 0 à 40 cm, de richesse chimique moyenne, sans carence ou excès notables. La composition physique de ce sol est : 1 à 2 p. 100 de matières organiques, 8 p. 100 d'argile, 12 p. 100 de limons, 79 p. 100 de sables.

La densité apparente du sol sec travaillé varie de 1,0 en surface à 1,35 environ à 25 cm de profondeur. Le coefficient calculé de chaleur spécifique du sol ressuyé est, d'après HENIN (1977) proche de $0,35 \text{ cal.cm}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$; la vitesse de propagation de l'onde thermique avoisine $2 \text{ à } 3 \text{ cm.h}^{-1}$.

La dimension des parcelles élémentaires, à l'air libre comme en serre, est passée de $3 \times 3 \text{ m}$ en 1979 et 1980, à $5 \times 5 \text{ m}$ en 1981, puis à $10 \times 10 \text{ m}$ en 1982, afin de limiter les déperditions latérales de chaleur et d'humidité.

Le sol désherbé et émietté par fraisage est arrosé à saturation avant la pose du film tendu et enterré en bordure (paillage). Cette opération est réalisée fin juin ou début juillet. Le paillage reste en place pendant 2 mois.

Les parcelles témoins non paillées sont désherbées périodiquement.

B. Toiles plastiques éprouvées

P.E. : Polyéthylène clair, d'épaisseur $150 \mu\text{m}$.

E.V.A. : Copolymère d'éthylvinylacétate d'épaisseur $150 \mu\text{m}$.

« Bulle » : Polyéthylène alvéolé, double paroi, utilisé pour l'isolation thermique des serres, le poids de matière au m^2 est voisin de celui du film P.E., l'épaisseur de la couche d'air emprisonnée est de 5 mm .

C. Contrôle des résultats, prélèvements et analyses

Les prélèvements de sol sont faits au centre des parcelles paillées ou témoins, à 4 profondeurs (0-10, 10-20, 20-30, 30-40 cm), avant paillage, puis 15 j, 1 et 2 mois après le début du traitement et 3 et 10 mois après la fin du traitement.

Les analyses nématologiques portent sur des échantillons de 1 kg de terre fine non desséchée ; elles sont réalisées par la méthode de flottation-centrifugation.

Pour les analyses microbiologiques, la méthode retenue est celle des dilutions à partir de 10 g de sol. Pour chaque prélèvement, $0,1 \text{ ml}$ des différentes dilutions est étalé sur un milieu nutritif solide en boîtes de Petri. Le milieu utilisé à 2 p. 100 de malt et 2 p. 100 de gélose per-

met à la majorité des germes de se développer. Pour chaque dilution, 3 boîtes sont ensemencées et le dénombrement des micro-organismes est fait à partir du 4^e j d'incubation à $25 \text{ }^\circ\text{C}$. La reconnaissance des espèces est faite soit directement sur l'ensemble des dilutions, soit après repiquage sur un autre milieu nutritif : (Avoine, Richard ou Sabouraud) afin d'obtenir les fructifications nécessaires à l'identification.

III. OBSERVATIONS ET RÉSULTATS

A. Essais préliminaires 1979 et 1981

Ces essais ont permis de préciser les impératifs à respecter pour accroître l'efficacité de cette méthode de désinfection. Ils peuvent se résumer ainsi :

— utilisation d'un plastique plus épais et plus performant du point de vue des échanges thermiques que le polyéthylène qui suffit dans les pays plus chauds : EVA, P.E. alvéolé « Bulle » ;

— nécessité d'obtenir des températures élevées aussitôt après le paillage pour éviter le développement des adventices ;

— choix de parcelles expérimentales de grande surface ($10 \times 10 \text{ m}$) pour réduire les effets de bordure, notamment les pertes de chaleur ;

— difficultés d'emploi du procédé en serre fermée par suite des dommages occasionnés aux installations par l'action répétée des températures élevées.

B. Essais 1982

En plein air, le paillage « P.E. Bulle » est maintenu en place du 24 juin au 24 août après une jachère et, en serre, du 7 juillet au 5 septembre après une culture de gerbera.

Les données climatiques de l'été 1982 sont résumées dans le tableau 1. L'été 1982 a été particulièrement sec mais les températures de juillet à septembre sont proches des moyennes saisonnières.

1. Effet sur les températures

Les relevés réalisés au cours de l'essai (tabl. 2) montrent que, sous paillage, les moyennes, les maximums et les écarts thermiques sont, en plein air, supérieurs à ceux relevés en serre aérée et blanchie.

Les températures ont été mesurées en plein air après 2 mois de paillage jusqu'à $1,10 \text{ m}$ de profondeur (fig. 1). Le profil de températures, fictif au-dessous de $1,10 \text{ m}$, laisse supposer que l'effet du paillage atteint environ $3,50 \text{ m}$ de profondeur.

2. Effet sur l'humidité des sols

L'évolution de l'humidité des sols dans les 4 traitements est indiquée dans le tableau 3 : l'humidité est restée très élevée même dans la couche superficielle des sols paillés.

3. Effet sur la flore adventice

Une réduction sensible du nombre de graines germinantes dans le sol superficiel prélevé ultérieurement a

TABLEAU 1

Principales données météorologiques - Fréjus été 1982 / année moyenne.
Summarized meteorological data - Fréjus summer 1982 / average data.

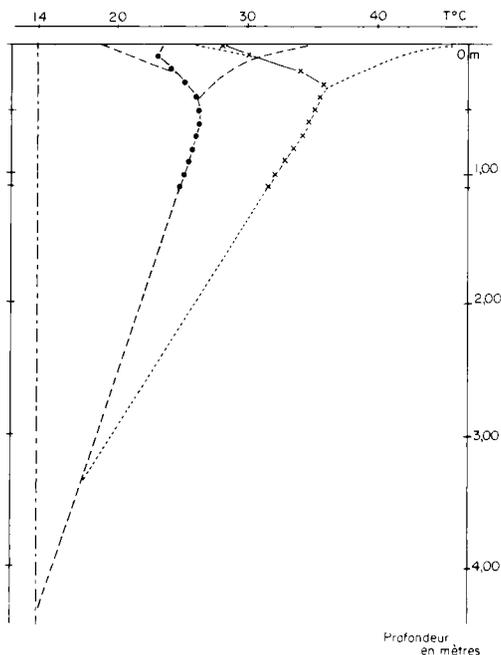
| | | Mois | Jun | Juillet | Août | Septembre |
|---|---|------|------|---------|------|-----------|
| Plein air | Températures d'air | | | | | |
| | Température maximale °C | | 26,6 | 31,4 | 29,6 | 27,5 |
| | Température minimale | | 15,6 | 18,6 | 16,6 | 15,2 |
| | Température moyenne | | 21 | 25 | 23 | 21 |
| | Température moyenne pluriennale | | 18 | 24 | 23 | 20 |
| | Rayonnement global Rg | | | | | |
| Mégajoules .m ⁻² .j ⁻¹ 1982 | | 21 | 21 | 19 | 14 | |
| Moyenne pluriennale | | 24 | 24 | 21 | 16 | |
| Pluviométrie mm | | | | | | |
| | Moyenne pluriennale | | 20 | 0 | 17 | 37 |
| Serre (données reconstituées) | Température maximale °C | | 36 | 42 | 40 | 37 |
| | Température minimale | | 16 | 19 | 17 | 16 |
| | Température moyenne | | 27 | 31 | 29 | 26 |
| | Rg S Mj .m ⁻² .j ⁻¹ (= environ 0,48 Rg) | | 10 | 10 | 9 | 7 |

TABLEAU 2

Effets du paillage « Bulle » sur les températures du sol en plein air et en serre aérée blanchie
Période du 15 juillet au 15 août 1982.

Effects of « Air-Bubble » mulch on soil temperatures outdoors and under glass (ventilated and whitewashed)
Period of July 15 to August 15, 1982.

| | | Sol nu | Paille « Bulle » | Ecart |
|------------------------------------|---------|---------|------------------|----------|
| Essai en plein air | | | | |
| Températures maximales observées à | - 10 cm | 38 °C | 47 à 49 °C | + 10 °C |
| | - 20 cm | | 41 à 42 °C | |
| Températures moyennes | - 10 cm | 29,8 °C | 39,8 °C | + 10 °C |
| | - 20 cm | | 38,3 °C | |
| Essai en serre | | | | |
| Températures maximales observées à | - 10 cm | 35 °C | 44 à 45 °C | + 9,5 °C |
| | - 20 cm | | 39 °C | |
| Températures moyennes | - 10 cm | 29,7 °C | 38,8 °C | + 9,1 °C |
| | - 20 cm | | 35,7 °C | |



été observée : pour 100 g de sol sec, en plein air, on a obtenu :

66 plantules de *Portulaca oleracea* L. en sol nu, 27 en sol paillé,

8 plantules diverses en sol nu, aucune en sol paillé.

Figure 1

Profils thermiques en plein air, en sol nu et sol paillé (bulle).

Températures relevées le 24.08.82 à 09 h T.L.

(●-●-● en sol nu ; +-+-+- en sol paillé).

Prolongation théorique des profils au-dessous de 1,10 m de profondeur (- - - en sol nu ; en sol paillé) et variations journalières dans la zone superficielle (mêmes symboles).

--- Température moyenne intersaisonnière théorique = 14 °C.

Temperature gradients of bare and « bubble »-mulched soil outdoors.

Temperatures measured on 24 Aug. 82 at 400.

(●-●-● bare soil ; +-+-+- mulched soil).

Theoretical gradients below 1.10 m.

(- - - bare soil ; mulched soil) and daily variations in the upper zone (same symbols).

--- annual mean temperature = 14 °C.

TABLEAU 3

Effets du paillage « Bulle » sur l'humidité des sols en plein air et en serre - été 1982
Humidité exprimée en pourcentage de l'humidité équivalente.
Effects of « Bubble » mulch on soil moisture outdoors and under glass - summer 1982
Moisture given as % of equivalent humidity.

| Traitement | Profondeurs cm | En plein air | | | | | En serre | | |
|------------|-------------------|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|----------|-------------------|-------------------|
| | | initial | 15 ^e j | 30 ^e j | 60 ^e j | 146 ^e j | initial | 30 ^e j | 60 ^e j |
| Témoin | 0-10 | 71 % | 48 | 25 | 22 | > 110 | 111 | 36 | 41 |
| | 10-20 | 88 | 74 | 44 | 71 | " | 120 | 66 | 57 |
| | 20-30 | 92 | | 55 | 43 | " | 93 | 77 | 67 |
| | 30-40 | 94 | | 76 | 54 | " | 75 | 83 | 73 |
| Paillé | 0-10 | 71 | 85 | 88 | 79 | env. 100 | 111 | 97 | 92 |
| | 10-20 | 88 | 85 | 92 | 82 | " | 120 | 98 | 95 |
| | 20-30 | 92 | | 88 | 81 | " | 93 | 101 | 98 |
| | 30-40 | 94 | | 96 | 82 | " | 75 | 99 | 96 |

Le peuplement végétal spontané de ces parcelles, en mai 1983, est également différencié.

4. Effet sur la nématofaune

a) Essai de plein air

— Après 15 jours de solarisation

Dans l'ensemble des parcelles de plein air, 47 espèces de nématodes sont identifiées. Le tableau 4 en donne la répartition par groupes trophiques avant et 15 j après la mise en place du paillage.

TABLEAU 4

Répartition des nématodes selon leur groupe trophique avant le début des essais et 15 jours plus tard en sol de plein air nu ou paillé (Film « Bulle »).

Trophic groups of nematodes found initially and after 15 days in mulched and unmulched soil outdoors.

| Groupes trophiques | Avant traitement | Témoin nu | Parcelle paillée |
|--------------------|------------------|-----------|------------------|
| Phytophages | 24 espèces | 23 | 7 |
| Bactériophages | 10 | 9 | 6 |
| Créophages | 4 | 4 | 1 |
| Mycophages | 1 | 1 | 1 |
| Omnivores | 8 | 6 | 6 |
| Total | 47 | 43 | 21 |

La diversité spécifique est donc rapidement et nettement réduite par la solarisation : les phytophages et les créophages semblent les plus sensibles. Cette sélectivité est surtout due à la localisation superficielle de ces 2 groupes. En fait, la réduction drastique des effectifs atténue beaucoup les conséquences de cette sélectivité. Si l'on considère en effet les populations retrouvées dans les 2 horizons échantillonnés après 15 j (fig. 2), on observe un accroissement de presque tous les groupes trophiques dans les parcelles témoins par rapport à l'état initial et une réduction dans des proportions considérables des espèces représentées et des effectifs de tous les nématodes sous paillage, bien que cette action ait été moins marquée au-dessous de 10 cm ; un seul phytophage a été décelé dans l'horizon - 10 à - 20 cm appartenant aux *Tylenchus*,

genre dont la nuisibilité pour les végétaux est incertaine.

— 1 mois plus tard

Dans les parcelles témoins, la réduction des populations est d'environ 50 p. 100 dans la couche superficielle, ce qui s'explique par l'absence prolongée de couvert végétal et la dessiccation du sol.

Sous paillage, la couche superficielle déjà très affectée après 15 j ne paraît pas sensiblement différente. Toutefois, les phytophages et surtout les bactériophages sont nettement moins nombreux entre - 10 et - 20 cm que lors du contrôle précédent.

Les couches inférieures sont plus peuplées, en raison surtout de *Paratylenchus curvatus* Van der Linde s.l., espèce susceptible de coloniser des horizons très profonds s'ils sont exploités par des racines.

— 2 mois plus tard

Dans les parcelles témoins, la situation nématologique n'est pas sensiblement modifiée, en dehors d'une recrudescence des phytophages, malgré l'absence entretenue de végétation.

Les principaux phytophages responsables de ce repeuplement appartiennent aux espèces :

Tylenchus sp., *Boleodorus thylactus* Thorne, *Neopstilenchus* sp., *Merlinius microdorus* (Geraert) Siddigi, *Merlinius brevidens* (Allen) Siddigi, *Rotylenchus laurentinus* Scognamiglio & Talame, *Paratylenchus curvatus* s.l., *Trichodorus primitivus* (de Man) Micoletzky.

Dans les parcelles paillées, le dépeuplement est quasi total sous plastique, il est moins marqué dans les couches profondes, notamment du fait des bactériophages (*Acrobeles ciliatus* Linstow et *Acrobeloides* (Cobb) Thorne) et des mycophages (*Aphelenchus avenae* Bastian).

Une série d'analyses faites un an après le début de l'essai, c'est-à-dire 10 mois après l'enlèvement des plastiques, révèle (tabl. 5) une persistance remarquable des effets du paillage sur tous les groupes trophiques et aux 4 horizons étudiés, bien qu'une recolonisation très importante ait été enregistrée au cours des 10 mois qui ont suivi le paillage. Cette persistance se traduit par une réduction de 95 p. 100 des populations initiales.

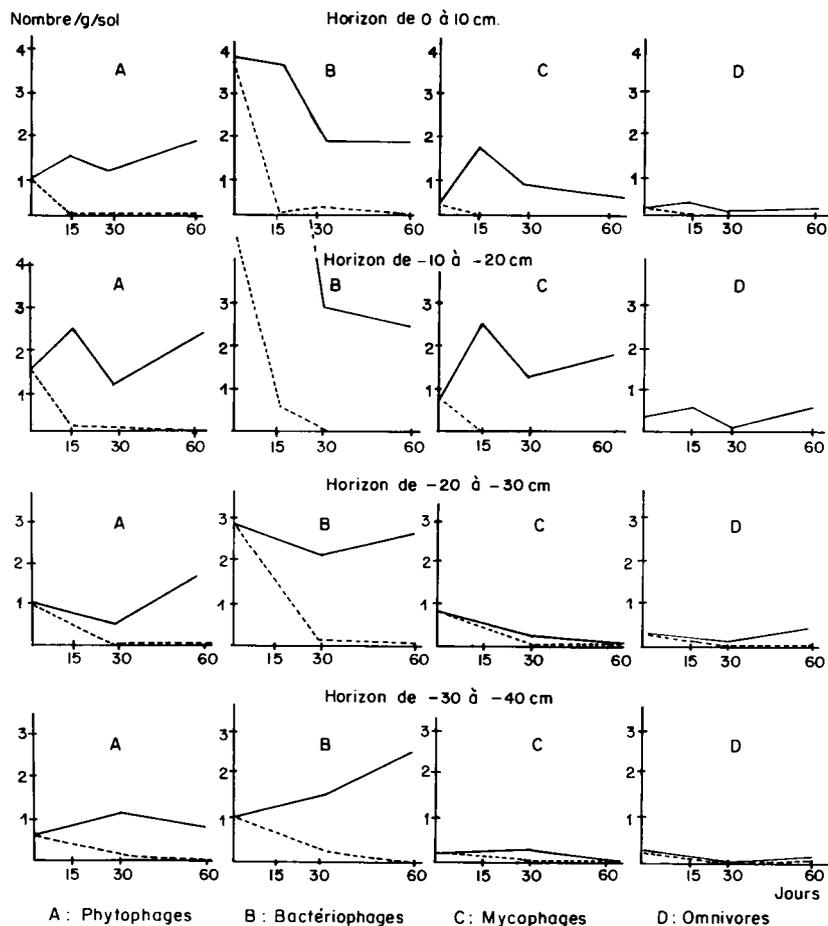


Figure 2
Influence du paillage sur les effectifs de 4 groupes trophiques d'un sol de plein air exprimée en nombre de nématodes par g de sol (Fréjus, été 1982).

Plastic mulching effects on the four trophic groups of nematodes in an outdoor soil (given in number of nematodes per g of soil) (Fréjus, France, summer 1982).

Paillage bulle (Plastic bubble mulching) -----
Témoin non paillé (No mulching check) ———

TABLEAU 5

Nématodes retrouvés dans les 4 horizons d'un sol de plein air 10 mois après l'enlèvement du paillage

- A. Effectifs dénombrés (individus par 100 g de sol)
- B. Pourcentages par rapport aux effectifs à l'enlèvement du paillage (60 j)
- C. Pourcentages par rapport aux effectifs initiaux (mise en place du paillage j 0).

Numbers of nematodes in the four layers of a soil outdoors 10 months after removal of mulch

- A. Number of individuals per 100 g of soil
- B. % of the population on day 60 (mulch removal)
- C. % of initial population.

| Groupes trophiques | | Phytophages | Bactériophages | Mycophages | Omnivores | Total |
|--------------------|---|-------------|----------------|------------|-----------|-------|
| Horizon | | | | | | |
| 0-10 cm | A | 11 | 25 | + | + | 36 |
| | B | > 1 100 | 800 | < 33 | (100) | 600 |
| | C | 15 | 7 | < 4 | < 8 | 7 |
| 10-20 cm | A | 3 | 43 | 3 | 3 | 52 |
| | B | ∞ | 1 400 | 100 | ∞ | 800 |
| | C | 2 | 9 | 4 | 7 | 7 |
| 20-30 cm | A | + | 13 | 3 | 3 | 16 |
| | B | ∞ | 70 | 33 | > 300 | 57 |
| | C | 1 | 4 | 4 | 11 | 3 |
| 30-40 cm | A | 3 | 33 | 0 | 3 | 39 |
| | B | ∞ | 200 | 0 | 100 | 130 |
| | C | 5 | 33 | 0 | 13 | 19 |

+ = moins d'un individu par 100 g de sol.
+ = less than 1 individual per 100 g of soil.

TABLEAU 6

Action d'un paillage plastique « Bulle » sur la nématofaune d'un sol de serre - été 1982
Effectifs exprimés en nombre d'individus par 100 g de sol.
Effects of « Bubble » mulch on the nematofauna of a glasshouse soil - summer 1982
Numbers of individuals per 100 g of soil.

| Groupes trophiques | Nombre d'espèces identifiées | Profondeurs | 0 à 10 cm | | | | | | 10 à 20 cm | | | 20 à 30 cm | | 30 à 40 cm | |
|--------------------|------------------------------|---------------------|---------------------|--------------|------|------|--------------|------|------------|--------------|------|------------|--------------|------------|------|
| | | | Durée du traitement | état initial | 30 j | 60 j | état initial | 30 j | 60 j | état initial | 30 j | 60 j | état initial | 30 j | 60 j |
| Bactériophages | 10 | 10 nu | | 55 | 208 | | 38 | 153 | | 53 | 98 | | 83 | 68 | |
| | | 5 paillé « Bulle » | 303 | 40 | 15 | 221 | 58 | 53 | 147 | 40 | 75 | 118 | 85 | 63 | |
| Phytophages | 8 | 6 nu | | 0 | 0 | | 0 | 0 | | 0 | + | | + | 0 | |
| | | 3 paillé « Bulle » | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | + | + | 0 | 9 | 8 | + | |
| Mycophages | 2 | 2 nu | | + | 8 | | + | 8 | | 3 | 10 | | 13 | 10 | |
| | | 1 paillé « Bulle » | 15 | 0 | 3 | + | 5 | 10 | 0 | 5 | 8 | 9 | 13 | 8 | |
| Omnivores | 2 | 2 nu | | 0 | 3 | | 0 | + | | 3 | + | | 3 | + | |
| | | 2 paillé « Bulle » | + | 3 | + | + | 5 | 0 | 3 | + | + | 3 | + | 3 | |
| Population totale | 22 | 20 nu | | 55 | 219 | | 38 | 161 | | 59 | 108 | | 99 | 78 | |
| | | 11 paillé « Bulle » | 318 | 43 | 18 | 221 | 68 | 63 | 150 | 45 | 83 | 139 | 106 | 74 | |

(+) moins de 1 individu par 100 grammes de sol.

(+) less than 1 individual per 100 g of soil.

b) Essai sous serre

Le résultat des analyses montre (tabl. 6) que la nématofaune des sols de serres est extrêmement pauvre, tant en genres qu'en espèces. Les différences les plus accusées entre les 2 traitements apparaissent dans la couche superficielle et ne concernent que les bactériophages. Elles ne sont plus significatives au-dessous de 20 cm et ne se manifestent nettement en surface que dans les contrôles effectués 2 mois après le début du paillage.

De l'ensemble des résultats obtenus, tant en serre qu'en plein air, il est intéressant de noter au plan nématologique :

— Que dans la zone superficielle, où les variations journalières de température permettent de dépasser 45 °C pendant plusieurs heures, l'analyse révèle toujours des nématodes, alors que 43,5 °C est considéré comme létal pour la plupart des stades mobiles.

— Que dans la zone de - 20 à - 40 cm, où la température moyenne s'établit sous paillage aux environs de 35 °C, soit à 10 °C au-dessus des conditions naturelles, un effet net est obtenu après 1, ou mieux 2 mois d'application. Une telle élévation modérée mais de longue durée de la température pourrait donc agir également dans les couches plus profondes, que nous n'avons pas jugé utile, peut-être à tort, d'analyser au cours de ces essais.

Si le paillage plastique estival permet donc d'éliminer la quasi-totalité des nématodes situés dans les couches superficielles et jusqu'à 40 cm de profondeur, ce procédé s'avère assez peu sélectif.

Toutefois, parmi les 5 groupes trophiques composant la nématofaune, les bactériophages, suivis des mycophages, paraissent les moins affectés par les températures élevées. A l'opposé, les phytophages, en

dehors de ceux localisés dans les couches profondes, sont plus sensibles, en raison peut-être aussi de l'absence de source alimentaire.

Parmi les 74 espèces identifiées, celles qui résistent en plus grand nombre à ce traitement appartiennent aux genres bactériophages *Acrobelles* (*A. ciliatus*) et *Acrobeloides*, et mycophages (*Aphelenchus avenae*). Parmi les phytophages, 4 genres sont retrouvés sous les paillages en fin d'essai : *Paratylenchus* (*P. curvatus* et *P. baldacci* Raski), *Merlinius* (*M. microdorus* et *M. brevidens*), *Rotylenchus* (*R. laurentinus*), *Trichodorus* (*T. viruliferus* Hooper).

Les examens réalisés 10 mois après l'enlèvement du paillage montrent que cet effet est durable (tabl. 7).

TABLEAU 7

Répartition des nématodes selon leur groupe trophique avant le début des essais et 10 mois plus tard en sol de serre nu ou paillé (Film « Bulle »).

Trophic groups of nematodes found initially and after 10 months in mulched and unmulched glasshouse soil.

| Groupes trophiques | Avant traitement | Témoin nu | Parcelle paillée |
|--------------------|------------------|-----------|------------------|
| Phytophages | 8 espèces | 6 | 3 |
| Bactériophages | 10 | 10 | 5 |
| Créophages | 0 | 0 | 0 |
| Mycophages | 2 | 2 | 1 |
| Omnivores | 2 | 2 | 2 |
| Total | 22 | 20 | 11 |

5. Effets sur la microflore

Les populations bactériennes, de loin les plus importantes, sont à l'origine identiques en serre et à

l'extérieur, jusqu'à 20 cm de profondeur. Au-delà, elles sont nettement plus pauvres sous serre. Il en est de même pour la flore mycologique et les actinomycètes au-dessous de 10 cm.

En ce qui concerne les bactéries (fig. 3-A), on observe en plein air une diminution marquée des populations dès le 15^e j. Cet effet temporairement inversé au 30^e j jusqu'à 20 cm se poursuit jusqu'au 60^e j, puis tend à s'estomper. Le paillage en accroît généralement l'intensité.

En serre, l'effet est inverse mais, après une augmentation des effectifs durant le 1^{er} mois, la tendance s'infléchit. Le paillage amplifie ici encore le phénomène.

Sur la microflore fongique, incluant les actinomycètes (fig. 3-B) l'effet de désinfection solaire est le plus marqué. On observe la disparition de certaines populations pendant des temps variables, notamment sous paillage en plein air.

L'effet de désinfection est moins marqué sous serre qu'en plein air.

Lorsqu'on considère l'ensemble des courbes d'évolution des composants de la microflore, le fait le plus marquant est l'incidence certaine de la désinfection

solaire sur les populations des horizons - 10 cm à - 40 cm.

Pour ce qui est du nombre de genres microbiens isolés dans les différents traitements, on ne constate pas de différence, en serre, entre les sols nu et paillé ; par contre, en plein air, le paillage diminue fortement et durablement la diversité de la flore. Seuls subsistent les *Penicillium*, *Aspergillus* et *Fusarium*, dont certaines espèces sont connues pour résister à la chaleur (tabl. 8).

Enfin, les examens effectués 146 j après le début de l'essai, soit 3 mois environ après l'enlèvement du film, montrent que la recolonisation par les cryptogames conserve les différences relevées pendant le paillage.

IV. CONCLUSION

Le paillage estival des sols procure dans le Sud de la France des effets biologiques tout à fait comparables à ceux mentionnés dans les pays plus chauds. Les conditions favorables à sa pleine efficacité (insolation régulière et continue surtout durant la 1^{re} semaine

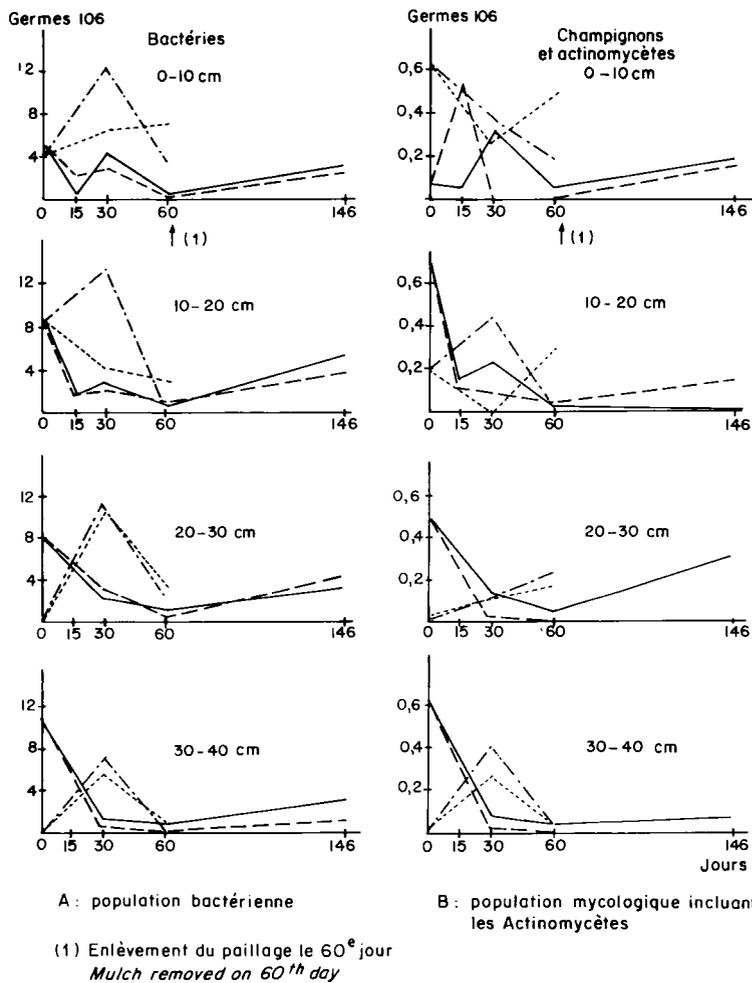


Figure 3 Evolution des composants de la microflore de sols en plein air et en serre, avec et sans paillage « bulle ». Fréjus, été 1982. Effectifs par g de sol sec.

Changes in microflora (A. Bacteria ; B. Fungi including Actinomyce-tes) of soils outdoors and under glass, with and without « bubble »

mulch. Fréjus, summer 1982. Number of colony-forming units per g of dry soil.

- Extérieur (Outdoor) — Sol nu (bare)
- Extérieur (Outdoor) - - - Sol paillé (mulched)
- En serre (Under glasshouse) . . . Sol nu (bare)
- En serre (Under glasshouse) - . - Sol paillé (mulched)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Demeure Y.**, 1978. Les causes de la survie de certains nématodes phytoparasites (*Scutellonema cavenessi* et *Meloidogyne* sp.) pendant la saison sèche dans le Sahel sénégalais. Thèse 3^e cycle, Univ. Cl. Bernard, Lyon, 105 p.
- Garibaldi A.**, 1983. Attempts to use soil solarisation in closed greenhouses in northern Italy for the control of soil-borne pathogens of tomato. *2nd Int. Symp. Soil Disinfect.*, Leuven (Belgium), 46.
- Goisque M. J., Louvet H., Martin C., Lagier J., Davet P., Cou-teaudier Y., Louvet J.**, 1984. La désinfection solaire du sol. Un moyen de lutte contre la maladie des racines liégeuses de la tomate. *Rev. Hortic., P.H.M.*, **247**, 49-53.
- Henin S.**, 1977. *Cours de physique du sol*, ORSTOM. Ed. Tome 1, 159 p. Tome 2, 222 p.
- Johnson A. W., Jaworski C. A., Glaze N. C., Summer D. R., Chalfant R. B.**, 1981. Effects of film mulch and soil pesticides on nematodes, weeds and yield of vegetable crops. *J. Nematol.*, **13**, 141-148.
- Katan J., Greenberger A., Alan H., Grinstein H.**, 1976. Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soil-borne pathogens. *Phytopathology*, **66**, 683-688.
- Malathrakis N. E., Kapetanakis G. E., Linardakis**, 1983. Brown root rot of tomato and its control in Crete. *Ann. Appl. Biol.*, **102**, 251-256.
- Osman A. R., Sahaby A. F.**, 1983. Control of *Rhizoctonia solani* by soil solarisation: *2nd Int. Symp. Soil Disinf.*, Leuven (Belgium). Abstract, 47.
- Tjamos E. C., Faridis A.**, 1980. Control of soil-borne pathogens by solar heating in plastic houses. *Proc. 5th Cong. mediterr. Phytopathol. Union*, Patras, Greece, 82-84.