

FICHES TECHNIQUES



Exploitation maraîchère en plein champ et sous abri, CA 13

SOMMAIRE

Fiche technique T1 : L'introduction d'un couvert végétal d'interculture	129
Fiche technique T2 : Les mesures prophylactiques : Désinfection et nettoyage	131
Fiche technique T3 : Les mesures prophylactiques : Gestion de la population initiale de bio-agresseur	133
Fiche technique T4 : Le matériel végétal	135
Fiche technique T5 : La gestion de la matière organique	137
Fiche technique T6 : La gestion de la fertilisation azotée	139
Fiche technique T7 : La gestion de la fertilisation phosphatée et potassique	141
Fiche technique T8 : La solarisation	143
Fiche technique T9 : La désinfection vapeur	145
Fiche technique T10 : La bio-fumigation	147
Fiche technique T11 : L'utilisation de macro-organismes	149
Fiche technique T12 : L'utilisation de micro-organismes	151
Fiche technique T13 : Le piégeage de masse	153
Fiche technique T14 : Le désherbage mécanique en plein : la herse étrille	155
Fiche technique T15 : Le désherbage mécanique en plein : la houe rotative	157
Fiche technique T16 : Le désherbage mécanique sur le rang	159
Fiche technique T17 : Le désherbage mécanique sur l'inter-rang	161
Fiche technique T18 : Le Faux-semis	163
Fiche technique T19 : Le désherbage thermique	165
Fiche technique T20 : La mise en place de paillages ou de mulchs	167

Fiche technique T21 : La mise en place de barrières physiques	169
Fiche technique T22 : Le traitement est-il opportun ?	171
Fiche technique T23 : Les conditions d'application des traitements chimiques	173
Fiche technique T24 : La gestion de l'environnement des abords de parcelles	175
Fiche technique T25 : Les techniques en cours d'études	177
Fiche technique T26 : L'indice de fréquence des traitements (IFT) et son mode de calcul	178

Fiche technique T1

L'INTRODUCTION D'UN COUVERT VÉGÉTAL D'INTERCULTURE



Définition de la technique

Implanter un couvert végétal pendant une période d'interculture (période séparant la récolte d'une culture et la mise en place de la suivante). En fonction des objectifs, le couvert peut avoir des appellations différentes : culture intermédiaire piège à nitrate, engrais verts, plantes pièges, cultures assainissantes...

Sur quelle(s) culture(s) ?

Toutes les cultures en fonction des périodes d'interculture.

Contre quel(s) bio-agresseurs ?

Divers bio-agresseurs sont défavorisés grâce à la mise en place d'un couvert végétal en interculture. Par exemple, les adventices grâce à l'effet d'allélopathie des Poacées, les champignons telluriques par stimulation de l'activité microbienne du sol... cf. fiche A3

Quand ?

Lors de la période d'interculture entre la récolte d'une culture et la préparation de la suivante.

Dans quelles conditions ?

La technique peut être utilisée aussi bien sous abri qu'en plein champ. Les couverts peuvent être implantés dans tous les types de sol et dans toutes les régions si l'espèce et l'itinéraire technique sont adaptés (quelques interventions peuvent être nécessaires, comme l'irrigation).

Bibliographie disponible (cf. fiche A2)

- Ghesquière J., Cadillon A., 2012, Choisir et réussir son couvert végétal pendant l'interculture en AB, Itab, 15 p.
- Mazollier C., Vedie H., 2008, Les engrais verts en maraîchage biologique, Grab, 8 p.

Réglementation

En zones vulnérables (directive nitrate) :

- la mise en place d'un couvert est obligatoire ; vérifier les dates d'implantation ;
- pour les légumineuses en culture pure ou associées, il faut vérifier les interdictions et les contrats environnementaux ;
- il faut vérifier la réglementation régionale quant à la date de destruction du couvert.

Effets induits

Temps de travail : (-) augmentation du temps de travail pour la préparation du semis, l'implantation, et la destruction du couvert.

Organisation du travail : (-) travaux à prévoir lors de la période d'interculture.

Économie : (-) augmentation des charges opérationnelles et de mécanisation en fonction de l'espèce implantée et des techniques de semis et de destruction ;

(+) Les coûts d'engrais peuvent être limités.

Agronomie : (+) limite le développement des adventices, l'érosion, la battance, l'altération de la structure du sol ;

(+) favorise l'activité biologique du sol, améliore l'état sanitaire du sol en fonction des espèces choisies ;

(+) permet le stockage de la matière organique, du carbone et de l'azote dans le sol, favorisant la fertilité des sols ;

(+) améliore la régularité et l'homogénéité de la culture suivante ;

(-) les espèces de la famille des Poacées peuvent entraîner une faim d'azote lors de leur décomposition ;

(-) certaines espèces ont des risques de repousses ou sont favorables à certains bio-agresseurs.

Qualité du produit : pas d'incidence.

Énergétique : (-) l'implantation et la destruction du couvert entraînent une consommation de carburant plus importante que le maintien du sol nu pendant l'interculture.

Environnement : (+) limite les fuites de nitrates ;

(+) Les auxiliaires, les pollinisateurs et la faune du sol peuvent être favorisés par la présence du couvert, de façon variable selon la ou les espèces choisies.

Fiche technique T1

L'INTRODUCTION D'UN COUVERT VÉGÉTAL D'INTERCULTURE

Mise en œuvre de la technique

* **Choix de l'espèce** (cf. fiche A3)

- * L'alternance des familles entre les couverts d'interculture et les cultures permet une meilleure régulation des bio-agresseurs et une complémentarité entre les effets des différentes espèces.
- * Les conditions de la parcelle doivent être prises en compte dans le choix de l'espèce, tant au niveau climatique (risques de sécheresse, de gel, fortes pluies...) qu'au niveau du pH, de la texture et des aménagements (irrigation...). Ces conditions influencent également les dates de semis possibles.
- * La durée de l'interculture varie en fonction du couple culture précédente-culture suivante. Il faut choisir un couvert ayant un cycle de développement adapté à cette durée. Elle peut entraîner un décalage d'implantation de la culture suivante.
- * Les objectifs de la mise en place du couvert (par exemple : piégeage de l'azote, fourniture d'azote pour la culture suivante, lutte contre les adventices, protection contre l'érosion, maintien de la matière organique, culture dérobée, structuration du sol, limitation des bio-agresseurs) déterminent le choix de l'espèce à planter.
- * Les contraintes liées au semis et à la destruction (coût et disponibilité des semences, facilité d'implantation, irrigation, fertilisation, disponibilité du matériel...) sont également importantes à prendre en considération.

* **Préparation du sol et semis**

- * L'objectif est d'obtenir rapidement un couvert homogène et dense.
- * La préparation du sol sera différente et plus ou moins complexe en fonction de la technique de semis choisie, de la succession culturale, de l'espèce et du type de sol.
- * La date de semis se raisonne en fonction de l'espèce, de la disponibilité en eau et de la situation de la parcelle (présence d'adventices, culture suivante...).
- * Diverses techniques de semis sont possibles : le semis avant ou pendant la récolte sans préparation du sol ou après la récolte avec une préparation du sol dépend de l'espèce choisie. Dans tous les cas, le semis peut être réalisé à la volée ou en ligne.
- * Sous abri ou en l'absence de pluie, une irrigation par aspersion permet d'assurer une croissance rapide et régulière.

* **En cours de culture**

- * Des irrigations peuvent être envisagées en cas d'humidité insuffisante du sol lorsque le coût du passage est compensé par un meilleur développement du couvert.
- * Le développement du couvert peut faire l'objet de plusieurs fauches (sorgho) afin d'éviter sa lignification et sa montée à graines.

* **Destruction du couvert**

- * La date de destruction du couvert varie en fonction des objectifs de la mise en place du couvert, de l'espèce (éviter la montée à graines et la lignification des tissus), du type de sol (le couvert met plus ou moins de temps à se décomposer), et du temps de préparation du sol pour l'implantation de la culture suivante.
- * La technique de destruction (labour, broyage, déchaumage, gel, roulage) varie en fonction de l'espèce choisie, de la saison, du matériel disponible, de l'état du sol et de l'objectif visé. Les résidus doivent être incorporés au sol superficiellement (10-15 cm de profondeur), immédiatement ou après un temps de séchage. Pour obtenir un bon lit de semences et éviter le risque de mouches des semis, il ne faut pas incorporer de résidus frais ; un délai de remise en culture de 2 mois est nécessaire avant la mise en place d'un légume d'industrie. Pour un objectif de biofumigation (FT 10), l'incorporation des résidus doit être immédiate.

Technique pouvant être associée pour une meilleure efficacité

Dans certaines régions et avec certaines espèces, une solarisation (FT 8) peut permettre une désinfection thermique du sol.

Fiche technique T2

LES MESURES PROPHYLACTIQUES : DÉSINFECTION ET NETTOYAGE



Définition de la technique

Ensemble des mesures pouvant être conseillées afin de prévenir ou de défavoriser l'installation d'un bio-agresseur et son développement sur un territoire. Ici on s'intéressera à la désinfection et au nettoyage des différents matériels et structures de serres et d'abris.

Sur quelle(s) culture(s) ?

Toutes les cultures sous abris, serres et plein champ sont concernées.

Contre quel(s) bio-agresseurs ?

Différents bio-agresseurs telluriques (nématodes, *Pythium...*), aériens (acariens, bactéries, virus...) et adventices peuvent être visés. La technique évite la contamination de nouvelles parcelles.

Quand ?

Les diverses techniques sont utilisables à différents moments de la culture, mais aussi lors de l'interculture.

Dans quelles conditions ?

Aucune condition particulière n'est requise.

Bibliographie disponible

- Mazollier C. *et al.*, 2009, Fiche 1 : Contrôler les bio-agresseurs en AB : prophylaxie, méthodes culturales et lutte indirecte, RMT DévAB, 4 p.

- Trottin-Caudal Y. *et al.*, 2006, Protection des cultures légumières sous abri et de plein champ, La prophylaxie et les méthodes de lutte indirecte, Cas de la tomate et de la carotte. Infos-CTIFL n° 224, 36-42.

Réglementation

Aucune réglementation particulière pour cette technique, sauf dans les zones concernées par un ou plusieurs organismes de quarantaine.

Effets induits

Temps de travail : (-) augmentation du temps de travail en fonction de la technique.

Organisation du travail : (-) réorganisation du travail pour limiter la fréquence des passages entre parcelles/abris/serres infectés-non infectés.

Économie : (+) le coût de la technique paraît faible par rapport à la limitation du risque (fonction de la technique).

Agronomie : pas d'incidence

Qualité du produit : pas d'incidence.

Énergétique : (+) *a priori* moindre si réduction des applications de traitements, mais des trajets supplémentaires peuvent être occasionnés pour le lavage du matériel.

Environnement : (+) réduction du risque de pollution des eaux et de l'air si des traitements sont évités ou retardés.

Fiche technique T2

LES MESURES PROPHYLACTIQUES : DÉSINFECTION ET NETTOYAGE

Mise en œuvre de la technique

Les différentes techniques disponibles

* **Nettoyage et désinfection des abris** : entre deux cultures, l'ensemble des zones de l'abri doit être lavé puis désinfecté afin d'éliminer les bio-agresseurs pouvant y trouver refuge (acariens tétranyques, spores de champignons...) et d'éliminer les traces de produits phytosanitaires pouvant pénaliser la mise en place d'auxiliaires dans la culture suivante.

* **Période de vide sanitaire** : entre deux cultures, un vide sanitaire correspondant à un vidage complet des serres et des abris pendant une durée minimale de deux semaines consécutives est nécessaire afin de rompre le cycle de développement de bio-agresseurs et de les éliminer.

* **Entretiens des abords des abris et des serres** : broyage, désherbage... sont opérés pour limiter les zones refuges des bio-agresseurs et leur multiplication.

* **Nettoyage et désinfection du réseau d'irrigation** : aussi bien en serre qu'en abri ou plein champ (dans la mesure du possible), le réseau d'irrigation doit être lavé/nettoyé et désinfecté lorsqu'il y a un risque de présence de bio-agresseurs transmissibles (mécaniquement, par contact...). La désinfection peut être réalisée à l'aide d'eau de Javel concentrée entre 1 à 3 %. L'irrigation est alors de 400 cm³ par goutteur, soit à peu près 100 à 300 l/ha d'eau de Javel. Le pH mesuré doit être entre 10 et 11. Le réseau doit être rincé par le goutte à goutte 12 heures après. Certains goutteurs ne résistent pas à l'eau de Javel ; dans ce cas, l'utilisation de peroxyde d'hydrogène à la dose de 30 l/ha dans 400 cm³ d'arrosage est recommandée.

* **Nettoyage et désinfection du matériel de travail** : en cas de risque, il est conseillé de nettoyer les engins agricoles (tracteurs, outils de travail du sol...) entre deux parcelles, deux abris, deux serres, voire deux rangées de plantes afin de réduire le risque de dissémination et de contamination. De même, les équipements (caisses de récolte, petits outils...), bottes, chaussures et les mains doivent être nettoyés et désinfectés régulièrement.

Techniques pouvant être associées pour une meilleure efficacité

La combinaison de ces techniques avec les autres techniques prophylactiques améliore leur efficacité (FT 3).

Fiche technique T3

LES MESURES PROPHYLACTIQUES : GESTION DE LA POPULATION DE BIO-AGRESSEUR



Définition de la technique

Ensemble des mesures visant à prévenir ou défavoriser l'installation et le développement d'un bio-agresseur sur un territoire déterminé. Ici on s'intéressera à la gestion de la population initiale de bio-agresseurs.

Contre quel(s) bio-agresseurs ?

Tous les bio-agresseurs telluriques (nématodes, rhizoctone...) aériens (virus, bactéries, mouches, *Botrytis*...) et adventices (chiendent...).

Bibliographie disponible

- Mazollier C. *et al.*, 2009, Fiche 1 : Contrôler les bio-agresseurs en AB : prophylaxie, méthodes culturales et lutte indirecte, RMT DévAB, 4 p.
- Trottin-Caudal Y. *et al.*, 2006, Protection des cultures légumières sous abri et de plein champ, La prophylaxie et les méthodes de lutte indirecte, Cas de la tomate et de la carotte. Infos-CTIFL n° 224, 36-42.

Sur quelle(s) culture(s) ?

Toutes les cultures sous serres, sous abris et plein champ.

Quand ?

Les diverses techniques sont utilisables à différents moments de la culture, mais aussi lors de l'interculture.

Dans quelles conditions ?

Conditions spécifiques à chacun des leviers

Réglementation

Aucune réglementation particulière pour cette technique.

Effets induits

Temps de travail : (-) augmentation possible du temps de travail.

Organisation du travail : (-) réorganisation du travail pour limiter la fréquence des passages entre parcelles ou abris et éviter les contaminations.

Économie : (+) pas d'investissement lié à cette technique.

Agronomie : (+) meilleur fonctionnement des sols dans le cas des successions diversifiées.

Qualité du produit : pas d'incidence.

Énergétique : (+) *a priori* moindre si réduction des applications de traitements.

Environnement : (+) réduction du risque de pollution des eaux et de l'air avec la diminution des traitements.

Fiche technique T3

LES MESURES PROPHYLACTIQUES : GESTION DE LA POPULATION DE BIO-AGRESSEUR

Mise en œuvre de la technique

Les différents leviers disponibles

- * **La détection précoce** : repérer les foyers d'inoculum précocement dans la parcelle ou aux abords permet d'intervenir dans les conditions optimales et/ou de manière localisée (binage, effeuillage, lâcher d'auxiliaires...) pour enrayer le développement du bio-agresseur. La formation et l'implication des salariés est impérative.
- * **La succession** : introduire des cultures et/ou des intercultures non hôtes limite l'accroissement des populations de bio-agresseurs associés à une culture donnée et participe au maintien de la biodiversité dans les sols, qui peut être à la base d'une moindre pression parasitaire pour certains champignons telluriques.
- * **La gestion du climat** : selon le bio-agresseur visé dans la serre ou l'abri, éviter les conditions climatiques favorables à son développement en favorisant l'aération, l'homogénéité du climat dans la serre ou l'abri et en utilisant des techniques comme la brumisation, le chauffage...
- * **La gestion des apports hydriques et minéraux** : répondre aux exigences des plantes afin de ne pas provoquer de stress lié à l'excès ou au manque d'eau ou de fertilisant participe à une moindre sensibilité de la culture aux attaques de bio-agresseurs. L'homogénéité des apports sur la parcelle et la qualité sanitaire de l'eau d'irrigation sont importantes.
- * **Le travail du sol** : réaliser les travaux de préparation du sol dans des conditions optimales d'humidité entraîne une bonne structure et évite la formation d'une « semelle ». Celle-ci empêche le bon développement racinaire et favorise le développement des bio-agresseurs telluriques. Travailler les parcelles les plus contaminées en dernier afin d'éviter toute nouvelle contamination.
- * **Le semis/plantation** : les dates doivent être définies en fonction du type de culture (abri, plein champ...), des équipements (type d'abri, chenilles...) et, si possible, des risques de présence des bio-agresseurs. Le non-respect des plannings de semis/plantation favorise la sensibilité des cultures aux bio-agresseurs.
- * **Entretien de la culture** : les opérations culturales (taille, palissage, binage...) peuvent être à l'origine de blessures, portes ouvertes à certains bio-agresseurs. Il faut donc les réaliser dans de bonnes conditions. Les pratiques culturales de taille ou de palissage ont un effet sur l'architecture du couvert. La taille permet d'éliminer les premiers organes atteints par le (ou les) bio-agresseurs aériens ou d'éliminer les organes qui leur sont le plus sensibles. Le palissage comme la taille permettent une meilleure aération du couvert, créant ainsi un microclimat moins favorable au développement des bio-agresseurs : diminution de l'humidité, augmentation de la pénétration de la lumière et de la température.
- * **En cours de culture** : éliminer les plantes touchées et dans certains cas les plantes voisines (*Coryne bacterium* de la tomate...), représentant un risque élevé de dissémination. En présence de bio-agresseurs telluriques, arracher la plante avec le maximum de racines. Une attention particulière doit être portée sur la gestion des tas de déchets (enfouis, bâcher...) afin d'éviter la survie du bio-agresseur. Travailler les parcelles les plus contaminées en dernier afin d'éviter toute nouvelle contamination.

Techniques pouvant être associées pour une meilleure efficacité

La combinaison de ces techniques avec les autres techniques prophylactiques augmente leur efficacité (FT 2).

Fiche technique T4

LE MATÉRIEL VÉGÉTAL



Définition de la technique

Ensemble des choix techniques, relatif aux semences et aux plants visant à prévenir ou défavoriser l'installation et le développement d'un bio-agresseur dans une culture. Les choix portent sur l'utilisation de variétés résistantes (totales ou partielles), l'utilisation de semences et plants sains, leur traitement préventif, le greffage...

Sur quelle(s) culture(s) ?

Toutes les cultures sous serre, sous abri et plein champ. cf. fiche A2 concernant les résistances existantes.

Contre quel(s) bio-agresseurs ?

Nombreux bio-agresseurs : virus (LSMV...), bactéries (*Xanthomonas*...), champignons (*Fusarium*, *Bremia*...), nématodes et adventices (pureté spécifique des semences).

Quand ?

Avant le semis ou la plantation.

Dans quelles conditions ?

Pour le greffage ou les traitements de semences ou de plants, des conditions particulières doivent être respectées.

Bibliographie disponible

- Itab, 2008, Journée technique : Traitements biologiques des semences, Focus sur la thermothérapie, Paris, 79 p.
- Trottin-Caudal Y. *et al.*, 2006, Protection des cultures légumières sous abri et de plein champ, La prophylaxie et les méthodes de lutte indirecte, Cas de la tomate et de la carotte, Infos-CTIFL n° 224, 36-42.
- <http://e-phy.agriculture.gouv.fr/>

Réglementation

Toutes les variétés utilisées doivent être inscrites au catalogue officiel.
Aucune réglementation particulière pour les techniques présentées, sauf lorsque les traitements de semences sont réalisés avec des produits phytopharmaceutiques ; dans ce cas, il faut vérifier les autorisations de mise sur le marché.

Effets induits

Temps de travail : (+) si la technique utilisée permet de réduire le nombre de traitements en cours de culture ;

(-) pour les techniques réalisées sur l'exploitation agricole.

Organisation du travail : pas d'incidence, sauf si les traitements de semences ou de plants, ou si le greffage sont faits sur l'exploitation ;

(-) observation à la réception des plants.

Économie : (-) coûts plus élevés des semences (pureté, traitements, résistances) ou des plants (greffage).

Agronomie : (-) risque de contournements de résistances plus ou moins rapide.

Qualité du produit : (+) meilleure qualité si réduction des dommages.

Énergétique : (+) diminution de la consommation des énergies lorsque des traitements sont évités.

Environnement : (+) augmentation de la biodiversité fonctionnelle si des traitements sont évités ;

(+) diminution des transferts de produits phytopharmaceutiques vers l'eau, l'air et diminution des rejets de GES.

Fiche technique T4

LE MATÉRIEL VÉGÉTAL

Mise en œuvre de la technique

* **Choix des variétés résistantes** : la fiche A2 présente les différentes résistances qui existent pour l'ensemble des cultures légumières. Le choix est à raisonner en fonction des risques potentiels ou des problèmes déjà rencontrés sur l'exploitation.

* **Greffage** : il consiste à utiliser le potentiel agronomique d'une variété sensible sur le système racinaire d'une variété résistante à un ou plusieurs bio-agresseurs telluriques. Ce greffage doit limiter le risque, voire améliorer la valeur agronomique de la variété. Le greffage permet de cultiver des variétés pour lesquelles les travaux de sélection n'ont pas abouti à l'introduction de résistances. Aujourd'hui, le greffage est couramment pratiqué sur l'aubergine, la tomate, le concombre, le melon et plus rarement sur le poivron.

* **Utilisation de semences et de plants sains** : des bio-agresseurs comme des champignons, bactéries, virus, nématodes peuvent se maintenir dans l'embryon ou le tégument de la semence. Pour certains organismes de quarantaine, il existe des contrôles phytosanitaires des semences obligatoires. Il faut vérifier la pureté spécifique des lots de semences pour garantir l'homogénéité de la variété et limiter la présence d'adventices. Pour les plants, il existe un passeport phytosanitaire qui assure la provenance des plants et permet de connaître les traitements effectués en pépinière. Avant plantation, une observation visuelle permet de détecter précocement la présence de certains bio-agresseurs et d'écarter les plants douteux.

* Traitements de semences et de plants

* **Produits phytopharmaceutiques** : cette technique permet d'obtenir des semences et des plants sains et peut, dans certains cas, éviter un traitement en végétation ou retarder l'installation d'un bio-agresseur. Cependant, le traitement des semences ne doit pas être systématique, mais décidé en fonction du risque de présence du bio-agresseur. Ces traitements peuvent être effectués à l'aide de produits phytopharmaceutiques, d'extraits de plantes (études en cours), d'huiles essentielles (études en cours), de micro-organismes...

* **Thermothérapie** : technique permettant la désinfection des semences ou des plants grâce à un passage dans l'eau chaude à une température constante pendant une courte durée. Cette technique, lorsqu'elle est mal réalisée, peut entraîner une diminution de la faculté germinative des semences. La thermothérapie peut par exemple être utilisée sur les bulbes d'échalotes contre *Botrytis*, *Sclerotinia*, le mildiou... Le trempage est alors de 2 h dans une eau à 43 °C.

* **Macro-organismes** : des lâchers de *Macrolophus pygmaeus* en pépinière facilitent une installation précoce des prédateurs et peuvent améliorer le contrôle des bio-agresseurs aériens dès leur arrivée (aleurodes, *Tuta absoluta*...).

Techniques pouvant être associées pour une meilleure efficacité

La combinaison de ces techniques avec les autres techniques prophylactiques est importante (FT 2-3).

Fiche technique T5

LA GESTION DE LA MATIÈRE ORGANIQUE



Définition de la technique

Un sol bien pourvu en matières organiques est moins favorable au développement et à la propagation des bio-agresseurs telluriques. Les matières organiques améliorent la fertilité des sols en favorisant la stabilité structurale, l'activité biologique des sols, le maintien ou l'augmentation de la capacité de rétention en eau et la CEC... La teneur souhaitable est de 2 à 3 %, en fonction de la texture du sol. Il est recommandé de réaliser des apports réguliers lorsque la teneur est inférieure à 2 %.

Contre quel(s) bio-agresseurs ?

Divers bio-agresseurs telluriques (*Pythium*, *Fusarium*, nématodes...), incidence variable selon le type d'amendement organique.

Bibliographie disponible

- Lashermes G. *et al.*, 2009, Indicator of potential residual carbon in soils after exogenous organic matter application, *European Journal of Soil Science*, 60, 297-310.
- Leclerc B., 2002, Guide des matières organiques, tomes 1 et 2, Itab, 240 p et 96 p.
- <http://www.agriculture-paca.fr/agriculture-biologique/les-fiches-matieres-organiques.html>

Sur quelle(s) culture(s) ?

Toutes les cultures sous abri et en plein champ.

Quand ?

Pour optimiser les bénéfices des apports sur la culture et pour limiter les risques de pollution de l'environnement (nitrates), il est conseillé de réaliser les apports 1 à 2 mois avant la mise en place de la culture ou au printemps pour les sols à fort pouvoir stockant. La fréquence des apports est fonction du type d'amendement (vitesse de minéralisation plus ou moins rapide), de la quantité apportée et de l'objectif (maintien de l'humus, fertilisation des cultures...).

Dans quelles conditions ?

Il est préférable d'enfouir les apports afin de limiter les pertes d'azote sous forme d'ammoniac, de protoxyde d'azote et d'azote nitreux.

Réglementation

Les apports de matières organiques sont encadrés par différents textes réglementaires concernant leur mise en marché (Code rural), la loi sur l'eau, la loi sur les installations classées, la directive Nitrate...

Effets induits

Temps de travail : (-) augmentation du temps de travail variable selon la forme et la quantité apportée.

Organisation du travail : (-) les apports doivent être anticipés et intégrés au calendrier de travail.

Économie : (+) à long terme, diminution de l'achat d'engrais minéraux ;

(-) achat de matières organiques et coût d'épandage.

Agronomie : (+) amélioration de la fertilité du sol permettant une augmentation du rendement ;

(+) augmentation de la réserve utile ;

(+) amélioration de la stabilité structurale qui devient moins sensible à la dégradation ;

(-) les produits à C/N élevés apportés juste avant la culture risquent de provoquer des faims d'azote ;

(-) l'apport de matières organiques avant la culture peut avoir un effet attractif pour certains bio-agresseurs (ex : mouche des semis).

Qualité du produit : pas d'incidence.

Énergétique : (+) diminution de la consommation d'énergie fossile due à la réduction d'apport d'engrais minéraux et au travail du sol rendu plus facile.

Environnement : (+) augmentation de l'activité biologique du sol.

Fiche technique T5

LA GESTION DE LA MATIÈRE ORGANIQUE

Mise en œuvre de la technique

* Évaluer les besoins en matière organique

☛ **Observations terrain** : un profil de sol permet de mettre en évidence les caractéristiques physiques (structure, porosité, compaction...) et biologiques du sol, et d'en observer d'éventuels dysfonctionnements. Pour mesurer l'impact des pratiques culturales, l'observation et la description des horizons supérieurs (profil cultural) et des mottes est nécessaire. Il est recommandé de réaliser un profil de sol lors de l'acquisition de nouvelles parcelles et un profil cultural en cours de culture.

☛ **Analyse en laboratoire** : il est préconisé de réaliser une analyse de terre tous les 4 ans afin de suivre l'évolution du taux et de la stabilité de la matière organique. Cette analyse permet de connaître le taux de matière organique du sol calculé à partir du carbone organique total. Le ratio carbone sur azote total (C/N) est un indicateur de la dynamique de décomposition de la matière organique. Lorsque le C/N est supérieur à 12, cela signifie que la décomposition est faible et que la matière organique s'accumule. Lorsque le C/N est inférieur à 10, la décomposition est rapide et le stock diminue. Un nouvel indice de stabilité de la matière organique (ISMO, en %) est plus précis et est étalonné pour un plus grand nombre de produits. C'est un indicateur du comportement de la décomposition de la matière organique. Lorsque l'ISMO est proche de 100 %, cela signifie que la décomposition est faible ; lorsqu'il est proche de 0 %, la décomposition est rapide. Le fractionnement granulométrique sépare les particules les plus grosses (> 200 µm) ayant un renouvellement rapide des plus petites (< 50 µm) qui sont plus protégées de la dégradation. La méthode BRDA-Hérody permet de différencier différentes fractions de matières organiques selon leur caractère plus ou moins actif, stable et lié à la fraction minérale.

☛ **Choix de la matière organique à apporter** : les produits organiques peuvent être classés dans plusieurs catégories en fonction de leur C/N et de leur ISMO. Les produits à ISMO ou C/N moyen à élevé (composts de déchets verts, de fumiers...) ont un effet fertilisant direct limité, mais à moyen-long terme augmentent le taux d'humus du sol. Les produits à ISMO ou C/N faible (fientes de volailles, fumiers de porcs...) présentent un effet fertilisant direct et ont peu d'effet sur le taux d'humus.

☛ **Fréquence des apports** : elle est fonction de l'ISMO ou du C/N du produit (élevé, moyen, faible), de la quantité (ajustement aux besoins de la culture, adaptée au sol...) et de l'objectif (augmenter l'activité biologique, fertiliser les cultures, entretenir le taux d'humus...). Les apports peuvent alors soit être fractionnés au moment des besoins de la culture, soit être réguliers (1 à 2 fois/an) ou espacés (tous les 2 à 3 ans).

☛ **Adaptation des apports** : (i) en fonction du sol ; lorsque le sol est équilibré, des apports de matières organiques réguliers à comportement mixte comme les fumiers (stables et minéralisables rapidement) est préconisé. Lorsque le taux de matière organique est faible, il est recommandé d'apporter des produits stables (composts de déchets verts). Lorsque le taux de matière organique est élevé, des produits facilement minéralisables sont à privilégier (fientes) ; (ii) en fonction des cultures et de leurs besoins en éléments fertilisants (FT 6-7) ; (iii) en fonction des pratiques ; le travail du sol profond et répété, l'irrigation et le paillage augmentent la minéralisation de la matière organique. Les résidus de culture enfouis apportent des matières organiques fraîches facilement minéralisables. Dans tous les cas, les matières organiques à apporter doivent être préalablement analysées afin de connaître les teneurs en N-P-K et d'éviter toute surfertilisation.

☛ **Calcul des quantités à apporter** : l'idéal est au moins de veiller à ce que le stock de matière organique ne diminue pas ; il faut donc compenser les pertes par minéralisation. Il est souhaitable que le taux soit compris entre 2 et 4 % en fonction de la texture du sol, mais le rehaussement est long et difficile.

Techniques pouvant être associées pour une meilleure efficacité

L'ensemble des techniques de production intégrée, en réduisant l'utilisation des produits phytopharmaceutiques qui dégradent l'activité biologique du sol.

Fiche technique T6

LA GESTION DE LA FERTILISATION AZOTÉE



Définition de la technique

Une gestion raisonnée de la fertilisation azotée revient à maîtriser les quantités d'azote apportées et leur répartition au cours du cycle cultural pour répondre aux besoins de la culture. En effet, des apports excessifs d'azote peuvent interférer avec le développement des bio-agresseurs.

Contre quel(s) bio-agresseurs ?

Des bio-agresseurs telluriques (ex : *corky root*), des bio-agresseurs aériens (ex : pucerons) et des adventices (ex : rumex). En cours d'étude.

Bibliographie disponible

- CTIFL, 2012, Eléments de décision pour une fertilisation raisonnée en azote sur les cultures fruitières et légumières, 10 p.
- Raynal C., Le Quillec S., Grasselly D., 2007, Guide pratique : Fertilisation azotée des légumes sous abris, CTIFL, 102 p.
- Raynal C., 2005, PILazo® gestion de l'azote, CTIFL, 77 p.

Sur quelle(s) culture(s) ?

Toutes les cultures.

Quand ?

Afin de raisonner la fertilisation, il faut connaître les teneurs d'azote dans le sol avant la culture, pendant celle-ci ou dans la plante.

Dans quelles conditions ?

Éviter les conditions favorables à la volatilisation : faible hygrométrie, forte chaleur, vent. Les apports doivent être réalisés lorsqu'il est prévu entre 15 et 20 mm de précipitations dans les 15 jours suivants, mais pas plus pour éviter le lessivage.

Réglementation

- Directive nitrates : délimite des zones vulnérables dans lesquelles il existe des périodes d'interdiction d'épandage de fertilisants azotés, des restrictions d'épandage dans les zones à risques (eaux de surface...), un maximum de 170 kg/ha d'azote provenant d'effluents d'élevage.
- Directive cadre sur l'eau : son objectif est d'atteindre un bon état écologique de toutes des masses d'eau d'ici 2015.

Effets induits

Temps de travail : (-) augmentation du temps de travail pour réaliser les mesures avant et pendant la culture.

Organisation du travail : (-) pour le fractionnement des doses, il faut réaliser plusieurs passages.

Économie : (+) diminution des achats de fertilisants azotés à la stricte quantité nécessaire pour couvrir les besoins des cultures ; (-) augmentation de la consommation de carburant lors du fractionnement des doses apportées.

Agronomie : (+) diminution du risque de certaines maladies aériennes et telluriques ;

(+) augmentation des rendements lorsque l'azote est apporté aux stades de développement où la culture en a le plus besoin.

Qualité du produit : (+) la réduction des bio-agresseurs entraîne une meilleure qualité visuelle.

Énergétique : (+) réduction des dégagements de CO2 liés à la fabrication d'engrais minéraux, la diminution est plus importante que l'augmentation par le passage supplémentaire d'épandeur à engrais.

Environnement : (+) diminution des transferts d'azote vers l'eau et l'air.

Fiche technique T6

LA GESTION DE LA FERTILISATION AZOTÉE

Mise en œuvre de la technique

* **Méthode du bilan** : le principe est l'équilibre entre les fournitures d'azote et les besoins de la culture définis par rapport aux objectifs de production

$$X = B - (Mn + Ri - Pl - Rf)$$

avec X : quantité d'azote nécessaire sous forme d'engrais ; Mn : minéralisation nette ; Ri : azote minéral à l'ouverture du bilan (reliquat d'azote minéral) ; Pl : pertes par lessivage ; Rf : azote minéral à la fermeture du bilan.

* **Outils d'aide à la décision** (vérifier les cultures pour lesquelles elles sont décrites)

* **Azofert**[®] : outil permettant de calculer la dose d'engrais à apporter en fonction des fournitures du sol dont la minéralisation des matières organiques.

* **Nitrachek**[®] : outil permettant la mesure rapide de l'azote minéral disponible dans le sol avant et pendant la culture.

* **Grilles Zénit**[®] : outil permettant de définir la dose d'engrais à apporter en fonction des fournitures du sol.

* **Indice de nutrition azotée (INN)** : outil de référence réalisé en laboratoire pour évaluer l'état azoté d'une culture.

$$INN = \frac{\%N \text{ mesuré}}{\%N \text{ critique}}$$

INN = 1 : état de nutrition optimal.

INN > 1 : état de surfertilisation par rapport aux besoins de la culture.

INN < 1 : état de carence azotée pour la plante ; un apport est recommandé.

* **PiLazo**[®] : outil permettant de définir la dose d'azote à apporter en fonction des fournitures du sol et d'ajuster les apports en fonction des besoins de la culture tout au long de son cycle de développement. Il s'appuie sur un test sol pour la dose à apporter, sur un test nitrates à partir des pétioles des jeunes feuilles, puis sur une grille de décision pour ajuster les apports.

* **Le fractionnement en cours de culture** : les besoins en azote des plantes sont évolutifs au cours du cycle cultural. Certains stades de développement mobilisent plus d'azote que d'autres ; il convient donc de repérer ces stades afin d'apporter l'engrais lorsque la plante en a le plus besoin. Le fractionnement permet de plus de favoriser la valorisation des fournitures d'azote par le sol et de limiter les pertes temporaires par réorganisation ou définitives par volatilisation ou lixiviation.

* **Quelques exemples des besoins en azote** :

Espèces	Besoins N (kg/ha)	Potentiel de rendement (t/ha)
Aubergine sous abri	220	120
Chicorée frisée d'été	130	54
Melon sous abri	90-120	20-40
Melon plein champ	60-100	20-30
Poireau	160-225 (selon créneaux)	50-80 (selon créneaux)

Techniques pouvant être associées pour une meilleure efficacité

L'ensemble des techniques de production intégrée. La gestion de la fertilisation azotée se raisonne de manière globale sur la succession culturale, avec notamment les apports de matières organiques.

Fiche technique T7

LA GESTION DE LA FERTILISATION PHOSPHATÉE ET POTASSIQUE



Définition de la technique

Une gestion raisonnée de la fertilisation phosphatée et potassique revient à maîtriser les quantités apportées pour répondre aux besoins de la culture. En effet, des apports excessifs en phosphore ou potasse peuvent interférer dans le développement de bio-agresseurs telluriques, aériens et d'adventices.

Sur quelle(s) culture(s) ?

Toutes les cultures sous serre, sous abri et plein champ.

Contre quel(s) bio-agresseurs ?

Des bio-agresseurs telluriques (ex : *Fusarium oxysporum*), des bio-agresseurs aériens (ex : *Bremia lactucae*) et des adventices (ex : pâturin).
En cours d'étude.

Quand ?

Afin de raisonner la fertilisation, il faut connaître les teneurs en phosphore et en potasse dans le sol avant la culture.

Dans quelles conditions ?

Éviter les conditions favorables au ruissellement : fortes pluies et orages selon les régions. Les apports doivent être réalisés lorsque les plantes en ont le plus besoin et quand il est prévu entre 15 et 20 mm de précipitations dans les 15 jours suivants, mais pas plus pour éviter le lessivage.

Bibliographie disponible

- Castillon P., Denoroy P., Duval R., Eveillard P., Le Souder C., Villette C., 2007, Teneur en P, K et Mg des organes végétaux récoltés, pour les cultures de plein champ et les principaux fourrages, Comifer, 6 p.

- http://www.arvalis-infos.fr/file/galleryelement/pj/64/8f/c9/41/seuils_pk_regionaux_v7341752814230201015.pdf.

- <http://comifer.asso.fr/>

Réglementation

Directive cadre sur l'eau : son objectif est d'atteindre un bon état écologique de toutes des masses d'eau d'ici 2015.

Effets induits

Temps de travail : (-) augmentation du temps de travail pour réaliser les mesures avant et pendant la culture.

Organisation du travail : pas d'incidence.

Économie : (+) diminution des achats de fertilisants à la stricte quantité nécessaire pour couvrir les besoins des cultures.

Agronomie : (+) diminution du risque de certaines maladies aériennes et telluriques.

Qualité du produit : (+) la réduction des bio-agresseurs peut entraîner une meilleure qualité visuelle.

Énergétique : (+) réduction des dégagements de CO₂ liés à la fabrication d'engrais minéraux ;

(+) diminution de la consommation en carburant lorsque des apports sont supprimés.

Environnement : (+) diminution des transferts de phosphore et de potasse vers l'eau.

Fiche technique T7

LA GESTION DE LA FERTILISATION PHOSPHATÉE ET POTASSIQUE

Mise en œuvre de la technique

Méthode du Comifer

* **Méthode de calcul** : la dose de phosphore et de potasse à apporter dépend de quatre critères : l'exigence de la culture, la teneur du sol à l'analyse de terre, le passé récent de fertilisation et les résidus de la culture précédente.

Dose de P₂O₅ ou de K₂O conseillée (kg/ha) = coefficient multiplicatif des exportations × rendement prévu × teneur en P₂O₅ ou K₂O dans les exportations.

* Aides au calcul

* **Analyses de sol** : l'analyse chimique du sol permet de connaître la teneur en P₂O₅ et en K₂O disponible dans le sol. Cette valeur sert à déterminer, que le sol soit bien pourvu en éléments fertilisants ou non.

* **Identification des teneurs seuils** : elles sont fonction de la région, du type de sol et de la méthode de quantification (Olsen ou Joret-Hebert). Ces teneurs ont été regroupées par Arvalis :

http://www.arvalis-infos.fr/file/galleryelement/pj/64/8f/c9/41/seuils_pk_regionaux_v7341752814230201015.pdf.

* **Cultures légumières très exigeantes** : aubergine, betterave, blette, céleri branche, céleri rave, chou pommé, chou-fleur, brocoli, concombre, cornichon, courgette, épinard, fenouil, fraisier, maïs, melon, pomme de terre, potiron, tomate.

* **Cultures légumières moyennement exigeantes** : asperge, carotte, chicorée, fève, haricot vert, haricot sec, poireau, pois, radis d'hiver, salsifis, scorsonère.

* **Cultures légumières peu exigeantes** : ail, chou de Bruxelles, crosne, échalote, endive, laitue, mâche, navet, oignon, radis.

* Grilles des coefficients multiplicatifs des exportations :

P ₂ O ₅	Nb. d'années sans apport depuis la dernière fertilisation	Teneur du sol						
		Teneur faible	Tenf.	Temp. -10%	Temp. +10%	2x Temp.	3x Temp.	Teneur élevée
Cultures très exigeantes Betterave sucrière Colza - Luzerne Pomme de terre	0	2.2	1.5	1.2	1.0	0.8	0	0
	1 an	3.3	2.0	1.5	1.2	1.0	0	0
	2 ans ou +	3.7	2.7	2.0	1.5	1.2	0.8	0
Moyennement exigeantes Blé / Blé - Blé dur Maïs fourrage - Pois Orge - R.G. - Sorgho	0	1.6	1.0	1.0	0	0	0	0
	1 an	1.8	1.2	1.0	1.0	0.8	0	0
	2 ans ou +	2.0	1.7	1.5	1.2	1.0	0.6	0
Cultures peu exigeantes Avoine - Blé tendre Maïs grain - Seigle Soja - Tournesol	0	1.3	1.0	0.8	0	0	0	0
	1 an	1.6	1.0	1.0	0	0	0	0
	2 ans ou +	1.6	1.2	1.0	1.0	0.8	0	0

K ₂ O	Nb. d'années sans apport depuis la dernière fertilisation	Teneur du sol						
		Teneur faible	Tenf.	Temp. -10%	Temp. +10%	2x Temp.	3x Temp.	Teneur élevée
Cultures très exigeantes Betterave sucrière Pomme de terre	0	1.7	1.2	1.0	0.8	0.6	0	0
	1 an	2.0	1.4	1.2	1.0	0.8	0	0
	2 ans ou +	2.3	1.5	1.4	1.2	1.0	0.8	0
Moyennement exigeantes Colza - Maïs grain Pois - Tournesol Luzerne	0	1.6	1.2	1.0	0	0	0	0
	1 an	2.2	1.4	1.2	1.0	0.5	0	0
	2 ans ou +	2.2	1.6	1.4	1.2	1.0	0.8	0
Cultures peu exigeantes Blé tendre - Blé dur Orge - Avoine - Seigle	0	1.2	1.0	1.0	0	0	0	0
	1 an	1.2	1.1	1.0	0	0	0	0
	2 ans ou +	1.2	1.2	1.0	1.0	1.0	0	0

* Quelques exemples des teneurs en P₂O₅ ou K₂O dans les exportations :

Espèces (http://www.comifer.asso.fr/)	Exportation P ₂ O ₅ (kg/t récolté)	Exportation K ₂ O (kg/t récolté)
Artichaut	1,30	5,75
Courgette (plein champ)	0,65	2,10
Melon (plein champ)	0,90	4,45
Poireau d'hiver	0,80	4,20
Laitue (plein champ)	0,55	3,50

Technique pouvant être associée pour une meilleure efficacité

L'ensemble des techniques de production intégrée. La gestion de la fertilisation phospho-potassique se raisonne de manière globale sur la succession culturale, avec notamment les apports de matières organiques.

Fiche technique T8

LA SOLARISATION



Définition de la technique

Désinfecter les couches superficielles du sol pour détruire les bio-agresseurs par la mise en place d'un film plastique permettant une élévation de la température grâce au rayonnement solaire.

Contre quel(s) bio-agresseurs ?

Salade : *Oplidium*, *Sclerotinia*, *Rhizoctonia*, *Pythium*
Melon : *Sclerotinia*, *Rhizoctonia*
Courgette : *Fusarium solani*
Nématodes (efficacité partielle)
Adventices

Bibliographie disponible

- Izard D., 2011, Les techniques alternatives : La solarisation en maraîchage, Aprel, Grab, 4 p.
- Mazollier C., 2009, Reffbio PACA maraîchage, La solarisation, 2 p.
- Janvier C. *et al.*, 2012, Le point sur les techniques alternatives : Solarisation, CTIFL, 5 p.

Sur quelle(s) culture(s) ?

Toutes cultures légumières sous abri (France entière) et en plein champ (sud de la France).

Quand ?

Mise en place possible entre le 15 juin et le 15 juillet en fonction de l'ensoleillement. Il est conseillé de réaliser une solarisation tous les 2-3 ans en entretien et au moins deux années consécutives si le sol est très contaminé.

Dans quelles conditions ?

Lors de l'installation, il est impératif d'avoir au moins 3 jours consécutifs de grand soleil pour une élévation rapide de la température. Il faut laisser le film plastique en place pour une durée minimale de 45 jours sous abri et de 60 jours en plein champ. Le sol doit être bien humide et préparé comme pour un semis ou une plantation afin d'assurer un bon contact entre le sol et le film plastique.

Temps de travail : environ 80h/ha.

Réglementation

Aucune réglementation particulière pour cette technique.

Effets induits

Temps de travail : (-) augmentation du temps de travail pour la mise en place ;

(+) diminution du nombre de passages pour le désherbage et la protection des cultures.

Organisation du travail : (-) adaptation des successions pour avoir la parcelle libre au minimum 2 mois en été.

Économie : prix de mise en place (dont main-d'œuvre) entre 1500 à 2000 €/ha ;

(-) prend la place d'une culture d'été pouvant entraîner une perte économique.

Agronomie : (+) très efficace contre de nombreuses adventices ;

(-) peu efficace contre certaines adventices comme le chiendent, le pourpier ou le liseron, ou lorsque les semences sont enfouies profondément ;

(+) utilisable dans tous les types de sol.

Qualité du produit : pas d'incidence.

Énergétique : (-) augmentation des énergies indirectes et directes due à la fabrication du plastique, à sa mise en place et à son recyclage.

Environnement : (+) diminution des transferts de polluants vers l'eau et l'air grâce à la réduction des fumigants et des herbicides.

(+) les *Trichoderma* (champignons saprophytes utiles) sont préservés.

(-) méthode non sélective, impact possible sur la biodiversité du sol et les équilibres microbiens.

Fiche technique T8

LA SOLARISATION

Mise en œuvre de la technique

* **Travail du sol** : réalisé comme une plantation ou un semis avec un sol travaillé sur 25 à 30 cm de profondeur avec une structure fine et régulière (passage de sous-soleuse, rotobêche, rotavator ou herse rotative). La dernière opération consiste à passer un rouleau afin de tasser le sol et de l'aplanir pour optimiser le contact entre le sol et le paillage plastique.

* **Arrosage** : par aspersion de 50 à 80 mm (en fonction du type de sol) afin de faire le plein en eau sur 50 cm de profondeur. Le sol doit rester humide pendant toute la durée de la solarisation.

* **Choix du plastique** : il doit être transparent, en polyéthylène de 30 à 50 µm d'épaisseur, non perforé, traité anti-UV et résistant à 700 heures d'ensoleillement (spécial solarisation). La largeur du plastique doit être celle du tunnel, plus 50 cm. En plein champ, des bâches de 3,60, 4,70 ou 5,80 m peuvent être utilisées.

* **Pose du paillage** : se fait lorsque le sol est ressuyé après l'aspersion. Il faut que le paillage soit bien tendu et plaqué au sol ; une courte aspersion après la pose permet un meilleur plaquage du plastique. Il faut éviter les passages d'air sous le plastique pour éviter la pousse des mauvaises herbes. Après la pose, pour avoir une montée rapide en température, le tunnel ne doit pas être blanchi et les portes de celui-ci doivent être fermées. Pour éviter d'endommager les installations d'irrigation, mettre en place trois jours après la pose une petite aération au faitage (environ 20 cm) pour avoir un effet « cheminée ».

* **Après la solarisation** : débâcher au dernier moment avant la remise en culture. Le sol doit être travaillé superficiellement (maximum 10 cm) pour éviter la remontée des bio-agresseurs non détruits. La solarisation stimulant la minéralisation de la matière organique, il est conseillé de contrôler la teneur d'azote dans le sol et d'ajuster en conséquence la fertilisation azotée.

Technique pouvant être associée pour une meilleure efficacité

La mise en place d'un couvert végétal d'interculture ayant des propriétés biocides (FT 10) avant la solarisation peut accentuer l'efficacité de celle-ci (méthode en cours d'expérimentation).

Fiche technique T9

LA DÉSINFECTION VAPEUR



Définition de la technique

Désinfecter le sol grâce à l'injection de vapeur d'eau à 180 °C qui va élever la température du sol jusqu'à 85-90 °C.

Contre quel(s) bio-agresseurs ?

Botrytis (dès 50-60 °C)
Rhizoctonia (dès 50-60 °C)
Sclerotinia (dès 60-70 °C)
Virus (dès 90 °C)
Nématodes (dès 50-60 °C)
Adventices (dès 70-80 °C)

Bibliographie disponible

- Icard C. *et al.*, 2010, Le point sur les méthodes alternatives : La désinfection vapeur, CTIFL, 6 p.

Sur quelle(s) culture(s) ?

Intervention en interculture pour toutes cultures.

Quand ?

La désinfection vapeur peut être réalisée toute l'année. Cependant, plus le sol sera froid et humide et plus la quantité de chaleur nécessaire sera élevée. C'est pourquoi, la période estivale est la plus propice.

Dans quelles conditions ?

La technique peut être utilisée aussi bien sous abri qu'en plein champ. Tous les types de sol peuvent être désinfectés, mais dans les sols argileux ou limoneux une désinfection à une profondeur supérieure à 30 cm peut être difficile.

Temps de travail :

Très variable (de 30 à 670 h/ha) selon le type et l'humidité du sol, la cible et le matériel.

Réglementation

Aucune réglementation particulière.

Effets induits

Temps de travail : (-) augmentation du temps de travail ;

(+) diminution du nombre de passages pour le désherbage et la protection des cultures.

Organisation du travail : (+) délai de remise en culture après une désinfection très rapide.

Économie : (-) coût de l'intervention très élevé (main-d'œuvre + combustible).

Agronomie : (-) modification possible des caractéristiques physico-chimiques du sol et de la nitrification ;

(-) modification du pH susceptible d'entraîner des phytotoxicités liées à des excès de manganèse ou de cuivre ;

(+) adaptable à différents types de sol.

Qualité du produit : pas d'incidence.

Énergétique : (-) technique très consommatrice en combustible (de 0,5 à 2 L de fioul par m²).

Environnement : (+) diminution des transferts de polluants vers les eaux grâce à la réduction des fumigants et des herbicides ;

(-) augmentation du risque de lixiviation d'éléments nutritifs lors de désinfections longues ;

(-) augmentation de la pollution atmosphérique par rejets de CO₂ (et de soufre si utilisation de fioul) ;

(-) méthode non sélective, impact possible sur la biodiversité du sol.

Fiche technique T9

LA DÉSINFECTION VAPEUR

Mise en œuvre de la technique

Exemple pour un générateur d'une puissance de 1400 kg de vapeur/heure

- * **Travail du sol** : réalisé comme une plantation ou un semis sur un sol ayant une structure fine et régulière, travaillé à 25-30 cm de profondeur. Le sol ne devra pas être trop humide.
- * **Production de chaleur** : la vapeur est obtenue par un générateur qui chauffe l'eau à 170-180 °C et à 1 kg/cm² de pression. Un pH élevé de l'eau utilisée améliore la technique ; l'eau doit être peu chargée en éléments minéraux.
- * **Distribution de la vapeur** : des tuyaux calorifugés transportent la vapeur du générateur au lieu à désinfecter. Des bâches plastiques sont placées sur le sol et maintenues par des sacs de sable. On y introduit la vapeur pendant de quelques dizaines de minutes à plusieurs heures jusqu'à obtention de la température désirée sur la profondeur souhaitée. Pour des profondeurs et des surfaces plus petites, des cloches ou coffres (plaques métalliques) de largeurs allant de 2,5 m à 25 m sont utilisés.
- * **Temps moyen d'application** : il varie en fonction de la profondeur à désinfecter et du matériel. Cinq à 10 minutes sont suffisantes pour monter la température à 90 °C sur une dizaine de centimètres avec des cloches, tandis que pour atteindre cette même température à une profondeur de 30 cm sur des surfaces de 100 m², le temps nécessaire est de 1 h 30 et passe à 2 h 30 pour une profondeur de 50 cm.
- * **Après la désinfection** : la technique entraîne une élévation du niveau d'azote ammoniacal par destruction des bactéries nitrifiantes et peut conduire à des phytotoxicités nécessitant un certain délai avant remise en culture.

Technique pouvant être associée pour une meilleure efficacité

Une rotation diversifiée limitant le développement des bio-agresseurs telluriques et des adventices.

Fiche technique T10

LA BIO-FUMIGATION



Définition de la technique

Implanter en période d'interculture (période située entre la récolte d'une culture et la mise en place de la suivante) un couvert végétal riche en composés toxiques libérés dans le sol lors de l'incorporation des tissus végétaux.

Contre quel(s) bio-agresseurs ?

Divers bio-agresseurs telluriques (*Pythium violae* et *Rhizoctonia solani*...) et adventices sont défavorisés. Étude en cours.

Bibliographie disponible

- Michel V., 2008, Biofumigation : principe et application, *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* Vol. 40, 95-99.
- Montfort F., 2011, Intérêt et faisabilité de la biofumigation avec des Brassicacées en cultures légumières de plein champ. Journées techniques Fruits et Légumes biologiques, 37-41.
- Parès L., 2011, Intérêt et faisabilité de la biodésinfection avec des Brassicacées en maraîchage sous abri. Journées techniques Fruits et Légumes biologiques, 42-45.

Sur quelle(s) culture(s) ?

Toutes les cultures en plein champ et sous abri en fonction des périodes et des durées d'interculture.

Quand ?

Lors de la période d'interculture entre la récolte d'une culture et la préparation de la suivante.

Dans quelles conditions ?

La technique peut être utilisée aussi bien sous abri qu'en plein champ. Les couverts peuvent être implantés dans tous les types de sol et dans toutes les régions si l'espèce et l'itinéraire technique sont adaptés (quelques interventions peuvent être nécessaires, comme l'irrigation).

Réglementation

Aucune réglementation spécifique à la biofumigation n'existe. Cependant, il faut suivre celle en vigueur pour les couverts d'interculture (FT 1), date d'implantation et de broyage, conduite culturale).

Effets induits

- Temps de travail :** (-) augmentation du temps de travail pour la préparation du semis, l'implantation, le broyage et l'incorporation du couvert.
- Organisation du travail :** (-) travaux à prévoir lors de la période d'interculture.
- Économie :** (-) augmentation des charges opérationnelles et de mécanisation variables en fonction de l'espèce implantée et des techniques de semis et de destruction choisies.
- Agronomie :** (+) limite le développement des adventices si la biomasse produite par le couvert est importante et grâce à l'effet allélopathique du couvert ;
- (+) favorise l'activité biologique du sol ;
- (+) permet le stockage de la matière organique, du carbone et de l'azote dans le sol, favorisant la fertilité des sols ;
- (-) temps de décomposition des résidus plus ou moins long pouvant entraîner un retard de la date d'implantation.
- Qualité du produit :** pas d'incidence.
- Énergétique :** (-) l'implantation, le broyage et l'incorporation dans le sol du couvert entraînent une consommation de carburant plus importante que le maintien du sol nu pendant l'interculture.
- Environnement :** (+) limite les fuites de nitrates, l'érosion, la battance, l'altération de la structure du sol ;
- (+) méthode sélective qui n'agit que sur les organismes nuisibles ;
- (+) les auxiliaires, les pollinisateurs et la faune du sol peuvent être favorisés par la présence du couvert, de façon variable selon l'espèce choisie.
- (-) possibilité de zone refuge ou d'alimentation pour certains bio-agresseurs (limaces...).

Fiche technique T10

LA BIO-FUMIGATION

Mise en œuvre de la technique

* **Mode d'action « 3 en 1 »** : la première action de cette technique est l'effet d'allélopathie (substances chimiques libérées par les racines du couvert) qui entraîne des changements dans les structures des populations de micro-organismes de la rhizosphère et l'alternance plante hôte et non hôte dans la succession culturale. La seconde action est la biofumigation au sens strict, c'est-à-dire la libération de composés toxiques lors de la décomposition du couvert. La troisième action est l'arrière-effet dû aux résidus qui permet de modifier la dynamique des micro-organismes du sol. Ces trois modes d'action entraînent une modification de la réceptivité des sols aux bio-agresseurs telluriques.

* **Choix de l'espèce** : plusieurs espèces sont possibles parmi les Brassicacées, les Alliacées et les Poacées. Dans tous les cas, il faut choisir les variétés ayant les plus fortes teneurs en composés toxiques vis-à-vis des bio-agresseurs ciblés. Pour la suite de la description de la mise en œuvre, nous choisirons l'exemple de la moutarde brune *Brassica juncea*.

* **Préparation du sol et semis** : la préparation du sol doit être la même que pour une culture principale. Le semis doit être le plus soigné possible et la dose de semis doit être comprise entre 8 et 10 kg/ha. Sous abri et en conditions sèches, l'irrigation est conseillée afin de faciliter la levée.

* **En cours de culture** : la fertilisation, l'irrigation et la protection des plantes peuvent être nécessaires. En effet, le recours à ces techniques culturales dépend des conditions pédoclimatiques et des objectifs de l'agriculteur. Pour une bonne efficacité de la technique, une production d'au moins 50 tonnes de matière fraîche par hectare est recherchée.

* **Broyage et incorporation du couvert** : le stade optimal pour broyer la moutarde est la floraison. En effet, à ce stade, la teneur en glucosinolates (composés toxiques) dans les tiges et les feuilles est maximale ; elle décroît par la suite. Le broyage doit être le plus fin possible afin de faire éclater un maximum de cellules. Tous les outils sont possibles, mais le girobroyeur à marteau assure un meilleur broyage. Immédiatement après le broyage, les résidus doivent être incorporés dans le sol, à l'aide d'une fraise, d'un rotavator ou d'une rotobèche, à une profondeur comprise entre 15 et 20 cm. Le sol doit ensuite être rappuyé. L'enfouissement peut être suivi d'un paillage maintenant l'humidité indispensable au déroulement de la biofumigation et limitant la volatilisation des composés toxiques. Dans l'idéal, la température du sol doit être supérieure à 10 °C pour permettre la transformation des glucosinolates. La culture suivante peut être plantée ou semée une semaine après l'incorporation, mais un délai de 3 semaines à 1 mois est préférable pour éviter les risques de faim d'azote (avec les Poacées notamment) ou de phytotoxicité.

Technique pouvant être associée pour une meilleure efficacité

Une solarisation (FT 8) suite à l'incorporation des résidus de culture permet une désinfection thermique du sol.

Fiche technique T11

L'UTILISATION DES MACRO-ORGANISMES



Définition de la technique

Introduire dans la culture voire dans le sol des macro-organismes (prédateurs ou parasitoïdes) qui réduisent les populations de bio-agresseurs.

Les macro-organismes peuvent être des nématodes, des acariens ou des insectes.

Sur quelle(s) culture(s) ?

Diverses cultures sous serre (tomate, concombre...) et abri (fraise, poivron, melon...).

Contre quel(s) bio-agresseurs ?

Bio-agresseurs aériens (aleurode, thrips, acariens, pucerons, lépidoptères, mouches mineuses...), bio-agresseurs telluriques (otiorrhynques, nymphes de thrips, sciarides...).

Bibliographie disponible

- <http://e-phy.agriculture.gouv.fr>
- http://www.ibma-global.org/ibma_france

Effets induits

Temps de travail : peu d'incidence.

Organisation du travail : peu d'incidence.

(+) l'absence de délai de réentrée et de délai avant récolte permet de ne pas interrompre l'entretien de la culture et la commercialisation ;

(-) la durée de stockage est souvent courte (généralement 48 h maximum) et le macro-organisme doit souvent être maintenu au frais.

Économie : la différence est fonction de l'écart de prix entre les programmes de traitements chimiques et les programmes à base de macro-organismes pour une ou plusieurs cibles visées.

Agronomie : pas d'incidence.

Qualité du produit : pas d'incidence.

Énergétique : (+) a priori moindre si réduction des applications de traitements ;

(-) si besoin d'une température supérieure pour le bon développement des macro-organismes (ex : *Macrolophus* en serre).

Environnement : (+) impact plus faible sur la biodiversité fonctionnelle ;

(+) diminution des transferts de polluants vers l'eau et l'air grâce à la réduction des insecticides.

Quand ?

En fonction des macro-organismes et de l'utilisation, généralement sur de faibles à très faibles niveaux de population de bio-agresseurs. L'observation est très importante puisque l'efficacité maximale est souvent atteinte lors des premiers signes d'apparition du bio-agresseur.

Dans quelles conditions ?

Les conditions de température (voire d'humidité ou de lumière) à respecter pour les apports en culture dépendent du macro-organisme.

Doses d'application

Les doses et fréquences d'apport sont variables en fonction du macro-organisme, du bio-agresseur visé, ainsi que du degré d'attaque de la culture.

Temps de travail

Le suivi des cultures, la détection et l'identification du ravageur, la préparation et la distribution dans la culture dépend du macro-organisme, du conditionnement (vrac, sachet, plaquettes...) et de la dose.

Réglementation

Arrêté du 28 juin 2012 relatif aux demandes d'autorisation d'entrée sur le territoire et d'introduction dans l'environnement de nouveaux macro-organismes non indigènes utiles aux végétaux, notamment dans le cadre de la lutte biologique.

Fiche technique T 1 1

L'UTILISATION DES MACRO-ORGANISMES

Mise en œuvre de la technique

***Macrolophus pygmaeus* (Mirical®, Macrolophus-System®, Calpop®...) contre l'aleurode des serres**

* **Cible** : œufs et larves de l'aleurode des serres ; action secondaire sur les pucerons, araignées rouges, thrips, œufs de papillons et *Tuta absoluta*.

* **Stockage du produit** : la température de stockage doit être comprise entre 8 et 10 °C, à l'obscurité et ne pas dépasser 1 à 2 jours.

* **Introduction** : saupoudrer le matériel sur un cube de laine de roche (ou sur les feuilles) en groupes d'au moins 50 individus (Koppert.fr) en créant entre 6 à 10 points de distribution par allée. Les tas (épaisseur maximale 2 cm) doivent être répartis de sorte que les punaises prédatrices puissent facilement s'éloigner.

* **Dose et application** : le premier apport est recommandé dès le début de la culture, si possible de 0,5 à 1 individu/m² à chaque application, puis doit être renouvelé 2 à 3 fois avec un intervalle minimum de 7 à 14 jours. Des apports complémentaires peuvent être réalisés sur les zones infestées.

* **Conditions d'application** : à basse température, *Macrolophus pygmaeus* se développe très lentement. Préférer des introductions en fin de journée (éviter la forte lumière).

* **Ordre de grandeur du coût** : 70 € les 500 individus adultes (prix 2013).

Techniques pouvant être associées pour une meilleure efficacité

La protection de la culture avec introduction d'auxiliaires doit être associée à la mise en œuvre de certaines mesures : environnement sain, pratiques culturales optimisées, observations régulières, interventions rapides, prise en compte des macro-organismes pour les applications de traitements et les pratiques culturales.

Fiche technique T12

L'UTILISATION DES MICRO-ORGANISMES



Définition de la technique

Introduire dans le sol ou sur la culture des micro-organismes qui réduisent les populations de bio-agresseurs.

Les micro-organismes peuvent être des champignons entomopathogènes, des champignons et des bactéries biofongicides ou des virus.

Contre quel(s) bio-agresseurs ?

Aériens (aleurode, oïdium, thrips...), telluriques (*Sclerotinia* spp., *Pythium*, otiorrhynques...).

Bibliographie disponible

- Janvier C., Trottin-Caudal Y., Villeneuve F., 2011, Le point sur les techniques alternatives : Utilisation de micro-organismes pour la protection des cultures contre les ravageurs et les maladies, n° 7, CTIFL, 5 p.

- <http://e-phy.agriculture.gouv.fr>

Sur quelle(s) culture(s) ?

Diverses cultures sous serre (tomate, concombre...), abri (aubergine, poivron...) et plein champ (Fabacées...).

Quand ?

En fonction des micro-organismes et en fonction de l'utilisation. Pour une efficacité maximale, l'introduction doit être réalisée dès les premiers signes d'apparition du bio-agresseur.

Dans quelles conditions ?

Les conditions de température et d'humidité dépendent du micro-organisme.

Doses d'application

Les doses d'utilisation sont fonction du moment d'application utilisé, ainsi que du degré d'attaque de la culture.

Temps de travail

Dépend du temps de préparation des bouillies et du nombre de traitements, spécifique à chaque micro-organisme en fonction de leur persistance d'action.

Réglementation

Vérifier le statut réglementaire et les conditions d'emploi des produits.

Effets induits

Temps de travail : pas ou peu d'incidence.

Organisation du travail : (-) besoin de stockage des produits au frais le plus souvent ;

(-) efficacité variable pouvant nécessiter un nombre de traitements supérieur.

Économie : variable en fonction de l'écart de prix entre les programmes de traitement chimique et les programmes à base de micro-organismes.

Agronomie : (-) les conditions d'application à respecter peuvent induire d'autres problèmes (ex : la nécessité d'une hygrométrie élevée pour les champignons risque de favoriser le développement de certains pathogènes...).

Qualité du produit : pas d'incidence.

Énergétique : pas d'incidence, sauf si le nombre de traitements requis est supérieur.

Environnement : (+) impact plus faible sur la biodiversité fonctionnelle ;

(+) diminution des transferts de polluants vers l'eau et l'air grâce à la réduction des insecticides/fongicides.

Fiche technique T12

L'UTILISATION DES MICRO-ORGANISMES

Mise en œuvre de la technique

***Verticillium lecanii-m* (Mycotal®) contre aleurode sur aubergine, concombre, fraise, poivron et tomate**

* **Cible** : stade larvaire de l'aleurode des serres.

* **Stockage du produit** : la température de stockage doit être comprise entre 2 et 6 °C ; le produit doit être conservé dans son emballage d'origine fermé.

* **Préparation des bouillies** : mélanger la quantité nécessaire de produit dans un seau contenant de l'eau entre 15 et 20 °C jusqu'à l'obtention d'une fine bouillie. Il faut utiliser 3 à 4 litres d'eau pour 500 g de produit. Remplir le réservoir du pulvérisateur avec la quantité d'eau nécessaire, puis y verser la bouillie et bien mélanger. La pulvérisation doit être réalisée juste après la préparation.

* **Dose et application** : il est recommandé en cas d'attaque d'apporter 500 g/2000 m² à chaque application et de la renouveler entre 2 et 4 fois en fonction de l'intensité de l'attaque, avec un intervalle minimum de 7 jours. Afin que le produit atteigne les larves, il est conseillé de pulvériser sur la face inférieure des feuilles et des pousses.

* **Conditions d'application** : pour une efficacité maximale, il est recommandé de réaliser l'application en fin d'après-midi ou en début de soirée, lorsque les températures sont entre 18 et 28 °C, avec une humidité relative de 70 %.

* **Ordre de grandeur du coût** : 53 €/500g de produit (prix 2013).

Techniques pouvant être associées pour une meilleure efficacité

L'association de plusieurs types de protection biologique est recommandée pour une meilleure efficacité. Attention, l'utilisation de produits phytopharmaceutiques peut être toxique sur le micro-organisme introduit.

Fiche technique T13

LE PIÈGEAGE DE MASSE



Définition de la technique

Collecte des adultes, des larves ou des œufs d'un ravageur précis de manière à limiter fortement sa population et sa descendance. Plusieurs types de piégeage massifs peuvent être utilisés : le piégeage à phéromones qui attire et piège les insectes ravageurs ; l'utilisation d'appâts alimentaires ou de kairomones qui attirent et neutralisent les ravageurs dans les pièges ; les pièges chromatiques englués qui attirent les ravageurs selon la couleur ; les pièges lumineux... Ces techniques peuvent aussi être utilisées en surveillance pour détecter les périodes de vols et le suivi des populations.

Contre quel(s) bio-agresseurs ?

Divers bio-agresseurs aériens ailés (*Tuta absoluta*, aleurodes...).

Bibliographie disponible

- Groupe de travail du Guide AFPP, 2011, Fiche thématique : Capture en masse des ravageurs, 3 p.
- http://www.ibma-global.org/ibma_france
- <http://e-phy.agriculture.gouv.fr/>

Effets induits

Temps de travail : peu d'incidence, sauf le temps pour la mise en place et le renouvellement des phéromones, attractifs...

Organisation du travail : (-) **besoin de stockage des produits au frais le plus souvent.**

Économie : la différence est fonction de l'écart de prix entre les programmes de traitement chimique et les programmes à base de piégeage de masse, en sachant que c'est généralement une méthode complémentaire pour améliorer l'efficacité de la protection tout en limitant l'application des produits phytopharmaceutiques.

Agronomie : pas d'incidence.

Qualité du produit : pas d'incidence.

Énergétique : (+) **pas d'intervention mécanisée, donc diminution des énergies.**

Environnement : (+) **pas d'impact sur la biodiversité fonctionnelle, car la technique est en général très sélective (sauf peut-être dans le cas de certains attractifs alimentaires peu sélectifs) et n'a en général pas de classement toxicologique (sauf phéromones) ;**

(+) **diminution des transferts de polluants vers l'eau et l'air grâce à la réduction des insecticides ;**

(+) **diminution des rejets de gaz à effet de serre.**

Sur quelle(s) culture(s) ?

Toutes cultures sous serre et abri pour le piégeage de masse (tomate...) et toutes cultures pour la surveillance/détection.

Quand ?

Dès la détection des premiers bio-agresseurs pour une efficacité maximale.

Pour la détection, un piège doit être mis en place dès l'installation de la culture.

Dans quelles conditions ?

Le type de piégeage (phéromones, chromatiques...) et de piège (Delta, plaques engluées...), la densité des pièges, leur localisation en culture... peuvent conditionner leur efficacité pour limiter les populations de bio-agresseurs.

Doses d'application

Les doses d'application changent en fonction du type de piège, du moment d'application utilisé, ainsi que du degré d'attaque de la culture.

Temps de travail

Dépend du nombre de pièges mis en place et de la durée de vie du piège.

Réglementation

Pas de réglementation particulière (en cours d'évolution).

Fiche technique T13

LE PIÈGEAGE DE MASSE

Mise en œuvre de la technique

Phéromones : Pherodis[®], « phéromone *Tuta absoluta* » contre *Tuta absoluta*

* **Cible** : les mâles adultes de *Tuta absoluta* en culture sous serre ou abri.

* **Stockage du produit** : les sachets contenant les capsules de phéromones doivent être conservés de préférence au congélateur à -18 °C. Si ce n'est pas possible, il est nécessaire de les conserver au moins à une température inférieure à 4 °C. Au congélateur, les capsules peuvent être utilisées jusqu'à 2 ans après la date de production et 1 an si elles sont conservées au réfrigérateur (4-6 °C).

* **Mise en place pour la détection** : la capsule de phéromones doit être posée sur la plaque engluée d'un piège Delta. Celui-ci est suspendu à environ 10 cm au-dessus de la culture, à un endroit où les contrôles réguliers ne posent pas de difficulté. La répartition doit être uniforme pour éviter toute interférence.

* **Mise en place pour le piégeage de masse** : la capsule est placée dans un panier vert en haut et au centre du piège rempli d'eau additionné d'une petite quantité d'huile végétale ou de savon. Entre chaque piège, une distance minimum de 15 à 20 m est recommandée. Les pièges sont placés au sol, sur de la laine de roche ou à une hauteur de 40 cm maximum et doivent être en permanence remplis d'eau.

* **Dose et application** : pour la détection, il est recommandé de placer quatre pièges par hectare d'abri. Pour le piégeage de masse, la densité sera comprise entre 20 et 25 pièges par hectare. Dans les deux cas, les capsules de phéromones sont efficaces pendant 4 à 6 semaines après leur mise en place dans le piège. Le même type de phéromone doit être utilisé pour le remplacement.

* **Conditions d'application** : les pièges sont placés dès la préparation du sol ou à la plantation.

* **Ordre de grandeur du coût** : 19,80 € les quatre capsules (prix 2013).

Techniques pouvant être associées pour une meilleure efficacité

L'association de plusieurs types de protection biologique est recommandée pour une meilleure efficacité.

Fiche technique T14

LE DÉSHÉRBAGE MÉCANIQUE EN PLEIN : LA HERSE ÉTRILLE



Définition de la technique

Outil équipé de dents longues et souples montées sur des panneaux articulés qui travaillent le sol de manière très superficielle. Elle a une action mécanique sur des adventices en cours de germination ou à un stade précoce.

Contre quel(s) bio-agresseurs ?

L'ensemble des adventices, sauf les vivaces.

Bibliographie disponible

- Chambre d'agriculture Finistère, 2004, fiche technique : Herse étrille, 5 p.
- Chambres d'agriculture de la Somme, de l'Aisne et de l'Oise, 2011, Le désherbage mécanique des légumes en région Picardie, Agro-transfert Ressources et Territoires, 16 p.
- Chapuis S., 2010, La herse étrille, repères technico-économiques, Légumes plein champ bio., 5 p.

Sur quelle(s) culture(s) ?

Diverses cultures en plein champ (Brassicacées, Faba-cées...), sauf les cultures en planches.

Quand ?

Elle est utilisée soit en aveugle avant la levée de la culture, soit après la levée, à des stades précis (généralement précoces) selon les cultures, afin que celle-ci résiste à l'action de l'outil. Les adventices doivent être au stade « fil blanc », au maximum, au stade « cotylédons ».

Dans quelles conditions ?

Le sol doit être plat, rappuyé et suffisamment ressuyé sans qu'il soit trop sec. Après l'intervention, il faut un à deux jours sans pluie pour assurer la dessiccation des adventices déchaussées.

Temps de travail

Variable en fonction de la largeur de la herse et de la vitesse d'avancement, en moyenne entre 5 et 10 ha/h.

Réglementation

Aucune réglementation particulière.

Effets induits

Temps de travail : (-) légère augmentation due au réglage qui peut être délicat et doit être fonction du stade de la culture.

Organisation du travail : (-) les plages possibles d'intervention peuvent être courtes voire inexistantes certaines années (en moyenne 3 années sur 5).

Économie : (-) nécessite un investissement d'environ 5000 € (6 m de large) à 10 000 € (12 m de large).

Incidence sur les charges opérationnelles nulle à faible, puisque l'augmentation de la consommation en carburant est compensée par la diminution d'achat d'herbicides. **Cependant, il faut compter environ 5 % de semences en plus pour compenser les pertes de pieds.**

Agronomie : (+) diminution du risque de battance et d'érosion par augmentation de l'aération du sol ;

(+) Adaptable à différents types de sol ;

(-) perte de pieds pouvant atteindre 5 à 15 % si l'outil est mal réglé, selon le stade de la culture et les conditions de sol ;

(-) augmentation de la levée de nouvelles adventices, mais la culture exerce sur elles une forte concurrence due à leur levée tardive.

Qualité du produit : (-) lorsque le passage de herse est trop tardif, il peut y avoir une incidence sur les cultures légumières dont les feuilles sont récoltées.

Énergétique : pas d'incidence du fait de la faible traction nécessaire (de 7 à 10 ch/m de largeur d'outils).

Environnement : (+) diminution des transferts de polluants vers l'eau et l'air grâce à la réduction des herbicides.

Fiche technique T14

LE DÉSHÉRBAGE MÉCANIQUE EN PLEIN : LA HERSE ÉTRILLE

Mise en œuvre de la technique

* Choix du matériel

☛ **Largeur** : il existe des herse allant de 6 à 24 m de largeur. Une herse de 12 m de large permet d'avoir un débit de chantier proche de celui d'un pulvérisateur.

☛ **Dents** : il est proposé par les constructeurs trois diamètres de dents : 6-7-8 mm. La longueur des dents peut varier entre 400 et 550 mm. Pour les pois, des dents de 7 mm de diamètre et de 410 mm de longueur montrent de bons résultats.

* Réglages

☛ **Inclinaison des dents** : l'idée est de trouver un compromis entre la sélectivité vis-à-vis de la culture et l'agressivité vis-à-vis des adventices. En effet, plus le réglage est agressif avec des dents verticales et plus il y aura des pertes de pieds de la culture. De plus, l'agressivité doit également être réglée en fonction de la dureté du sol en surface pour permettre une profondeur de travail suffisante.

☛ **La profondeur de travail** : elle doit varier en fonction du stade des adventices et de la culture. Elle peut varier entre 0,5 et 4 cm. Le réglage s'effectue à l'aide des roues de terrage et du 3^e point de l'attelage.

☛ **La vitesse** : elle peut être comprise entre 4 et 12 km/h. Elle doit être choisie en fonction du stade de la culture. Lorsque celui-ci devient critique, la vitesse sera réduite.

* Quelques exemples d'utilisation :

Culture	Période d'intervention	Nombre d'interventions et vitesse de travail
Pois	Stade 2 ^e et 3 ^e étage de feuilles	1 passage à 4 à 12 km/h
Chou-fleur	10 jours à un mois après plantation	2 à 3 passages à 5 à 7 km/h
Brocoli	2 à 4 semaines après plantation de printemps 1 à 3 semaines après plantation d'été	1 à 2 passages à 5 à 7 km/h
Drageons d'artichaut	De mars à juillet lorsque l'enracinement est suffisant	1 à 2 passages à 3 à 7 km/h

Techniques pouvant être associées pour une meilleure efficacité

Pour limiter le recours aux herbicides, il est important de combiner le désherbage mécanique à d'autres techniques de gestion des adventices au sein du système de culture, comme par exemple : le faux semis, une succession diversifiée, l'alternance labour/non labour...

Fiche technique T15

LE DÉSHÉRBAGE MÉCANIQUE EN PLEIN : LA HOUE ROTATIVE



Définition de la technique

Outil équipé de roues étoilées, fixées sur un bras monté sur ressort et munies de doigts terminés en cuillères. L'action est de déterrer ou de recouvrir les adventices en brassant une fine couche de terre.

Contre quel(s) bio-agresseurs ?

L'ensemble des adventices sauf les vivaces.

Bibliographie disponible

- Chambres d'agriculture de la Somme, de l'Aisne et de l'Oise, 2011, Le désherbage mécanique des légumes en région Picardie, Agro-transfert Ressources et Territoires, 16 p.
- http://www.phyteauvergne.developpementdurable.gouv.fr/IMG/Conseils_agri/90%20-%20houe_rotative.pdf

Sur quelle(s) culture(s) ?

Quelques cultures (Fabacées) en plein champ sauf les cultures en planches.

Quand ?

La technique est utilisée soit en aveugle avant la levée de la culture, soit après la levée, à des stades précis selon la culture. L'efficacité se réduit lorsque les adventices dépassent le stade « cotylédons ».

Dans quelles conditions ?

Le sol doit être plat, rappuyé et suffisamment ressuyé sans qu'il soit trop sec. Après l'intervention, il faut un à deux jours sans pluie pour assurer la dessiccation des adventices.

Temps de travail

Variable en fonction de la largeur de la houe et de la vitesse d'avancement, en moyenne de 5 ha/h.

Réglementation

Aucune réglementation particulière.

Effets induits

Temps de travail : (-) augmentation du temps de travail dû à la faible largeur de l'outil (6 m).

Organisation du travail : (-) les plages possibles d'interventions peuvent être courtes voire inexistantes certaines années (en moyenne possible 3 années sur 5).

Économie : (-) nécessite un investissement d'environ 10 000 € pour une houe de 6 m de large.

Incidence sur les charges opérationnelles nulle à faible, puisque l'augmentation de la consommation en carburant est compensée par la diminution de l'achat d'herbicides. Cependant, il faut compter environ 10 % de semences en plus pour compenser les pertes de pieds.

Agronomie : (+) diminution du risque de battance et de l'érosion par augmentation de l'aération du sol, permet de casser une éventuelle croûte de battance ;

(+) adaptable à différents types de sol, sauf en sols soufflés ou caillouteux ;

(-) pertes de pieds pouvant atteindre 5 % selon le stade de la culture et les conditions de sol ;

(-) augmentation de la levée de nouvelles adventices, mais la culture exerce sur elles une forte concurrence due à leur levée tardive.

Qualité du produit : pas d'incidence.

Énergétique : (-) augmentation des consommations d'énergie fossile, la traction nécessaire est de 15 ch/m de largeur d'outils.

Environnement : (+) diminution des transferts de polluants vers l'eau et l'air grâce à la réduction des herbicides ;

(-) augmentation des rejets de gaz à effet de serre.

Fiche technique T15

LE DÉSHÉRBAGE MÉCANIQUE EN PLEIN : LA HOUE ROTATIVE

Mise en œuvre de la technique

* **Choix du matériel** : il existe différents types de matériel (cuillères plus ou moins aplaties, roues fixées de manière indépendante ou en tandem, ressorts et roues de terrage...), mais c'est la vitesse de travail et les conditions de sol qui déterminent la qualité du travail.

* **Largeur** : les largeurs proposées sont comprises entre 3 et 9 m, la largeur de 6 m est la plus courante, car elle représente un bon compromis entre le prix, la puissance de traction et la limitation des passages de roues sur la culture.

* **Réglages**

* **La profondeur de travail** : elle doit être d'environ 3 cm ; pour la régler, il faut utiliser le 3e point de l'attelage et les roues de terrage si elles sont présentes.

* **La vitesse** : elle doit être supérieure à 10 km/h pour permettre l'arrachage des adventices. Dans l'idéal, il faut travailler entre 15 et 20 km/h.

* **Quelques exemples d'utilisation** :

Culture	Périodes d'interventions	Nombre d'interventions et vitesse de travail
Haricot	Du stade cotylédons au stade 3 ^e feuille trifoliée	1 passage à 15-20 km/h
Pois	Au stade 2 ^e et 3 ^e étage foliaire	2 passages selon les conditions à 15-20 km/h

Techniques pouvant être associées pour une meilleure efficacité

Pour limiter le recours aux herbicides, il est important de combiner le désherbage mécanique à d'autres techniques de gestion des adventices au sein du système de culture, comme par exemple le faux semis, une succession diversifiée, l'alternance labour/non labour...

Fiche technique T16

LE DÉSHÉRBAGE MÉCANIQUE SUR LE RANG : LES DOIGTS OU MOULINETS



Définition de la technique

Ce sont des doigts souples qui sont placés sur les éléments bineurs de la bineuse. Ceux-ci arrachent les adventices sur le rang à des stades jeunes.

Contre quel(s) bio-agresseurs ?

L'ensemble des adventices sauf les vivaces.

Bibliographie disponible

- Larrieu G., Estorgues V., 2009, Désherbage mécanique intégral des choux. Une alternative réaliste au désherbage chimique, *Aujourd'hui et demain*, n° 101, 3-7.
- Pérennec S., 2010, Désherbage mécanique des choux, une technique maîtrisée par les agronomes ! *Terragri-coles de Bretagne*, 36-37.

Sur quelle(s) culture(s) ?

Diverses cultures (laitue, choux...) en plein champ.

Quand ?

Variable selon les cultures, mais généralement du stade cotylédon au stade quatre feuilles des adventices.

Dans quelles conditions ?

Le sol doit être plat, rappuyé et suffisamment ressuyé sans qu'il soit trop sec. Après l'intervention, il faut un à deux jours sans pluie pour assurer la dessiccation des adventices.

Temps de travail

Variable en fonction de la largeur de la bineuse (nombre de rangs) et de la vitesse d'avancement, en moyenne entre 0,5 et 3 ha/h.

Réglementation

Aucune réglementation particulière.

Effets induits

Temps de travail : (-) augmentation du temps de travail.

Organisation du travail : (-) les plages d'interventions peuvent être courtes certaines années.

Économie : (-) nécessite un investissement d'environ 500 € par rang en plus de la bineuse.

Incidence sur les charges opérationnelles nulle à faible, puisque l'augmentation de la consommation en carburant est compensée par la diminution de l'achat d'herbicides.

Agronomie : (+) diminution du risque de battance et de l'érosion par augmentation de l'aération du sol ;

(+) adaptable à différents types de sol ;

(-) augmentation de la levée de nouvelles adventices, mais la culture exerce sur elles une forte concurrence due à leur levée tardive ;

(-) pas adaptée aux sols lourds, caillouteux, en forte pente et lorsque l'inter-rang est inférieur à 25 cm ;

(-) risque de perte de pieds lors des passages.

Qualité du produit : pas d'incidence.

Énergétique : (-) augmentation des consommations d'énergie fossile, la traction nécessaire est de 10 à 15 ch/m de largeur d'outils.

Environnement : (+) diminution des transferts de polluants vers l'eau et l'air grâce à la réduction des herbicides ;

(-) augmentation des rejets de gaz à effet de serre.

Fiche technique T16

LE DÉSHÉRBAGE MÉCANIQUE SUR LE RANG : LES DOIGTS OU MOULINETS

Mise en œuvre de la technique

* **Choix des moulinets** : il existe trois tailles de moulinets, les petits (25 à 40 cm de diamètre), les grands (40 à 90 cm de diamètre) et les maxis (> 90 cm de diamètre). Le choix se fait en fonction de l'écartement des cultures. À partir d'un écartement de 25 cm, les petits moulinets sont utilisés ; à partir de 40 cm les grands moulinets et à partir de 90 cm les maxis.

* Réglages

* **L'écartement entre deux moulinets travaillant sur un même rang** : les moulinets doivent être positionnés de façon à ce que les doigts des deux moulinets se chevauchent sur 1 à 2 cm. En effet, les doigts ont tendance à s'écarter légèrement avec la vitesse et l'entraînement. Ils se positionneront ainsi juste face à face sans se chevaucher et sans abîmer la culture.

* **La pression des doigts sur le sol** : ce réglage permet de régler la profondeur de travail grâce à différents systèmes (ressorts...) ; la profondeur visée est comprise entre 2 et 3 cm.

* **La vitesse** : de 3 km/h au cours du premier passage (10 jours après la date de plantation, stade 4-5 feuilles pour les cultures semées) à 7 km/h pour les passages plus tardifs ; possibilité d'avancer à 10 km/h lorsque la bineuse est autoguidée.

* Quelques exemples d'utilisation :

Culture	Premier passage après plantation	Nombre d'interventions
Chou	7 à 10 jours	1 à 2 passages
Artichaut	15 à 20 jours	2 à 3 passages
Laitue	10 à 15 jours	2 passages

Techniques pouvant être associées pour une meilleure efficacité

Pour limiter le recours aux herbicides, il est important de combiner le désherbage mécanique à d'autres techniques de gestion des adventices au sein du système de culture, comme par exemple le faux semis, une succession diversifiée, l'alternance labour/non labour...

Fiche technique T17

LE DÉSHÉRBAGE MÉCANIQUE SUR L'INTER-RANG : LA BINEUSE



Définition de la technique

Outils à dents, à broches, à cages... qui coupent ou arrachent les adventices et remuent la terre dans les inter-rangs.

Contre quel(s) bio-agresseur(s) ?

L'ensemble des adventices sauf les vivaces.

Bibliographie disponible

- Chambres d'agriculture de la Somme, de l'Aisne et de l'Oise, 2011, Le désherbage mécanique des légumes en région Picardie, Agro-transfert Ressource et Territoire, 16 p.
- http://www.univ-lehavre.fr/enseign/fst/projets/alternative_desherbages/pages/outils.html

Sur quelle(s) culture(s) ?

Toutes les cultures plantées ou semées (carotte, chou, oignon, Fabacées...) avec des inter-rangs suffisants (minimum 15 cm).

Quand ?

Variable selon les cultures, mais généralement du stade 1-2 feuilles au stade couverture du rang. Certaines bineuses sont efficaces même sur des adventices développées jusqu'à 10 à 15cm.

Dans quelles conditions ?

Le sol doit être plat, rappuyé et suffisamment ressuyé sans qu'il soit trop sec. Après l'intervention, il faut un à deux jours sans pluie pour assurer la dessiccation des adventices. En légumes d'industrie, il faut que le sol reste suffisamment plat afin de ne pas perturber la récolte.

Temps de travail

Variable en fonction de la largeur de la bineuse et de la vitesse d'avancement, en moyenne entre 2 et 7 ha/h.

Réglementation

Aucune réglementation particulière.

Effets induits

Temps de travail : (-) augmentation du temps de travail inversement proportionnel à la largeur de l'outil.

Organisation du travail : (-) les plages d'interventions peuvent être courtes certaines années, surtout lorsque le printemps est humide.

Économie : (-) nécessite un investissement allant de 4000 € à 40 000 € selon les types de bineuses, les largeurs, les marques, les accès...

Incidence sur les charges opérationnelles nulle à faible, puisque l'augmentation de la consommation en carburant est compensée par la diminution de l'achat d'herbicides.

Agronomie : (+) diminution du risque de battance et de l'érosion par augmentation de l'aération du sol ;

(+) adaptable à différents types de sol, sauf en sols caillouteux ou avec une forte pente ;

(-) augmentation de la levée de nouvelles adventices, mais la culture exerce sur elles une forte concurrence due à leur levée tardive.

Qualité du produit : pas d'incidence.

Énergétique : (-) augmentation des consommations d'énergie fossile, la traction nécessaire est de 10 à 15 ch/m de largeur d'outils.

Environnement : (+) diminution des transferts de polluants vers l'eau et l'air grâce à la réduction des herbicides ;

(-) augmentation des rejets de gaz à effet de serre.

Fiche technique T17

LE DÉSHÉRBAGE MÉCANIQUE SUR L'INTER-RANG : LA BINEUSE

Mise en œuvre de la technique

* Choix du matériel

☛ **Différents types de bineuse** : il existe trois grands types de bineuse. La plus courante est la bineuse à dents et socs, mais les bineuses à étoiles, à brosses et à cages sont également très efficaces. Les bineuses peuvent être animées par un axe horizontal ou vertical.

☛ **Largeur** : elle doit être la même que celle du semoir ou de la planteuse afin de faciliter le guidage.

☛ **Lames et socs** : il existe divers socs et lames ; le choix doit être fait en fonction de l'utilisation. Il est intéressant de combiner les différents socs et lames pour avoir différents effets. Le soc plat permet de travailler superficiellement le centre de l'inter-rang. Le soc de vibroculteur facilite la pénétration dans le sol et donne lieu à un travail assez profond. Leur étroitesse ne permet pas un recouvrement du travail des différents socs. Le soc patte d'oie travaille à 5 cm de profondeur et permet une bonne pénétration du sol. Il peut avoir une action de buttage pour étouffer les adventices sur le rang (ne pas l'utiliser en culture d'industrie pour garder un sol suffisamment plat). La lame Lelièvre permet de scalper les adventices au ras du rang.

☛ **Protèges plants** : ils ne sont pas obligatoires, mais lorsque la culture est à un stade précoce, ils permettent de protéger les plants de la projection de terre qui pourrait entraîner une perte de pieds. Il existe des tôles ou des disques plus ou moins indépendants.

☛ **Guidage** : c'est une option (prix entre 6000 et 15 000 € en fonction du système) qui permet un confort, une précision du travail et des débits de chantier supérieurs. Six systèmes sont proposés : manuel (performant mais travail à un faible débit de chantier et demandant de la main-d'œuvre supplémentaire), bineuse frontale (bon rapport précision/coût), par trace au semis (bon rapport qualité/prix), par palpeurs (travaille lentement), par caméra (très coûteux et manque de fiabilité) et GPS (très coûteux).

* Réglages

☛ **L'écartement des éléments bineurs** : l'objectif est que les éléments bineurs puissent passer au plus près de la culture pour limiter au maximum la largeur non travaillée sur le rang. À des stades jeunes de la culture, les éléments bineurs pourront être assez rapprochés si la précision du système de guidage le permet (trace au semis, caméra ou GPS) et si la bineuse est équipée de protège-plants. Dans certains essais, en haricot vert, la zone non travaillée sur le rang pouvait être réduite à moins de 5 cm de large. À des stades plus avancés de la culture, les éléments pourront éventuellement être légèrement écartés si cela est nécessaire. Si la bineuse est munie de protège-plants, il sera alors préférable de les relever.

☛ **La profondeur de travail** : elle est déterminée par les socs utilisés et doit être comprise entre 2 et 6 cm. Le réglage se fait grâce à la roue jauge disposée sur chaque élément bineur, à la pression des ressorts ou à la pression hydraulique.

☛ **La vitesse** : de 3 km/h au cours du premier passage (stades jeunes de la culture) à 10 km/h pour les passages plus tardifs ; possibilité d'avancer à 14 km/h avec des systèmes autoguidés.

Techniques pouvant être associées pour une meilleure efficacité

Pour limiter le recours aux herbicides, il est important de combiner le désherbage mécanique à d'autres techniques de gestion des adventices au sein du système de culture, comme par exemple le faux semis, une succession diversifiée, l'alternance labour/non labour...

Fiche technique T18

FAUX SEMIS



Définition de la technique

Favoriser la levée des adventices en réalisant un travail fin et superficiel du sol sur 5 cm de profondeur au cours de la période d'interculture et les détruire peu après la germination.

Contre quel(s) bio-agresseurs ?

Adventices annuelles et bisannuelles ; limaces (destruction des œufs).
→ Réduction du stock semencier.

Bibliographie disponible

- Agro-transfert Ressources et Territoires, 2011, Le travail superficiel du sol en interculture, 4 p
- Estorgues V., Perennec S., 2012, Gestion des mauvaises herbes, le faux semis, *Aujourd'hui et demain*, n° 111, 21-23.
- Pierre S.-P., Pérus M., Villeneuve F., 2012, Le point sur les techniques alternatives : Faux semis et gestion des adventices, CTIFL, 6 p.

Sur quelle(s) culture(s) ?

Toutes les cultures.

Quand ?

Possible surtout d'avril à octobre quand les températures sont suffisamment élevées pour permettre la levée des adventices les plus préoccupantes.

Dans quelles conditions ?

Sol légèrement humide et températures suffisamment chaudes pour favoriser la levée des adventices. L'interculture doit être suffisamment longue (1 à 2 semaines entre chaque passage).

Temps de travail

Environ 30 min par hectare et par passage (2 à 3 passages conseillés).

Réglementation

L'obligation d'implanter des couverts d'interculture à l'automne dans les zones sensibles réduit les possibilités de réaliser des faux semis.

Effets induits

Temps de travail : (-) augmentation du temps de travail pendant les périodes d'interculture ;

(-) un mauvais réglage du matériel (travail trop profond) ralentit la vitesse d'avancement ;

(+) gain de temps sur d'autres opérations de désherbage (ex : diminution du sarclage manuel).

Organisation du travail : (-) faux semis difficile entre novembre et mars en raison des conditions hivernales (humidité importante, températures froides).

Économie : (-) augmentation des charges opérationnelles (carburant).

Agronomie : (-) augmentation du risque de dessèchement du lit de semences, surtout pour les semis en surface (semences < 1 mm), peut rendre nécessaire l'irrigation pour la levée ;

(-) diminution de la biodiversité fonctionnelle de surface (ex : carabes) ;

(-) augmentation des risques de battance et de tassement si les passages sont réalisés en conditions trop humides ;

(-) augmentation de l'enherbement si la destruction des adventices levées n'est pas totale ;

(+) permet de lutter contre des adventices difficilement maîtrisables en culture.

Qualité du produit : pas d'incidence.

Énergétique : (-) augmentation de la consommation en carburant.

Environnement : (-) augmentation du risque d'érosion dû au sol nu ;

(-) augmentation des émissions de gaz à effet de serre ;

(+) diminution des transferts de polluants vers l'eau et l'air grâce à la réduction des herbicides.

Fiche technique T18

FAUX SEMIS

Mise en œuvre de la technique

Mise en œuvre de la technique

- * **Outils utilisables** : les meilleures efficacités sont obtenues avec des outils travaillant entre 3 cm (bineuse patte oie) et 8 cm (vibroculteur). Les outils travaillant à 5 cm comme le rotavator ou le rotalabour conviennent également. L'intervention thermique est également possible, à l'aide de matériel à infrarouge ou à flamme directe (fiche T 19).
- * **Nombre de passages** : l'objectif est d'épuiser le stock semencier d'adventices en surface en stimulant leur levée par des travaux superficiels répétés. Des essais dans le Finistère ont montré que, dès le premier faux semis, une réduction de 30 à 50 % des levées d'adventices peut être observée. La réduction passe à 50-60 % lorsque deux faux semis sont effectués successivement et de 65 à 80 % après trois faux semis.
- * **Durée minimale d'interculture** : la période d'interculture doit prendre en compte le temps de la préparation du sol (très faible), la levée des adventices, puis leur destruction. Il faut donc compter entre 1 et 2 semaines par passage.
- * **Au niveau de la succession** : le cumul des passages à l'échelle de la succession permet la diminution du stock de graine d'adventices, augmentant ainsi l'efficacité de la technique sur le long terme.

Techniques pouvant être associées pour une meilleure efficacité

Pour limiter le recours aux herbicides, il est important de combiner le faux semis à d'autres techniques de gestion des adventices au sein du système de culture, comme par exemple le désherbage mécanique, une succession diversifiée, l'alternance labour/non labour...

Fiche technique T19

LE DÉSHÉRBAGE THERMIQUE



Définition de la technique

Appliquer un choc thermique à une température élevée aux adventices entraînant l'éclatement des cellules végétales.

Contre quel(s) bio-agresseurs ?

Toutes les adventices. Pour les monocotylédones, les vivaces et les adventices ayant un point végétatif au ras du sol (adventices en rosette), l'efficacité est limitée quand le stade est développé.

Bibliographie disponible

- Chambre d'agriculture du Finistère, 2003, fiche technique : Le désherbage bio, 4 p.
- Chapuis S., 2010, Le désherbage thermique, Repères technico-économiques, Légumes Plein Champ bio, 6 p.
- Grebert D., Vercaigne J.-P., Delanote L., Legrand M., 2009, Le désherbage thermique, Vetabio, 4 p.

Effets induits

Temps de travail : (-) augmentation du temps de travail dû à la faible largeur de l'outil et à l'augmentation du nombre de passages.

Organisation du travail : (+) les plages d'interventions sont plus larges que pour un désherbage chimique ;

(-) une attention particulière doit être portée aux consignes de sécurité (risques de brûlure...).

Économie : (-) investissement nécessaire ;

(-) augmentation des charges opérationnelles due à la consommation de combustibles et de la main-d'œuvre. En moyenne pour un désherbage en plein champ, la consommation de gaz est comprise entre 50 et 80 kg/ha.

Agronomie : (+) adaptable à différents types de sol, sauf en sols caillouteux ou motteux.

Qualité du produit : pas d'incidence.

Énergétique : (-) augmentation de la consommation d'énergies fossiles.

Environnement : (+) diminution des transferts de polluants vers l'eau et l'air grâce à la réduction des herbicides ;

(-) augmentation des rejets de gaz à effet de serre.

Sur quelle(s) culture(s) ?

Toutes les cultures en plein champ et sous abri en pré-levée, quelques cultures (oignon) à d'autre stade d'intervention.

Quand ?

Pour l'ensemble des cultures avant le semis ou en pré-levée (avant l'émergence de la culture). Pour certaines cultures résistantes (oignon, endive, artichaut...) en post-levée. L'efficacité est optimale lorsque les adventices sont entre le stade cotylédons et quatre feuilles vraies.

Dans quelles conditions ?

Une intervention lorsqu'il n'y a plus de rosée est préférable. Le sol peut être humide, mais il ne doit pas y avoir de vent.

Temps de travail

Variable en fonction de la technique utilisée, du stade de la culture et des adventices, et de la vitesse d'avancement, généralement comprise entre 3 et 6 km/h.

Réglementation

Aucune réglementation particulière sauf sur le transport de gaz.

Fiche technique T19

LE DÉSHÉRBAGE THERMIQUE

Mise en œuvre de la technique

* Choix du matériel

☛ **Choix du système de brûlage** : il en existe de quatre types. Les brûleurs avec une exposition aux flammes par brûleurs simples allumés individuellement, permettant ainsi le travail localisé. Les brûleurs avec une exposition aux flammes par rampes ont un meilleur rendement. Le four composé d'une ou plusieurs rampes dans une enceinte fermée augmente le temps d'exposition à la chaleur. La technique par rayonnement infrarouge évite une exposition directe des cultures à la flamme.

☛ **Choix du gaz** : le butane comme le propane sont utilisables. Cependant, le propane est préférable car il a une pression de 6 bars à 0 °C, facilitant ainsi son utilisation.

☛ **Choix de l'état du gaz** : en fonction de l'appareil utilisé, le gaz doit être sous phase liquide ou gazeuse. La phase liquide permet des débits de chantier et une puissance plus importants, mais il y a plus de risques de bouchage et de risques pour l'utilisateur. En phase gazeuse, les risques pour l'utilisateur sont plus faibles ; il faut cependant faire attention au risque de formation de givre au niveau des gicleurs.

☛ **Choix du brûleur** : plusieurs technologies sont disponibles. Les plus courantes sont : le brûleur phase liquide à évaporateur et celui à phase gazeuse à double aspiration. Le premier est plus puissant et plus constant, mais, de par sa complexité, il est plus coûteux en énergie et en coût de maintenance. Le second permet d'obtenir une flamme de 1400 °C ; il est moins coûteux à l'achat et en maintenance.

* Réglages

☛ **Hauteur de rampe** : les brûleurs doivent être positionnés à environ 15 cm du sol. Le but est d'ajuster la hauteur afin que la flamme bleue atteigne les adventices.

☛ **La vitesse d'avancement** : elle dépend de la machine utilisée et du stade de développement des adventices. Plus les adventices sont développées, plus il faudra de la chaleur et donc réduire la vitesse.

☛ **Vérification des réglages** : presser la feuille de l'adventice entre les doigts ; après relâchement, la marque du doigt doit être visible. Si ce n'est pas le cas, l'efficacité est insuffisante et il faut réduire la vitesse d'avancement. Si au contraire la feuille est roussie ou si elle fume, la vitesse d'avancement peut être augmentée.

* Quelques exemples d'utilisation :

Culture	Période d'interventions
Toutes	En pré-levée, attention à la durée de germination
Oignon	Au stade crosse, puis du stade chute de la première feuille au début de la bulbaison

Techniques pouvant être associées pour une meilleure efficacité

Pour limiter le recours aux herbicides, il est important de combiner le désherbage thermique à d'autres techniques de gestion des adventices au sein du système de culture, comme par exemple le faux semis, une succession diversifiée, l'alternance labour/non labour...

Fiche technique T20

MISE EN PLACE DE PAILLAGES OU DE MULCHS



Définition de la technique

Technique qui consiste à disposer sur le sol des matériaux formant un écran, en vue de limiter le développement des adventices, protéger le sol des pluies battantes, limiter l'évaporation, prévenir la salissure des légumes... Les matériaux utilisables sont divers : paille, écorces, films plastiques...

Sur quelle(s) culture(s) ?

Diverses cultures de plein champ (salades, melons...), d'abri (laitue, tomates...) et de serres (concombres, tomates...).

Contre quel(s) bio-agresseurs ?

En priorité l'ensemble des adventices, mais également les limaces, les escargots et les champignons (*Sclerotinia*, *Rhizoctonia*...) grâce à un micro-climat moins propice à leur développement.

Quand ?

Mise en place juste avant la plantation de la culture après la préparation du sol.

Dans quelles conditions ?

Le sol doit être propre, bien préparé, comme pour une culture.

Bibliographie disponible

- Chambre d'agriculture du Finistère, 2009, Intérêt agronomiques et environnementaux du BRF en cultures légumières agrobiologiques, 14 p.

- Mazollier C., 2009, Les paillages biodégradables en maraîchage biologique : produits et normalisation, Grab, 2 p.

Réglementation

Il existe une norme Afnor pour les paillages biodégradables. Les paillages plastiques suivent la réglementation générale sur les déchets pour leur recyclage.

Effets induits

Temps de travail : (-) le temps de pose dépend de la mécanisation ;

(-) dans le cas des mulchs, les temps de broyage, transport, épandage et enfouissement peuvent être longs.

Organisation du travail : (+) pour certaines cultures (salade...), la récolte peut être facilitée ;

(-) dans le cas des paillages biodégradables, un broyage en fin de culture peut être nécessaire.

Économie : (+) réduction de la consommation d'eau ;

(+) économie de MO (arrachage des herbes) ou de traitements ;

(-) nécessite un investissement allant de 0,05 à 0,15 €/m² en fonction de l'épaisseur, du type de paillage et du pourcentage de couverture du sol ;

(-) le traitement des déchets peut atteindre 75 €/t lorsque les plastiques non dégradables ont un niveau de salissure supérieur à 60 %.

Agronomie : (+) diminution du risque de contamination des feuilles et des fruits par certains bio-agresseurs telluriques (*Sclerotinia* et *Rhizoctonia* en salade et melon...);

(+) maintien plus long de l'humidité au sol ;

(+) protection de la structure du sol (tassement, érosion, battance) contre les pluies en plein champ ;

(+) limitation du risque de lessivage ;

(+) augmentation du taux de matière organique dans le cas de mulch.

Qualité du produit : (+) augmentation de la qualité visuelle grâce à la propreté du produit récolté.

Énergétique : (+) réduction de la consommation de carburant si le paillage remplace des traitements (herbicides, fongicides).

Environnement : (+) diminution des transferts de polluants vers l'eau et l'air grâce à la réduction des herbicides et fongicides et à la réduction du lessivage ;

(-) augmentation de la quantité de déchets qui doivent être traités après usage.

Fiche technique T20

MISE EN PLACE DE PAILLAGES OU DE MULCHS

Mise en œuvre de la technique

* **Choix du paillage**

* **Couleur** : un paillage noir est efficace contre les adventices, mais pénalise le réchauffement du sol ; dans le cas de cultures exigeantes (melon), choisir un paillage marron.

* **Largeur** : choisie en fonction de la culture et de la présence de passes pieds.

* **Paillage macro-perforé** : permet une plantation plus rapide, le nombre de trous est fonction de la densité de plantation choisie.

* **Paillage micro-perforé** : lorsque l'irrigation est réalisée par aspersion, le paillage doit être micro-perforé.

* **Épaisseur** : choisie en fonction du temps d'utilisation. En effet, plus le paillage est épais et plus l'utilisation pourra être longue.

* **Biodégradable** : l'utilisation de paillages biodégradables à base d'amidon de maïs et co-polyester permet d'éviter le problème du recyclage. Ces paillages sont dégradés par les micro-organismes. La dégradation débute à partir d'une trentaine de jours de culture. Pour cette raison, leur utilisation est réservée aux cultures courtes d'hiver sous abri (salade, épinard...), en culture palissées de printemps sous abri (tomate...) et aux cultures courtes de printemps en plein champ (salade). Ils ne sont pas conseillés en culture de melon, car ils se dégradent trop vite sous les fruits. L'incorporation de ce paillage sera réalisée lors de la préparation du sol de la culture suivante.

À ne pas confondre avec les films oxodégradables, non assimilables par les microorganismes, donc non biodégradables.

* **Mise en place du paillage** : le paillage doit être déroulé sur un sol soigneusement préparé et ressuyé ; il doit être fixé sur les bords à l'aide de terre.

* **Recyclage des paillages plastiques** : l'enfouissement, le brûlage ou l'abandon des paillages usagés sont interdits. Il est donc obligatoire de faire appel à des sociétés spécialisées dans le traitement et le recyclage de ces paillages.

* **Mulch** : il est souvent réservé aux sols présentant un faible taux de matières organiques. Il est composé de broyat de bois provenant de branches non desséchées de diamètre inférieur à 7 cm, avec ou sans feuilles. Cette technique est utilisable aussi bien en plein champ qu'en abri. Les doses à appliquer sont variables d'une région à l'autre, comprises entre 50 et 300 m³/ha. L'incorporation de ce paillage sera réalisée lors de la préparation du sol de la culture suivante.

Techniques pouvant être associées pour une meilleure efficacité

Pour limiter le recours aux herbicides, il est important de combiner le paillage à d'autres techniques de gestion des adventices au sein du système de culture, comme par exemple le faux semis, une succession diversifiée, l'alternance labour/non labour, l'utilisation de désherbage mécanique.

Fiche technique T21

MISE EN PLACE DE BARRIÈRES PHYSIQUES



Définition de la technique

Il s'agit de protéger les cultures des attaques d'insectes ravageurs via l'installation de bâches, de voiles ou de filets empêchant physiquement l'accès aux plantes.

Contre quel(s) bio-agresseur(s) ?

Divers ravageurs aériens à grande capacité de dispersion (mouches, cécidomyies, altises, pucerons, noctuelles, *Tuta absoluta*...).

Bibliographie disponible

Lagier J., 2002, Mise en œuvre de filets « insect-proof » en culture sous serre ; incidences sur le choix des matériaux de couverture et des systèmes d'aération, Journées plastique et horticulture, 5 p.

Picault S., 2008, Contre les mouches du chou des cultures en agriculture biologique, les filets verticaux comme moyen de protection, Infos CTIFL, n° 244, 36-40.

Vetabio, 2011, Les fiches légumes : Comment utiliser les voiles et filets en maraîchage biologique ?, 4 p.

Sur quelle(s) culture(s) ?

Diverses cultures de plein champ (carotte, navet, chou), d'abri et de serre (concombre, tomate...).

Quand ?

Mettre en place la barrière physique en cas de risque, surtout avant les premiers vols du ou des bio-agresseur(s) visé(s).

Dans quelles conditions ?

Les barrières sont installées au niveau des ouvrants dans les cultures sous abri ou sous serre, à plat sur la culture en plein champ ou en tunnels, verticalement en plein champ pour lutter contre les ravageurs se déplaçant sous le couvert végétal ou au ras de la culture (mouche de la carotte, mouche du chou).

Réglementation

Aucune réglementation particulière.

Effets induits

Temps de travail : (-) le temps de pose peut être relativement long ;

(-) après la pose, il faut vérifier l'étanchéité de la barrière physique.

Organisation du travail : (-) pour certaines techniques, la barrière doit être retirée avant toute autre intervention ;

(-) augmentation de la pénibilité du travail, sous serre et abri, lorsque les barrières engendrent une élévation de température.

Économie : (-) nécessite un investissement en fonction de la barrière choisie et de sa qualité ;

(+) réduction de la consommation de carburant si diminution des traitements.

Agronomie : (+) diminution du risque de transmission des virus ;

(-) problème de microclimat favorable aux maladies.

Qualité du produit : pas d'incidence sauf si développement de maladies (ex : pourriture grise).

Énergétique : (+) réduction de la consommation d'énergie si le filet remplace des traitements.

Environnement : (+) diminution des transferts de polluants vers l'eau et l'air grâce à la réduction des insecticides ;

(-) augmentation de la quantité de déchets lorsqu'ils sont retraités après usage.

Fiche technique T21

MISE EN PLACE DE BARRIÈRES PHYSIQUES

Mise en œuvre de la technique

* **Choix de la maille du filet** : il existe dans le commerce différentes largeurs de mailles allant de 0,23 à 1,38 mm. Le choix doit être réalisé en fonction du bio-agresseur visé. Par exemple : pour les thrips et mouches blanches, entre 0,3 et 0,6 mm ; pour les pucerons, mouches mineuses ou altises, entre 0,5 et 1 mm ; pour les mouches et les papillons, entre 1 et 1,5 mm.

* **Durée de vie** : les filets ont une durée de vie comprise entre 3 et 10 saisons en fonction de la qualité du filet et du soin apporté lors de leur manipulation.

* **Installation** : pour le plein champ, lorsque l'installation est à plat, il est recommandé de ne pas tendre trop fort la protection physique afin de laisser un espace suffisant pour le développement du végétal et pour limiter les conditions d'un climat favorable aux maladies et aux adventices. Lorsque l'installation est verticale sur les abords des parcelles, la protection doit avoir une hauteur minimum de 90 cm et le rebord doit être de 30 cm, incliné à 45°. Pour les abris et les serres, les filets doivent être posés aux ouvrants et aux entrées (mise en place de sas) des structures.

* **Effet sur le climat** : en fonction de la taille des mailles, l'aération, la température, l'hygrométrie, la pénétration de la lumière... peuvent être modifiées. Il est donc important de prendre en considération ces éventuelles modifications.

* **Précautions particulières** : le blanchiment des abris et des serres doit être réalisé avec précaution afin d'éviter le colmatage des mailles.

Techniques pouvant être associées pour une meilleure efficacité

L'entretien des abords des parcelles et des abris afin d'éliminer les zones refuges, identification précoce des bio-agresseurs aériens (FT 13) (panneaux englués...), mise en place de mesures prophylactiques (FT 2-3).

Fiche technique T22

LE TRAITEMENT EST-IL OPPORTUN ?



Définition de la technique

Un traitement phytopharmaceutique ne doit jamais être systématique. Il convient, avant chaque traitement, de vérifier l'opportunité en se posant quelques questions : Est-il vraiment nécessaire de traiter ? Est-ce rentable de traiter ? Quels sont les risques à ne pas traiter ? Les réponses peuvent être apportées grâce à des outils d'aide à la décision (OAD) (outil permettant de prendre une décision opérationnelle d'intervention ou de préconiser un traitement), des règles de décision (règle opérationnelle permettant d'adapter ses décisions d'intervention en fonction de l'état de la parcelle), des observations...

Contre quel(s) bio-agresseurs ?

Potentiellement l'ensemble des bio-agresseurs sont concernés.

Bibliographie disponible

- Henry A., Toupet E.-L., Deytieux V., Reau R., 2012, Recueil et analyse critique des règles de décision pour la protection des cultures, Inra, 490 p.
- <http://e-phy.agriculture.gouv.fr/>
- <http://cultures-legumieres.ecophytopic.fr/cultures-legumieres>

Sur quelle(s) culture(s) ?

Potentiellement toutes les cultures, mais les outils ne sont pas disponibles pour l'ensemble des couples bio-agresseur/culture.

Quand ?

Les traitements phytopharmaceutiques sont opportuns lorsque la combinaison des autres techniques culturales est jugée moins pertinente et/ou que les pertes économiques prévisibles dues aux bio-agresseurs sont supérieures au coût du traitement (seuil d'intervention).

Dans quelles conditions ?

En plus de la présence de bio-agresseurs ou du risque de présence pour certains, l'opportunité de traiter dépend du contexte de la parcelle (environnement, pédoclimat), de la culture (variété, stade de développement...), de la présence d'auxiliaires, du traitement phytopharmaceutique choisi...

Temps de travail :

Prendre en compte le temps d'observation et de recherche d'informations.

Réglementation

Respect de la réglementation en vigueur tant sur les autorisations de mise sur le marché (AMM), les mélanges autorisés, les zones non traitées (ZNT), les conditions d'applications...

Effets induits

Temps de travail : (-) augmentation du temps d'observation des parcelles ;

(+) gain de temps de traitement si des traitements sont évités.

Organisation du travail : (-) besoin de formation du personnel pour identification des bio-agresseurs.

Économie : (+) diminution d'achat de produits phytopharmaceutiques et diminution de consommation de carburant si des traitements sont évités.

Agronomie : pas d'incidence.

Qualité du produit : pas d'incidence.

Énergétique : (+) diminution de la consommation d'énergie lorsque des traitements sont évités.

Environnement : (+) augmentation de la biodiversité fonctionnelle si des traitements sont évités ;

(+) diminution des transferts de produits phytopharmaceutiques vers l'eau et l'air.

Fiche technique T22

LE TRAITEMENT EST-IL OPPORTUN ?

Mise en œuvre de la technique

* Diagnostic

Il existe diverses solutions pour identifier la présence d'un bio-agresseur et connaître son niveau d'infestation.

* **Les bulletins de santé du végétal (BSV)** : diffusés de manière hebdomadaire et régionale par les Draaf et les chambres d'agriculture, ils contiennent la description de la situation phytosanitaire, l'analyse de risque et le résumé de la situation épidémiologique décrite par les modèles et les seuils de risque quand ils existent.

* **Les visites des parcelles et les observations des cultures** : elles doivent être régulières afin de détecter précocement la présence et les foyers de bio-agresseurs, mais aussi la présence d'auxiliaires permettant une régulation suffisante. La fréquence des observations est variable selon le risque de présence.

* **La surveillance** : des pièges à phéromones ou chromatiques sont disposés au semis ou à la plantation dans les parcelles.

* Raisonnement

S'il n'y a pas de techniques culturales (ou de combinaisons) possibles ou si elles sont jugées insuffisantes, le principe est de réaliser le traitement phytopharmaceutique uniquement lorsque le seuil d'intervention est atteint, c'est-à-dire lorsque le coût du traitement est inférieur aux pertes potentielles occasionnées par la présence de bio-agresseurs.

* **OAD** : pour déterminer ce seuil, il est nécessaire de vérifier la validité de différents OAD dans le contexte pédoclimatique. Certains sont une aide à la réflexion, c'est-à-dire qu'ils déterminent le niveau de risque et de nuisibilité du bio-agresseur comme le modèle Milart (mildiou de l'artichaut), Tom cast (alternariose de la carotte), Miléos (mildiou de la pomme de terre), Bremcast (mildiou de la laitue)... d'autres sont des outils d'évaluation des risques qui permettent, en période de pression, de savoir quand le traitement devient indispensable, comme le modèle Swat pour le vol de mouche du chou et de la carotte ou le modèle thrips sur poireau... Ces outils sont des aides pour déclencher ou non un traitement ; ils ne permettent cependant pas de s'affranchir de l'observation des parcelles.

* **Règles de décision** : les OAD mobilisent des règles de décision, mais toutes ne font pas l'objet d'un OAD particulier : par exemple, le seuil de 10 pucerons par plante sur le pois, le seuil de 10 à 20 % des laitues (pour le marché de frais) hébergeant une colonie de pucerons du feuillage à l'automne ou au printemps...

* **Adaptation au contexte** : le déclenchement d'un traitement doit également prendre en compte le contexte pédoclimatique qui favorise ou non la présence de bio-agresseurs ; l'espèce et la variété implantées qui peuvent présenter des sensibilités très diverses ; la conduite de la culture (travail du sol, date de semis ou de plantation, irrigation, fertilisation, date de récolte...) qui a une influence non négligeable sur la présence et la nuisibilité des bio-agresseurs ; le stade de développement de la culture (à certains stades, des bio-agresseurs peuvent être observés sans pour autant être nuisibles et le risque de phytotoxicité peut être plus important)...

Techniques pouvant être associées pour une meilleure efficacité

Afin de réduire l'utilisation des produits phytopharmaceutiques, il faut assurer leur efficacité optimale. Cela passe par un respect des conditions d'application (FT 22) spécifique à chaque produit. Ensuite, avoir une démarche de co-conception de systèmes de culture économes combinant un ensemble de techniques décrites dans ce guide permet de réduire de manière plus importante l'utilisation des produits.

Fiche technique T23

CONDITIONS D'APPLICATION DES TRAITEMENTS CHIMIQUES



Définition de la technique

L'efficacité des pulvérisations est parfois irrégulière voire limitée. Quelques points essentiels permettent de l'optimiser, de garantir une efficacité maximale et de limiter le nombre d'interventions. Cela rentre dans le cadre des bonnes pratiques phytosanitaires.

Contre quel(s) bio-agresseurs ?

Tous les bio-agresseurs sont concernés grâce à une meilleure efficacité des traitements.

Bibliographie disponible

- Chambre d'agriculture de Bourgogne, 2012, Optimiser la pulvérisation, 16 p.
- <http://e-phy.agriculture.gouv.fr/>
- <http://cultures-legumieres.ecophytopic.fr/cultures-legumieres>

Sur quelle(s) culture(s) ?

Toutes les cultures.

Quand ?

Les traitements chimiques doivent être effectués au moment opportun : vis-à-vis du bio-agresseur (localisation, densité de population...) et du moment de la journée (conditions climatiques) ; l'application doit être de qualité.

Dans quelles conditions ?

Les conditions climatiques doivent être respectées le jour de l'application et pendant les 5 jours suivant le traitement pour l'hygrométrie et la température.

Réglementation

Respect de la réglementation en vigueur tant sur les autorisations de mise sur le marché (AMM), les mélanges autorisés, les zones non traitées (ZNT), les conditions d'applications...

Effets induits

Temps de travail : pas d'incidence ou faible augmentation pour vérifier les différents paramètres.

Organisation du travail : (-) besoin d'une organisation du personnel pour traiter dans les meilleures conditions : tôt le matin ou tard le soir.

Économie : (+) diminution d'achat de produits phytopharmaceutiques et diminution de consommation de carburant si des traitements sont évités.

Agronomie : (+) augmentation du rendement si l'efficacité des traitements est supérieure.

Qualité du produit : (+) meilleure qualité si l'efficacité des traitements est supérieure.

Énergétique : (+) diminution de la consommation de l'énergie fossile lorsque des traitements sont évités.

Environnement : (+) augmentation de la biodiversité fonctionnelle si des traitements sont évités ;

(+) diminution des transferts de produits phytopharmaceutiques vers l'eau et l'air.

Fiche technique T23

CONDITIONS D'APPLICATION DES TRAITEMENTS CHIMIQUES

Mise en œuvre de la technique

Bien lire les étiquettes des produits et respecter les recommandations.

* Conditions d'application

* **Hygrométrie** : critère essentiel pour les produits phytopharmaceutiques à action systémique. Une forte hygrométrie (minimum 60 %) permet une bonne pénétration du produit et limite le dessèchement de la goutte. Il est préférable de réaliser les applications tôt le matin ou tard le soir, en présence de rosée si possible.

* **Température** : si elle est trop élevée, les plantes limitent leur transpiration, limitant alors la pénétration et la circulation des substances actives systémiques ou pénétrantes. Ce phénomène peut entraîner des symptômes de phytotoxicité ou de brûlure. Il faut éviter les interventions lorsque les températures sont supérieures à 25 °C ou inférieures à 0 °C.

* **Humidité du sol** : critère essentiel pour les produits phytopharmaceutiques à action racinaire. En sol sec, l'absorption du produit est pénalisée et l'efficacité limitée.

* **Caractéristiques du sol** : lorsque les taux d'argile et de matières organiques sont élevés, les matières actives peuvent être bloquées dans le sol et être moins efficaces.

* **Vitesse du vent** : elle ne doit pas excéder 19 km/h, mais l'effet de la dérive est présent dès 12 km/h ; il faut alors mettre en œuvre des moyens permettant de la limiter.

* **Intervention au bon stade avec la bonne dose** : pour l'ensemble des produits phytopharmaceutiques, il faut tenir compte de l'effet curatif ou préventif des substances actives pour positionner le traitement dans la situation optimale. Pour les herbicides, le stade des adventices est important puisque la quantité de cire présente sur les feuilles augmente avec l'âge de la plante, limitant ainsi la pénétration et donc l'efficacité de l'herbicide.

* **Intervention avec le bon produit** : pour le choisir, il faut avoir une bonne connaissance du produit (mode d'action..) et avoir observé le bio-agresseur visé (stade...). Cela permet éventuellement de réaliser des applications localisées. Lors du choix, il convient également de prendre en compte le classement toxicologique et les phases de risques des produits pour sélectionner les moins toxiques.

* Qualité de l'eau

* **pH** : les produits phytopharmaceutiques ont des plages optimales de pH ; il convient de les respecter afin d'atteindre la meilleure efficacité.

* **Dureté** : une eau dure (> 35 °f) perturbe l'efficacité des substances actives. Pour corriger la dureté, il est possible de baisser les volumes utilisés ou d'utiliser des adjuvants correcteurs de dureté.

* **Conductivité électrique** : une bonne conductivité (entre 400 et 500 µS/cm) permet aux produits systémiques de mieux pénétrer dans la plante. Au-delà de 1500 µS/cm, l'utilisation de l'eau est déconseillée.

* **Les volumes d'eau** : ils doivent être adaptés aux produits et au stade de la culture. La baisse des volumes est efficace principalement pour les substances actives foliaires systémiques dans certaines conditions. Elle permet une augmentation des débits de chantiers (vitesse d'avancement entre 12 et 18 km/h), une meilleure conductivité de l'eau de pulvérisation et une concentration de la bouillie en substance active, augmentant ainsi l'efficacité des traitements. En plein champ, l'efficacité est bonne à partir de volumes de 50 à 60 l/ha. Cependant, il faut disposer de références techniques sérieuses puisque cette technique peut entraîner une diminution de l'efficacité et un risque de phytotoxicité avec l'augmentation de la concentration.

* **Utilisation d'adjuvants** : elle permet l'amélioration de la qualité et de l'efficacité de la pulvérisation grâce à l'homogénéité de la bouillie, la durée de vie des gouttes après pulvérisation, la pénétration des produits, la rétention et l'étalement de la bouillie sur la cible. Ils sont autorisés par type de bouillie.

* Choix des buses

* **L'angle de la buse** : en fonction de l'angle choisi de 80° à 120°, la hauteur de la rampe et l'écartement entre les buses doivent être ajustés pour atteindre un bon recouvrement des jets.

* **Débit (l/min)** : $\text{Débit} = \frac{(Q \times V \times L)}{60\,000}$ avec : Q, quantité de bouillie épandue (l/ha) ; V, vitesse d'avancement (km/h) ; L, écartement entre les buses (cm).

* **Pression d'utilisation** : elle dépend du modèle de buse utilisé. Plus la pression est élevée, plus la proportion de fines gouttes sensibles à la dérive est forte.

* **Taille des gouttes** : elle doit être comprise entre 250 et 350 µm. Elle dépend du calibre de la buse, de la vitesse d'avancement et de la pression.

* **Qualité de la pulvérisation** : pour vérifier la qualité de la pulvérisation (répartition, taille des gouttes...), l'utilisation de papiers hydrosensibles est recommandée. Un contrôle du pulvérisateur est à réaliser régulièrement (tous les 5 ans).

Techniques pouvant être associées pour une meilleure efficacité

Afin de réduire davantage l'utilisation des produits phytopharmaceutiques, il faut dans un premier temps se demander si le traitement est opportun (FT 23) et dans un second temps avoir une démarche de conception de système de culture économes combinant un ensemble de techniques décrites dans ce guide.

Fiche technique T24

GESTION DE L'ENVIRONNEMENT DES ABORDS DE PARCELLES



Définition de la technique

Certains aménagements (haies, bois, bandes enherbées...) du paysage représentent des zones potentielles de refuge, d'habitat ou de corridors pour les auxiliaires naturels des cultures et les pollinisateurs. Lorsque ces aménagements sont gérés dans l'objectif d'attirer et/ou de maintenir ces auxiliaires, on parle de lutte biologique par conservation.

Contre quel(s) bio-agresseurs ?

Divers ravageurs aériens (mouche, puceron, acarien...). Études en cours.

Bibliographie disponible

- Didier B., Guyot H., 2012, Des plantes et leurs insectes, Quae, 263 p.
- Le Roux X. *et al.*, 2012, Agriculture et biodiversité, Valoriser les synergies, Expertise scientifique collective Inra juillet 2008, Quae, 178 p.
- Picault S. *et al.*, 2013, Biodiversité fonctionnelle en cultures de légumières, Régulation de la mouche de la carotte *Psila rosae*, Infos CTIFL, n° 293, 25-39.
- Ricard J.-M. *et al.*, 2012, Biodiversité et régulation des ravageurs en arboriculture fruitière, CTIFL, 471 p.

Sur quelle(s) culture(s) ?

Potentiellement toutes les cultures de plein champ (Brassicées, poireau...) et sous abri (Solanacées, Cucurbitacées...).

Quand ?

Certains aménagements sont pérennes (haies), d'autres peuvent être mis en place chaque année (bandes enherbées ou fleuries) en fonction de la culture en place.

Dans quelles conditions ?

Elles sont variables en fonction de l'aménagement choisi. Évitez les espèces qui peuvent favoriser des bio-agresseurs. Études en cours.

Une gestion collective à une échelle supérieure à celle de l'exploitation est préférable.

Temps de travail

Entre 15 et 20 h pour l'implantation d'une haie de 100 m et 1 h/an pour son entretien.

Réglementation

- La directive Nitrates impose l'implantation de bandes enherbées le long des cours d'eau en zones vulnérables.
- La norme BCAE protection et gestion de l'eau impose l'implantation de bandes enherbées le long de tous les cours d'eau éligibles. Sa gestion, sa mise en place et sa composition sont variables selon les régions.

Effets induits

Temps de travail : (-) augmentation du temps de travail pour le semis ou la plantation, l'observation et la gestion de l'aménagement.

Organisation du travail : peu d'incidence.

Économie : (-) augmentation des charges opérationnelles et de mécanisation variable en fonction de l'aménagement mis en place et de sa gestion (environ 1400 €/100 m de haie implantée, 15 €/an pour son entretien et entre 200 et 2500 €/ha pour un mélange fleuri) ;

(+) diminution des achats d'insecticides si les auxiliaires sont présents dans les parcelles.

Agronomie : (+) effet brise-vent et régulation hydrique des haies ;

(-) augmentation de la concurrence entre la bordure de champ et les haies.

Qualité du produit : variable en fonction de l'équilibre ravageurs/auxiliaires dans les aménagements. Ceux-ci peuvent également être une réserve pour les bio-agresseurs.

Énergétique : (-) augmentation de la consommation de carburants pour la mise en place et la gestion des aménagements.

Environnement : (+) augmentation de la biodiversité fonctionnelle ;

(+) diminution des transferts de polluants vers l'eau et l'air s'il y a une réduction des insecticides.

Fiche technique T24

GESTION DE L'ENVIRONNEMENT DES ABORDS DE PARCELLES

Exemples de mise en œuvre de la technique

* Haies et lisières boisées

☛ **Intérêts** : ce sont des habitats riches en arthropodes prédateurs (araignées, coléoptères, hémiptères...), mais aussi en acariens, névroptères, oiseaux, micromammifères...

☛ **Mise en œuvre** : les haies ayant les trois strates (herbacée, arbustive et arborée) sont celles présentant la plus grande diversité d'auxiliaires. Il est préférable de favoriser des espèces indigènes. L'augmentation de la diversité floristique, avec notamment diverses périodes de floraison, entraîne une augmentation de la diversité faunistique hébergée. Les insectes attirés sont généralement spécifiques des espèces implantées. Il est donc important, lors du choix, d'éviter les espèces attirant les ravageurs des cultures légumières et de favoriser celles attirant le plus d'auxiliaires (Didier, 2012). Une bonne préparation du sol est nécessaire pour faciliter la reprise des plants. Pour faciliter le démarrage des arbres et arbustes, il est conseillé de pailler le sol à l'aide d'un paillage végétal afin d'éviter la concurrence avec la strate herbacée les trois premières années.

☛ **Gestion** : la taille des ligneux doit si possible être réalisée en îlots à l'automne et limitée au strict nécessaire afin de ne pas uniformiser le paysage, ce qui conduirait à une diminution de la biodiversité.

* Bandes enherbées et fleuries

☛ **Intérêts** : ce sont des zones de fortes diversités des communautés d'insectes tant pollinisateurs qu'auxiliaires ou ravageurs. Ce sont de plus des lieux d'hivernage pour les arthropodes du sol (dont : Staphylinidae, Carabidae...)

☛ **Mise en œuvre** : les facteurs influençant la diversité des insectes sont l'abondance des fleurs, la qualité et la structure de la végétation, l'âge et l'entretien. Le choix des espèces semées est effectué de telle sorte que les mélanges contiennent des dicotylédones associées ou non à des monocotylédones, des espèces annuelles, bisannuelles et vivaces, et préférentiellement des espèces indigènes. D'autres critères doivent être pris en compte, comme l'époque de floraison, qui doit être la plus longue possible, la capacité d'attraction des auxiliaires en fonction des ravageurs présents, la pérennité et la facilité de gestion des plantes. Le semis doit être réalisé dans de bonnes conditions afin d'obtenir un développement équilibré des espèces.

☛ **Gestion** : le fauchage doit être tardif lorsque les floraisons sont terminées. La fauche de la moitié de la bande chaque année peut permettre de conserver un abri pour les insectes en hiver.

* **Les abris à insectes** : ce sont des zones de refuges d'hivernation pour les auxiliaires (chrysopes, punaises, forficules, coccinelles). Ils permettent une présence précoce de ceux-ci dans les cultures et retardent le développement des ravageurs.

Techniques pouvant être associées pour une meilleure efficacité

Un environnement sain, des pratiques culturales optimisées, des observations régulières dans les parcelles et dans les aménagements, des interventions rapides et des applications de traitements en adéquation avec les auxiliaires sont nécessaires pour réussir la protection des cultures vis-à-vis des ravageurs.

Fiche technique T25

LES TECHNIQUES EN COURS D'ÉTUDES

Cette fiche présente une liste non exhaustive de techniques alternatives qui font actuellement l'objet de recherches concernant leur mode d'action, leur efficacité, leur contrainte ou leur mise en œuvre. Ces techniques sont des pistes intéressantes pour réduire l'utilisation de produits phytopharmaceutiques à l'avenir.

Augmentorium : structure en toile fermée disposée dans la parcelle. L'augmentorium possède une ouverture permettant d'introduire les produits récoltés infestés par un ravageur et une ouverture obturée par un filet à maille adaptée au ravageur visé. Les mailles permettent de laisser passer (entrée ou sortie) un auxiliaire, mais empêche la sortie du ravageur. L'augmentorium a un double effet : il permet d'éviter la dispersion des ravageurs contenus dans les fruits placés à l'intérieur, ceux-ci sont en effet piégés dans la structure ; il sert aussi à multiplier le nombre d'auxiliaires. En effet, si une partie des ravageurs placés dans l'augmentorium sont déjà parasités par l'auxiliaire, le développement des larves aura alors lieu dans l'augmentorium. Les auxiliaires adultes pourront ensuite sortir à travers les mailles du filet et aller parasiter d'autres ravageurs dans la culture.

Aspirateur d'insectes : outil permettant de prélever les ravageurs par aspiration sans endommager les cultures. Les meilleures efficacités ont été démontrées sur les insectes s'envolant facilement dès qu'ils sentent des vibrations ou une perturbation de leur environnement (ex : aleurodes). Le matériel d'aspiration est de taille très variable, allant d'outils portables pour un travail dans un abri à des automoteurs utilisés en plein champ.

Caractérisation de la sensibilité du matériel végétal aux bio-agresseurs : en grandes cultures, des niveaux de sensibilité sont donnés pour diverses maladies. Grâce à cette information, l'utilisation de variétés ayant des sensibilités différentes dans le temps, au cours des successions, et dans l'espace permet de retarder le contournement des résistances. Actuellement, les informations données par le CTPS pour les variétés des cultures légumières sont « résistantes » ou « non résistantes » aux bio-agresseurs. La caractérisation des sensibilités des cultures légumières dès l'inscription des variétés serait utile pour affiner le choix des variétés dans les systèmes économes en produits phytopharmaceutiques.

Densité de semis et de plantation : elle peut être adaptée pour limiter les pressions de bio-agresseurs en fonction des risques identifiés dans la parcelle. Dans le cas des adventices, la densité sera augmentée pour assurer un développement dense du peuplement exerçant une forte concurrence vis-à-vis des adventices. A contrario, pour limiter les bio-agresseurs aériens, une densité moindre sera privilégiée, réduisant la biomasse disponible aux bio-agresseurs et permettant une meilleure aération de la culture.

Évolution du matériel de culture : des pistes d'amélioration sont envisageables dans le domaine du machinisme agricole. Il est intéressant de suivre les dernières innovations des constructeurs. Par exemple, il existe dans certains pays des robots automatisés de désherbage mécanique ou des études sur des machines pour soulever les galles de nématodes.

Lâchers de mâles stériles : consiste à produire et élever des mâles stériles du ravageur visé (ex : mouches), puis de réaliser des lâchers inondatifs de ceux-ci sur les cultures. Les mâles stériles vont féconder les femelles qui pondront alors des œufs non viables. Cette technique permet de limiter le développement des populations de ravageurs.

Mélange de variétés et d'espèces : association d'espèces ou de variétés cultivées sur la même surface. Les espèces ou variétés ne sont pas nécessairement semées et récoltées en même temps, mais doivent cohabiter pendant une période significative de leur croissance. Les plantes peuvent être mélangées dans la parcelle (semis d'un mélange de graines ou semis/plantation en plusieurs fois) ou cultivées en rangs ou bandes alternés. Le choix des espèces ou des variétés est fonction des débouchés, des caractéristiques physiologiques afin de récolter le mélange dans de bonnes conditions, et des objectifs recherchés (éviter un bio-agresseur, limiter le salissement de la parcelle...).

Mycoherbicide : préparation pulvérisable au champ à base de champignons provoquant une maladie spécifique permettant le contrôle d'adventices.

Occultation : méthode de désherbage dont le principe est la couverture du sol avec un film opaque, avant la mise en culture, pour permettre la germination des adventices et leur destruction par absence de lumière.

Stimulateurs de défense des plantes (SDP) : substance qui permet à la plante d'enclencher au moins un mécanisme de défense contre un bio-agresseur. Les SDP sont de sources diverses (organismes vivants, végétaux, diverses molécules), d'origine naturelle ou de synthèse.

Stratégie push /pull : consiste à rendre la culture répulsive pour les ravageurs (push) tout en les attirant (pull) sur des zones où ils peuvent être gérés (destruction physique ou chimique), piégés ou simplement détournés de la culture au stade sensible. La répulsion ou l'attraction sont provoquées par l'application de produits (appâts, diffuseurs...), par la mise en place de plantes ou de couverts végétaux.

Fiche technique T26

LE CALCUL DE L'INDICE DE FRÉQUENCE DES TRAITEMENTS (IFT)

Définition

L'IFT est un indicateur de pression phytosanitaire. Il permet de mesurer l'intensité du recours aux produits phytopharmaceutiques sur la succession culturale. Il est utilisé pour vérifier que le système de culture amélioré est effectivement plus économe en produits phytopharmaceutiques que le système initial.

Mode de calcul

L'IFT correspond au nombre de doses homologuées de produits phytopharmaceutiques appliquées sur une parcelle pendant une campagne culturale. $IFT_{\text{traitement}} = \frac{DA}{DH} \times PP$

avec : DA, la dose de produit commercial réellement appliqué par hectare ;
DH, la dose homologuée pour le même produit ;
PP, la proportion de parcelle traitée lors du traitement.

Calcul à l'échelle de la culture : $IFT_{\text{culture}} = \frac{DA}{DH} \times PP$

Calcul à l'échelle du système de culture : $IFT_{\text{SdC}} = \frac{IFT_{\text{culture}}}{\text{Nb d'années de la succession}}$

Exemple

Pour la succession



la formule de calcul à l'échelle du système est :

$$IFT_{\text{SdC}} = \frac{(IFT_{\text{salade1}} + IFT_{\text{salade2}} + IFT_{\text{tomate}}) + (IFT_{\text{salade1}} + IFT_{\text{salade2}} + IFT_{\text{melon}})}{2}$$

Limite

L'IFT rend compte de l'intensité d'utilisation des produits phytopharmaceutiques, mais ne qualifie pas le risque qu'ils représentent pour l'utilisateur et l'environnement. Le choix des produits phytopharmaceutiques lors de l'évaluation peut être discuté.

Bibliographie disponible

<http://agriculture.gouv.fr/les-produits-phytosanitaires>

<http://www.calcul-ift.fr/index.php?pa=1&ad=3>

Remarques

* Si pour un même couple « culture-produit phytopharmaceutiques » il existe plusieurs doses homologuées correspondant à des bio-agresseurs différents, on retient la dose homologuée minimale. Cette convention de calcul permet de ne pas être obligé de connaître la cible d'un traitement, mais uniquement la culture.

* L'IFT ne tient compte que des produits phytopharmaceutiques appliqués au champ. Les adjuvants et les traitements des produits récoltés ne sont pas pris en compte pour le calcul de l'IFT. Si des traitements de semences et/ou en pépinière sont réalisés, l'IFT est égal à 1, quel que soit leur nombre.