Le désherbage par la solarisation ou la vapeur

J.F. LIZOT, C. MAZOLLIER (GRAB).

Désherbage par solarisation

La solarisation est une technique mise au point il y a 30 ans en Israël suite à l'observation des agriculteurs.

Principe

La solarisation consiste à élever la température du sol à des valeurs supérieures à 40°C dans la couche arable (30 cm) pendant une durée de 5 semaines minimum. L'énergie du soleil est transmise à l'eau du sol au travers d'une bâche plastique transparente. L'eau assure un échauffement du sol important (cumul de calories) et limite les refroidissements nocturnes, plus accentués en sol sec.

Efficacité de la solarisation

L'effet herbicide de la solarisation est très net. On observe une destruction de la plupart des adventices (annuelles et vivaces de faible enracinement), une diminution du nombre de graines germant et une réduction du taux de couverture du sol par les mauvaises herbes après solarisation. Outre son effet herbicide, la solarisation est efficace pour la maîtrise des champignons pathogènes du sol (sclérotinia,...). Elle aurait une relative efficacité contre certains ravageurs du sol comme les nématodes.

Espèces	Sensibilité relative	Espèces	Sensibilité relative
Amarante réfléchie	S	Mouron des champs	S
Capselle bourse à pasteur	S	Mouron des oiseaux	S
Chénopode blanc	S	Orobanche	S
Chiendent	MS	Ortie blanche	S
Datura stramoine	S	Oxalis	S
Digitaire sanguine	MS	Oxalis raide	S
Folle avoine	MS	Panic	S
Laiteron maraîcher	S	Pâturin	S
Lamier amplexicule	S	Pourpier potager	MR
Liseron des champs graines	S	Renoncule des champs	R
Liseron des champs vivace	MR	Séneçon vulgaire	S
Mauve	S	Sorgho d'Alep	MS
Morelle	S	Stellaire	S
Morelle noire	S	Vergerette blanche	R

***S** : sensible*
***MS** : réduction sans contrôle total*
***MR** : réduction mais redéveloppement*
***R** : peu de réduction*

GRAB
ITAB
Office National Interprofessionnel des Plantes à Parfum Aromatiques et Médicinales

Méthode

Travail du sol (profond +) superficiel : préparer le sol comme pour un lit de semence non motteux. Le sol doit être le plus plan possible.
Arrosage : faire le plein du sol sans excès. Sol sableux : 30 mm ou 30 l/m˝, sol limoneux : 40 mm, sol argileux : 90 mm.
Pose de la bâche : utiliser une bâche transparente de 40 à 60 microns résistante à 700 h d'ensoleillement. Tendre la bâche au maximum en enterrant 50 à 60 cm de chaque côté sur toute la longueur (étanchéité). En plein champ, il est important de bâcher immédiatement après l'arrosage (élévation de température lente) et de faire des bandes de 5 à 6 mètres de large maximum. Sous abri, laisser les ouvrants ouverts afin d'éviter des températures excessives qui peuvent accélérer le vieillissement du matériel (aspersion, gouteurs,…).

Périodes et lieux

La solarisation doit être pratiquée **durant une période d'ensoleillement important (été)**, et pendant une **durée de 4 à 5 semaines**. Pour un effet de désherbage, la solarisation peut être pratiquée de mai- juin à septembre. Pour une désinfection de sol en plein champ, on peut poser la bâche de mi-juin à mi-juillet ; sous tunnel, jusqu'à fin juillet. Les données en France indiquent souvent que cette technique est réservée au Sud de la France ; cependant, des références montrent qu'on peut la pratiquer avec succès (études sur des pathogènes) en plein champ près de Grenoble ou sous tunnel au Danemark.

Effet de la solarisation sur la vie du sol

Cette technique **réduit nettement le stock de graines du sol et détruit une bonne partie des champignons du sol**, en particulier les champignons pathogènes en général plus sensibles à des températures élevées. **Les bactéries sont peu affectées** par ces températures.
Dès que les températures du sol redeviennent favorables, la recolonisation est très importante et rapide avec le risque souvent évoqué d'une recolonisation par un agent pathogène. C'est pourquoi il est parfois proposé de " réensemencer " le sol avec des préparations commerciales à base de trichoderma (faire vérifier la viabilité du champignon). On peut aussi apporter un compost (strictement) végétal qui aura un rôle à la fois amendant et un rôle de ferment. En effet de nombreux micro-organismes, dont le trichoderma se développent sur les écorces des végétaux ligneux.
L'intérêt d'un résensemencement est à vérifier.
Le taux de matière organique du sol ne serait pas affecté par la solarisation.

Réussir la solarisation

Avant la pose de la bâche, s'assurer qu'il fera soleil pendant les 3 jours qui suivent. En cas de temps couvert, les 1ères adventices auront tôt fait de recouvrir le sol et empêcheront localement une élévation de température sous la bâche.

Poser la bâche de manière étanche sur un sol plat et éviter les poches d'air favorables à la pousse d'herbe.

Vérifier que le sol ne ressuie pas trop vite. C'est en effet l'eau du sol qui conduit la chaleur et permet une élévation durable de la température du sol. Sur sol léger, placer des lignes de goutteurs tous les 80 cm sous la bâche afin de réhumecter le sol si nécessaire.

Laisser en place la bâche plastique pendant au moins 4 à 5 semaines de beau temps

Les erreurs à éviter

Fertiliser le sol avant solarisation : la solarisation provoque une augmentation des éléments fertilisants solubles du sol : nitrates (pic minimum de 200 u N-NO_3/ha), NH_4^+, Mg^{2+}, Ca^{2+} et K^+. Il n'est donc souvent pas nécessaire de refertiliser, en tout cas pour l'azote. La fraction facilement minéralisable des matières organiques qui seraient apportées avant solarisation serait entièrement minéralisée au retrait de la bâche. Faire un test azote rapide après solarisation.

Retravailler le sol après solarisation : éviter de reprendre le sol après solarisation sauf si la structure du sol a été tassée. Dans ce cas, travailler au maximum à 15 cm de profondeur afin de *ne pas remonter des graines et des pathogènes des couches plus profondes.*
En cas de tassement du sol, le travail profond du sol doit être fait impérativement avant solarisation.

Bibliographie

- Agriphyto – Chambre d'Agriculture 66 - Solarisez vos laitues et chicorées - Juin 97
- Berninger E., Pionnat J.C., Scotto la Massese C. – Essai de désinfection solaire des sols dans le sud-est de la France. Agronomie, 1985 (6) 505-513
- Bourbos V., Skoudridakis - Essai de lutte contre la Phélipée rameuse en culture de tomates sous serre froide. Phytoma n°426 – Mars 1991
- Camporata P., Baudrrand M., Taussig C., Dramé A. – La désinfection du sol contre la pourriture basale de la laitue - Phytoma, mars 1986
- Christensen L.K., Thingaard K. – Solarization of greenhouse soil for prevention of pythium root rot in organically grown cucumber . Journal of plant pathology (1999), 81 (2), 137-144.
- Civam bio Languedoc-Roussillon, documents techniques
- Le Goff P. – Les différents effet de la solarisation sur le sol et les plantes - Compte-rendu ADAB Rhône-Alpes, 1991
- Pullman G.S., De Vay J.E., Elmore C.L., Hart W.H. – Soil solarization a non chemical method for controlling diseases and pests. Cooperative extension, University of California feb., 1984
- Sérail, documents techniques
- Silveira H., Gomes R., Aguiar L., Caixinhas M., Bica M., Bica J. – Solarisation du sol sous film polyéthylène : le cas de la laitue et de l'oignon. lasticulture n°85 – 1990/91

Désherbage par la vapeur

La désinfection des sols à la vapeur est pratiquée depuis longtemps dans certaines zones : en France (surtout Val de Loire et Savoie) mais aussi en Suisse et aux Pays Bas. Elle est autorisée par le cahier des charges européens de l'agriculture biologique (mais pas en Suisse) car elle ne laisse aucun résidu ; elle est cependant très gourmande en combustible et détruit une grande partie de la flore du sol : elle est donc parfois très contestée par certains agrobiologistes, qui lui préfèrent la solarisation préservant davantage la flore utile du sol.
La vapeur constitue une méthode de lutte préventive efficace contre les adventices ; selon la profondeur atteinte, elle pourra également être efficace contre les insectes et pathogènes du sol ainsi que les nématodes.

Principe

Le principe de base est l'injection dans le sol de vapeur à 180°C, qui va élever la température du sol jusqu'à 85-90°C. Les semences étant détruite à 75-80°C, cette opération assure une bonne élimination des graines d'adventices dans l'épaisseur de sol traitée.

Températures de destruction des organismes du sol

TEMPÉRATURE	ORGANISMES
100 °C	Bactéries ammonisantes et certains virus
90 °C	certains virus
70 °C à 80 °C	Semences et nombreux champignons
70 °C	Nombreuses bactéries
60 °C à 70 °C	*Sclérotinia*
50 °C à 60 °C	*Botrytis Rhizoctonia* et Nématodes/taupins

Matériel

Le matériel utilisé est un générateur de vapeur constitué des éléments suivants :
une chaudière mobile, basse pression alimentée en eau et en électricité
une cuve de gasoil
des tuyaux en caoutchouc de distribution de la vapeur
un système d'application au sol :
- soit des bâches plastiques, déroulées sur sol et lestées sur les bords avec des " boudins ".
- soit des " cloches " (ou coffres) qui sont des plaques métalliques équipés d'injecteurs de la vapeur, fixées en général à l'avant ou à l'arrière du tracteur, ou déplacées manuellement par un système de " brouette ".

La désinfection avec des bâches de grande surface est réservée à des applications longues pour une grande profondeur : environ 3 heures pour 25 cm de profondeur. Cette méthode est utilisée lorsque l'objectif est de détruire certains ravageurs ou maladies présents en profondeur (nématodes, corky-root…) et pour des cultures à enracinement profond. Elle ne se justifie pas lorsque l'objectif est essentiellement un désherbage du sol.

La désinfection avec cloches est le système conseillé lorsqu'on recherche avant tout un effet herbicide : elle effectue une désinfection en surface : la durée d'application est de 5 à 10 mn.

Désinfection à la vapeur : méthodes d'application – coût

Méthode	Profondeur	Tps moyen d'application	Consommation moyenne en gas-oil*	Coût en gas-oil
Cloche	10 cm	5 à 10 mn	0.5 à 1 litre/m²	0.80 à 1.60 F/m²
Bâche	25 cm	3 heures	2 litres/m²	3.20 F/m²

Réalisation

Comme on l'a mentionné précédemment, c'est la désinfection par cloches qui sera choisie pour la lutte contre les adventices, car les graines sont surtout présentes en surface, dans les 10 premiers centimètres de sol. Il conviendra cependant de ne pas retravailler le sol trop en profondeur après désinfection afin de ne pas remonter les graines enfouies plus profondément. Avant la désinfection, la préparation de sol devra être parfaite : structure meuble et fine, sol meuble et pas trop humide, débarrassé des racines et tiges.

Conséquences de la réalisation du désherbage vapeur

Destruction de certains pathogènes du sol : le désherbage vapeur, réalisé superficiellement, aura une action sur certains champignons dans la zones traitée.

Destruction de la flore utile du sol : peu sélective, la vapeur va aussi détruire une grande partie de la flore utile du sol : pour assurer la recolonisation, il faudra réaliser des apports de compost.

Teneur en azote du sol : la désinfection vapeur détruisant aussi une partie des bactéries du sol, elle entraînera une assez forte **élévation du niveau d'azote minéral du sol** (minéralisation de l'azote organique constituant de ces bactéries). Il conviendra de vérifier la teneur du sol par analyse pour déterminer la fertilisation azotée de la culture pour éviter des excès de salinité qui pourraient être préjudiciables à la reprise des plantes.

Fournisseurs de générateurs de vapeur

Fabricant	Adresse	Téléphone	Fax
SIMOX	Parc d'activité La Forêt 74130 La Contamine	04 50 03 90 70	04 50 03 91 18
REGERO	16 rue d'Allemagne CP 1807 444084 Nantes Cedex 03	02 40 49 38 20	02 40 93 06 85
CHAPPAZ	74162 Saint Julien en Genevois Cedex	04 50 49 03 77	04 50 49 38 45

Coût de la désinfection en F/m²

(Valeurs estimatives d'après enregistrement en exploitations)

Méthode /durée	Combustible	Main-d'œuvre	Amortissement (10 ans/2 ha)	Tracteur	Total
Cloches (5 mn)	*0.80*	*0.40*	*0.85*	*0.40*	***2.45 F/m²***
Cloches (10 mn)	1.60	0.75	0.85	0.75	**3.95 F/m²**
Bâches (3 h)	3.20	1.00	0.65	0.10	**4.95 F/m²**

La désinfection vapeur est une méthode coûteuse : même pour un désherbage avec une injection de courte durée, il faut envisager un coût supérieur à 2 F/m².

Avantages – Inconvénients de la vapeur

Avantages :
Bonne efficacité contre adventices.
Actif contre champignons et insectes du sol, à un niveau variable selon la profondeur désinfectée.

Inconvénients :
Très coûteux pour les différents postes : matériel, main d'œuvre et combustible (+ entretien du matériel).
Mise en œuvre longue et fastidieuse : transport du matériel et du gas-oil.
Technique exigeante en énergie (et pollution de l'atmosphère)
Conditions de travail difficile pour l'applicateur.

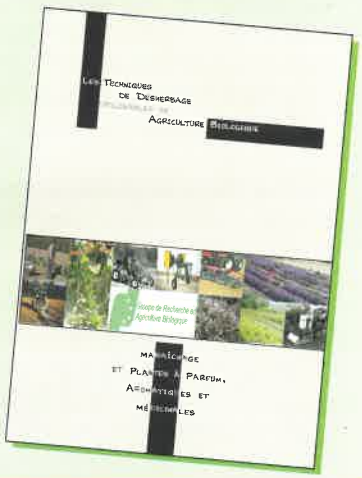
Vous pouvez **commander** au GRAB la brochure de synthèse intitulée :

"Les techniques de désherbage utilisables en Agriculture Biologique, en Maraîchage et PPAM"

Elle comprend les chapitres suivants :

- Le désherbage mécanique,
- Le désherbage thermique,
- Prévention et itinéraires de désherbage,
- Les paillages,
- La solarisation et la vapeur.

Document de 28 pages - avril 2000.
Prix : 50 F (+ port : 11,50 F).



Bibliographie :

Mazollier C., " désinfection : pour la vapeur, armez vous de patience ! " bulletin "13 de serres ", 1997
" Retour à l'ère de la vapeur ".
Echo des MIN n°127.

GRAB
(Groupe de recherche en agriculture biologique) Site Agroparc - BP 1222 - 84911 AVIGNON Cedex 9
Tél. : 04 90 84 01 70 - Fax : 04 90 84 00 37 - E-mail : grab@wanadoo.fr
ITAB
(Institut technique de l'Agriculture Biologique) - 149 rue de Bercy - 75595 PARIS Cedex 12
Tél. : 01 40 04 50 64 - Fax : 01 40 04 50 11
ONIPPAM
BP 8 - 04 130 VOLX
Tél. : 04 92 79 34 46 - Fax : 04 92 79 33 22 - E-mail : onippam@wanadoo.fr
ONIFLHOR
164 rue de javel - 75739 Paris Cedex 15

Juin 2000

Tous droits de traduction, d'adaptation, et de reproduction par tous procédés, réservés pour tous les pays.

Avec le soutien financier de l'ONIPPAM, de l'ONIFLHOR, des conseils régionaux PACA et Languedoc Roussillon.