

RAPPORT FINAL D'EXPERIMENTATION

CENTRE TECHNIQUE DE L'OLIVIER PROGRAMME OLEICULTURE BIOLOGIQUE 2008



Janvier 2009

Région



Provence-Alpes-Côte d'Azur



Afidol

PROGRAMME D'EXPERIMENTATION OLEICOLE

Compte-rendus des essais réalisés en 2008

SOMMAIRE :

Action 1 : bandes fleuries : biodiversité fonctionnelle en oliveraies

Action 2 : Entretien du rang : enherbement sur le rang

Action 3 : Fiche technique : piégeage massif

Action 4 : Fiche technique : engrais vert

1. biodiversité fonctionnelle en oliveraies

Le programme d'installation de bandes florales dans des vergers d'oliviers mené par le GRAB a débuté en 2004 et vise à rétablir des relations tritrophiques entre la faune auxiliaire, les espèces d'insectes nuisibles et les plantes adventices, en favorisant l'installation de ces dernières.

L'Organisation Internationale de Lutte Biologique (OILB) considère que la lutte biologique par conservation est une piste à envisager pour parvenir à une agriculture à faibles niveaux d'intrants. Cela correspond à une Zone de Compensation Ecologique (ZCE) : la bande florale est le type de ZCE le plus connue.

Les bandes florales sont des éléments de végétation permanents intégrées dans la zone cultivée contenant principalement des plantes vivaces et/ou aromatiques ainsi que des légumineuses typiques de la région. Ces bandes ne doivent recevoir ni engrais ni pesticides, et elles devraient représenter environ 10% de la surface du verger. Ces bandes sont intégrées dans la zone cultivée pour attirer les ennemis naturels des ravageurs de culture. Les espèces semées sont, pour la plupart, des espèces naturellement présentes dans la région et donc adaptées au milieu et aux composantes abiotiques. Elles peuvent avoir une fonction aussi de connexion entre les habitats naturels et semi-naturels. Elles sont représentées sur une largeur minimale de 3 m avec un mélange d'environ 30 espèces.

Les bandes florales ont différentes fonctions :

- Elles participent à **l'amélioration des paramètres physico-chimiques et biologiques du sol** tels que le taux de matière organique, la capacité de rétention en eau, l'activité biologique et microbienne, etc... ;
- Elles permettent de **maintenir une hygrométrie convenable dans le verger lors des périodes de fortes chaleur**
- Elles **limitent les érosions hydraulique et éolienne** et permet le contrôle des adventices ;
- Elles contribuent à la **fixation de l'azote avec un rôle épurateur** important ;
- Elles permettent d'attirer des **populations d'ennemis naturels** ce qui constitue la principale fonction en favorisant la présence et le maintien d'auxiliaires. Ainsi, elles doivent apporter des proies alternatives pour les larves de parasitoïde ou pour des insectes prédateurs ainsi que de la nourriture pour les adultes parasitoïdes. En fonction de la disponibilité en nourriture, le parasitoïde va adopter différentes stratégies : soit par la recherche d'hôtes d'insectes (pour l'installation des générations suivantes), soit par la recherche de nourriture.

Les bandes florales apportent indirectement des ressources aux adultes parasitoïdes se nourrissant de leurs hôtes et directement par l'apport de nectar floral ou extrafloral, et de pollen.

Par exemple, le modèle de l'Inule visqueuse (*Inula viscosa*) abrite un parasite attaqué lui-même par une guêpe et peut également parasiter la mouche de l'olive ; ce modèle n'est qu'un exemple parmi d'autres.

- *suivis botaniques*

Les bandes fleuries dans les vergers sont exposées à des conditions extrêmes : fortes sécheresses depuis 2004, pas d'entretien, pas d'arrosage . Ces conditions ont fortement réduit la diversité végétale, sur la majorité des bandes. Seules les espèces les mieux adaptées, et installées ont pu prendre le dessus et écarter les espèces secondaires. On retrouve souvent les mêmes espèces sur les différentes bandes : molènes, chardons-marie, centaurée jacée...

L'aspect fonctionnel des bandes fleuries est difficile à mettre en évidence, de part le mélange plurispécifique semé, la prédominance des espèces spontanées pour les inventaires entomologiques, et la lourdeur de l'identification à l'espèce, pour établir les liens trophiques avec les plantes en place.

L'installation de bandes florales est un processus lent et complexe. Les sols cultivés sont en général trop fertilisés pour permettre l'installation durable d'une flore peu adaptée à des milieux riches : seules certaines espèces 'plastiques', à tendance nitrophile, vont s'adapter et pousser. La contrainte climatique se rajoute à ces difficultés.

Ces conclusions se retrouvent dans beaucoup d'études de terrain visant à revégétaliser des milieux fortement anthropisés, artificialisés, où les sols ont été longtemps découverts.

Ces inventaires floristiques, réalisés chez 9 oléiculteurs de 6 départements différents durant les mois de mai-juin ont permis d'observer 227 espèces réparties dans 43 familles. Les familles les plus représentées sont les Astéracées, les Fabacées, les Brassicacées, les Caryophyllacées, les Scrophulariacées et les Poacées.

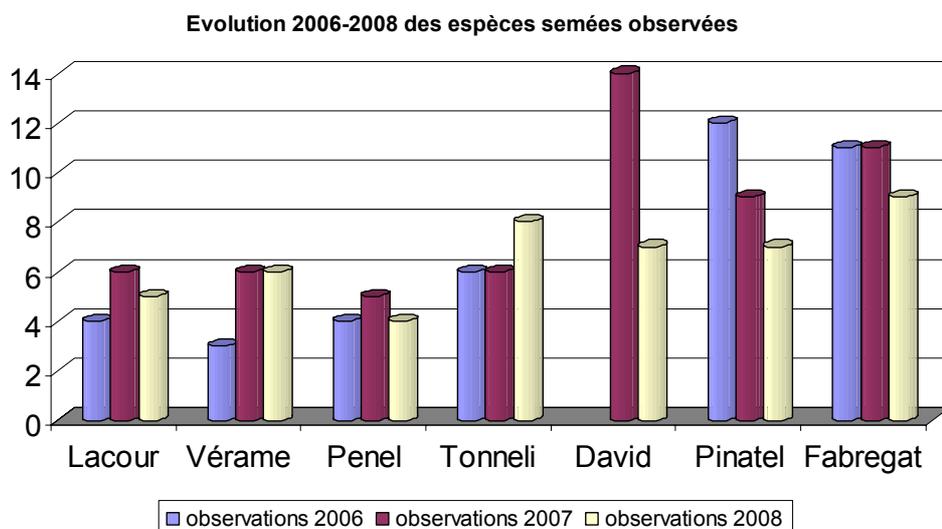
Parcelles	Nb de familles	Nb espèces semées	Nb espèces spontanées	Nb total d'espèces
Fabregat (34)	23	9	39	48
Vérame (13)	23	6	51	57
Penel (13)	12	4	29	33
David (84)	11	7	19	26
Tonelli (06)	23	8	70	78
Lacour (83)	23	5	36	41
Grimat (04)	23	11	77	88
Pinatel (04)	19	7	51	58
Chabas (84)	17	13	30	43

Le nombre de familles par parcelle oscille entre 11 et 23 ; le nombre d'espèces semées en 2008 qui ont levé varie de 4 à 13 espèces et le nombre d'espèces spontanées varie de 19 à 77. La diversité la plus faible se trouve chez Madame David avec 26 espèces et la parcelle la plus riche se trouve chez Monsieur Grimat avec 88 espèces.

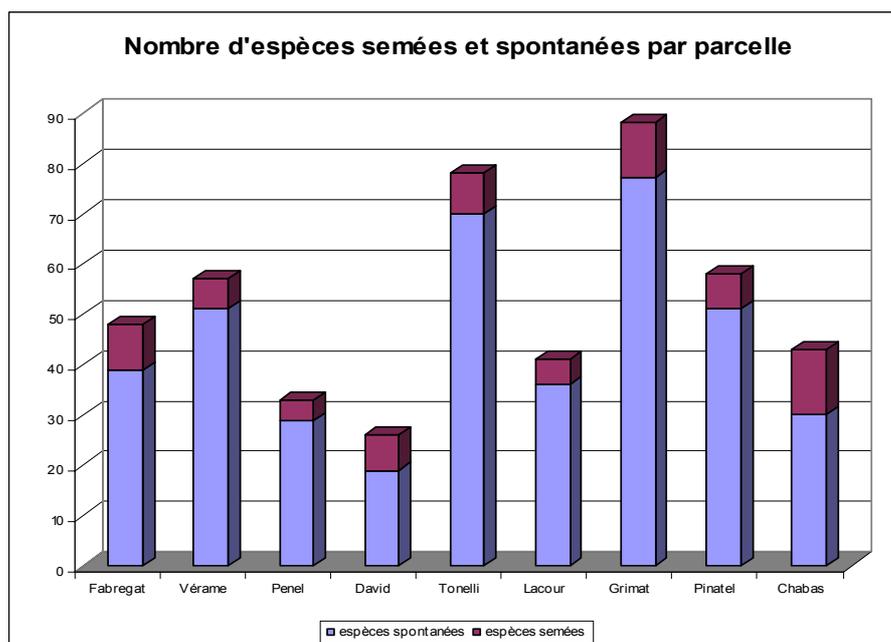
La proportion d'espèces spontanées est toujours beaucoup plus importante par rapport à la proportion d'espèces semées : cette dernière ne dépasse jamais les 30% du nombre d'espèces total et oscille entre 10% chez Monsieur Tonelli à 30% chez Monsieur Chabas.

		Lacour	Vérame	Penel	Tonnelli	David	Pinatel	Fabregat
2008	Espèces semées	5	6	4	8	7	7	9
	Espèces spontanées	36	51	29	69	19	51	39
	Total	41	57	33	78	26	58	48
2007	Espèces semées	6	6	5	6	14	9	11
	Espèces spontanées	13	36	11	65	12	20	13
	Total	19	42	16	71	26	29	24
2006	Espèces semées	4	3	4	6		12	11
	Espèces spontanées	27	28	37	49		48	26
	Total	31	31	41	55		60	37

Tableau 1 : évolution du nombre d'espèces semées et spontanées sur 7 vergers suivis, de 2006 à 2008



Le nombre de plantes semées recensées sur les parcelles évolue plutôt à la baisse ou est plutôt stagnant, au profit des espèces spontanées qu'on retrouve toujours plus nombreuses sur ces 7 vergers.



La part d'espèces semées (en bordeaux sur le graphe ci-contre) devient vraiment minoritaire sur tous les vergers suivis.

- suivis entomologiques

Les relevés entomologiques réalisés depuis 2004 jusque 2007 ont montré une meilleure colonisation des zones semées et non travaillées, par rapport aux zones cultivées ou de végétation spontanée.

En 2008, nous n'avons pas pu assurer les relevés entomologiques à défaut d'avoir pu trouver un stagiaire compétent et disponible aux périodes importantes (printemps, automne). Cette difficulté rend aléatoire la possibilité

Comme les années précédentes, nous avons demandé aux producteurs d'envoyer des lots d'olives piquées à l'INRA d'Avignon pour récupérer les parasitoïdes émergents des fruits au printemps.

CONCLUSIONS

La mise en place de bandes florales a pour principal but de maintenir une biodiversité fonctionnelle de façon à attirer les auxiliaires hôtes spécifiques des espèces végétales semées qui pourront ensuite parasiter les ravageurs de cultures.

Nous avons pu observer depuis 2004 que toutes les espèces semées n'ont pas levé : seulement 51% des espèces semées ont pu être observées en 2008. Cependant, les inventaires floristiques ont été réalisés sur une courte période et assez tard (mai-juin) ; les espèces précoces n'étaient donc pas forcément représentées sur les parcelles, et les espèces qui n'étaient pas encore levé n'ont pas été inventoriées.

Certaines espèces n'ont pas eu la possibilité de lever pour plusieurs raisons (forte concurrence des espèces spontanées, non adaptation au milieu local, sécheresses).

Les espèces spontanées ont été beaucoup plus importantes cette année sur toutes les parcelles par rapport aux années précédentes. Ceci peut s'expliquer par le fait que l'année 2008 a été une année très pluvieuse et a donc favorisé les espèces spontanées souvent plus compétitives, plus adaptées au milieu et souvent envahissantes comme par exemple *Malva sylvestris* ou certaines graminées comme *Avena fatua* ou *Hordeum murinum* pouvant couvrir de grandes surfaces au détriment des espèces semées. La comparaison des inventaires des trois années successives a montré que le nombre d'espèces semées qui a été observé, a diminué par rapport à l'année précédente (entre 5 et 14 espèces pour cette année). Les inventaires floristiques des deux dernières années ont été réalisés sur une plus longue période et plus tôt dans l'année ce qui a permis d'observer toutes les espèces précoces tel que *Silene coronaria* par exemple (observée sur une seule parcelle cette année).

Il y a sans doute un biais quant aux observateurs qui ont réalisé les inventaires avec par exemple une prise en compte plus ou moins grande de l'espace autour des bandes florales et une variabilité dans l'estimation de l'abondance des espèces. Les comparaisons des inventaires des différentes années sont donc délicates et les variabilités d'une année à l'autre sont également liées aux conditions environnementales et climatiques qui diffèrent d'une année à l'autre.

Pour connaître les réels impacts de l'implantation de ces bandes florales, il est nécessaire de poursuivre cette expérimentation et d'effectuer un suivi régulier mais ciblé de la végétation et de l'entomofaune présente pour ensuite faire un bilan évolutif de la diversité entomologique observée. Pour cela, il est essentiel d'impliquer beaucoup plus les oléiculteurs dans cette expérimentation ; la majorité des exploitants montre une réelle volonté de s'investir pour améliorer les connaissances de façon à trouver des solutions concrètes quant à leurs problèmes de ravageurs sur leurs cultures. Cette implication des agriculteurs pourrait permettre également de les sensibiliser par rapport aux connaissances sur les interactions entre les plantes et les insectes.

Il est indispensable de ne pas faucher les bandes avant la floraison d'un maximum d'espèces ; la sensibilisation des oléiculteurs à cette pratique est difficile car la plupart veulent une parcelle propre et bien entretenue (pour éviter d'être ensuite débordé par des espèces invasives), ce qui n'est pas le cas quand la végétation fait 50 cm de hauteur. Par contre, il peut être utile de limiter la prolifération de certaines espèces végétales envahissantes par un fauchage ou arrachage ponctuel.

Enfin, un élément important qui mériterait des études plus approfondies est l'intégration à une plus grande échelle de la faune locale (insectes, oiseaux, mammifères...) dans le but de maintenir une diversité fonctionnelle importante et un équilibre naturel de l'exploitation.

De façon générale, les conclusions provisoires sur cet essai sont :

- difficulté de prouver le rôle fonctionnel des zones florales sur des communautés d'auxiliaires, étant donné les mélanges en place, et l'importance relative des espèces indigènes,
- difficulté à maintenir des bandes florales diversifiées dans les conditions pratiques du producteur, c'est-à-dire avec un entretien *a minima* : cela fait aussi partie de l'expérimentation et des questions de départ, et cela doit permettre d'identifier quelques espèces plus rustiques et capables de se développer en conditions sèches.
- Importance de la qualité du semis sur l'évolution des zones florales

2. *enherbement sur le rang*

Sur des vergers déjà installés (plus de 5-6 ans d'âge), l'enherbement au pied constitue une alternative au travail mécanique (coûteux en temps et en intrants) et aux herbicides, et permet de maintenir une activité biologique des sols tout en limitant l'érosion des parcelles sensibles. La contrainte principale est la concurrence hydrique et minérale, mais le travail consiste à sélectionner des espèces méditerranéennes, xérophiles (adaptées aux milieux secs), qui peuvent entrer en dormance en début d'été, ou être très faiblement concurrentes, voire pas du tout en verger installé.

Une bibliographie a été réalisée, des contacts ont été pris avec l'INRA de Mauguio qui travaille sur les fourragères méditerranéennes, avec le Conservatoire Botanique de Porquerolles, avec des botanistes régionaux et des entreprises semencières proposant des mélanges tout prêts.

Une liste a ainsi été dressée (voir ci-après), puis le dispositif a été mis en place sur une parcelle plane de St-Rémy-de-Provence (voir dispositif précis en annexe).

Liste des espèces & mélanges d'espèces choisis :

épervière piloselle *Hieracium pilosella*
luzerne annuelle *Medicago tuncatula/sativa*

fétuque ovine "Durette" *Festuca ovina*

Leucanthemum vulgare Lam.

Linaria repens (L.) Miller

Poa flaccidula Boiss. & Reuter

fétuque rouge semi-traçante

Salvia verbenaca L.

Onobrychis viciifolia Scop.

Achillea millefolium L.

Catananche caerulea L.

Helianthemum apenninum (L.) Miller

mélange rustique : eschscholzia, centranthes, souci, coquelicot, coreopsis, lin bleu, echinops, achillée...

mélange saxicole : fétuque ovine, alysse maritime, coronille, pavot, saponaire...

mélange Porquerolles : *salvia verbenaca*, *centranthus ruber*, *onobrychis viciifolia*, *achillea millefolium*, *cerinthe major*, *isatis tinctoria*, *lathyrus pratensis*, *leucanthemum vulgare*, *linaria repens*, *ononis natrix*, *orlaya grandiflora*, *poa flaccidula*, *vicia cracca*...

Selon la quantité de graines disponible, ou l'intérêt probable de certaines espèces ou mélanges, des placettes de 1, 2 ou 4 arbres ont été identifiées sur deux rangs du verger, dont le terrain a été finement préparé au préalable. Deux répétitions par modalités ont été prévues.

Le témoin est constitué par les autres lignes du verger où l'enherbement spontané est maintenu, et fauché 2-3 fois dans l'année.



Le semis a été réalisé le 7 octobre 2008, veille de pluie. Il a été fait sur 1m de large sur l'axe de plantation (voir photos).

Le tassement par un rouleau a été impossible, le matériel étant défectueux. La pluie a toutefois pu tasser la terre en surface pour faire pénétrer les graines.



Les plantations d'épervières en godets (ci-contre) ont été réalisées 15 jours plus tard, dès la réception des mottes. Quatre mottes autour d'un arbre ont été plantées, puis trois mottes ont été placées sur l'axe, entre deux arbres.



Un suivi après semis a été fait en novembre, mais le développement était encore nettement trop faible (températures fraîches) pour envisager un dénombrement quelconque. Le suivi plus précis pourra être fait au printemps, dès que le sol aura suffisamment réchauffé.

Une démonstration en décembre était donc inutile, car les levées étaient insignifiantes et les identifications impossibles.

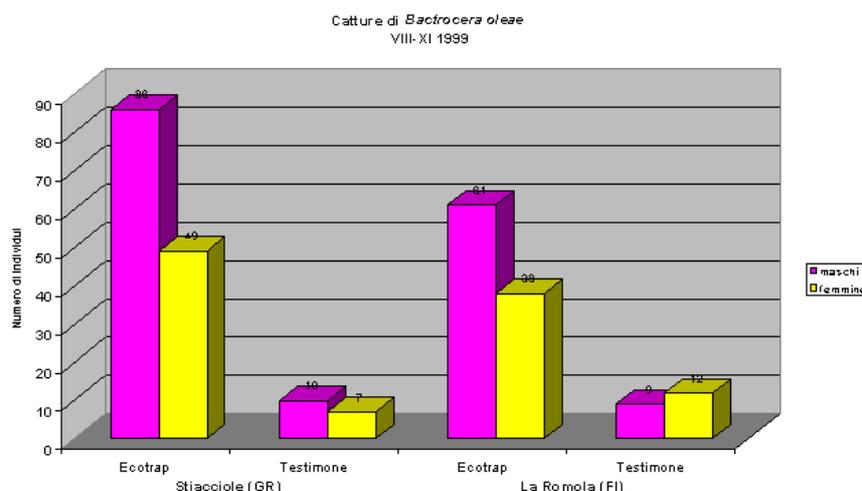
3. *fiche technique : piégeage massif*

L'argile kaolinite et le Synéis Appât® ont été développées récemment contre la mouche de l'olive, mais n'apporte pas encore une protection complète et parfaite. Le piégeage, dans certains cas particuliers, peut donc encore présenter un intérêt, s'il est bien utilisé. Il requiert en effet un certain nombre de conditions sine qua non pour être efficace : pression en mouches, taille et forme de la parcelle, environnement proche (< 500m), mistral, altitude, ...

Etat des lieux des connaissances

Les travaux, en France et à l'étranger, sont nombreux, et apportent des conclusions variables, en fonction :

- du matériel utilisé,
- du nombre de pièges utilisés,
- de leur disposition dans ou autour du verger,
- de la pression de mouche sur la saison,
- ...



Le piège Ecotrap® proposé par Vioryl est le matériel le plus répandu sur oliviers, largement utilisé en Grèce ou en Espagne où les vergers couvrent plusieurs dizaines d'hectares. Il apporte un complément de protection par rapport à l'argile seule, mais ne suffit pas toujours à protéger les attaques importantes. La bonne efficacité obtenue dans les pays étrangers tient en grande partie au fait que leurs vergers sont beaucoup plus grands, et mieux adaptés à cette technique que nos parcelles en moyenne inférieure à un hectare.

Le graphe ci-dessus montre les captures sur deux essais italiens, sur les pièges Ecotrap comparés à un piège témoin non attractif¹.

Les Espagnols utilisent avec succès un autre type de piège contre la cératite (voisine de la mouche de l'olive), sur pêchers ou agrumes.

¹ <http://orgprints.org/7976/> , <http://orgprints.org/4226/>

Les essais du GRAB ont montré une capacité d'attraction des pièges, sans jamais pouvoir limiter suffisamment le niveau de dégâts en année de forte pression. Des essais sur petites parcelles ont également prouvé un risque d'avoir autant voire plus de dégâts en raison de la forte attraction des pièges.

L'Areflec en Corse a également mené des travaux mais n'a pas pu conclure sur l'efficacité du piégeage dans ses conditions extrêmes. Le Civambio 66 a validé le piégeage massif sur olivier dans ses conditions régionales, et parvient à de bons résultats avec le matériel espagnol OIPE à 100 pièges/ha, en piégeant sur la périphérie des vergers, dans les haies ou bordures.

Recommandations

Le producteur devra en être conscient et se poser les questions suivantes avant de mettre en œuvre une technique coûteuse mais potentiellement très efficace.

- la pression de mouche n'est-elle pas trop forte ?

Au-delà d'un taux d'attaque de 30% à la récolte précédente, cette technique de lutte montre des limites et ne permettra pas d'abaisser suffisamment les populations d'adulte.

- ma parcelle à piéger est-elle suffisamment grande ?

On considère, de façon empirique, que pour une surface inférieure à 1,5-2 hectares, notamment pour des parcelles allongées et non pas carrées, l'effet du piégeage massif risque d'être inversé, c'est-à-dire qu'il peut attirer plus d'adultes et entraîner plus de dégâts que si rien n'est fait.

- A défaut, ma parcelle à piéger est-elle suffisamment isolée ?

Le piégeage massif peut être utilisé sur des surfaces inférieures à 1,5ha dans la mesure où l'oliveraie est isolée de toute autre parcelle (on considère en général 200m sous le vent, ou 600m en général), ou d'oléastres ou oliviers abandonnés, qui pourraient être des sources d'inoculum.

Matériels à disposition

On trouve sur le marché (français ou européen) plusieurs types de pièges qui sélectionnent parfois un ravageur précis (cératite, mouche de l'olive...).

Le coût d'installation peut varier si l'on prend en compte :

- le nombre de pièges à l'hectare préconisé, variable selon les matériels, les régions...
- le temps de pose et de dépose spécifique à chaque matériel
- le temps de nettoyage pour certains matériels réutilisables
- ...

Des photos des matériels sont présentées en dernière page.

Nom & origine	Attractif chromatique	Attractif alimentaire	Attractif sexuel	Glu ou Insecticide ou Liquide	Réutilisation possible	Coût moyen / piège
<i>FRUTECT (Israël)</i>	X	X	(x)	G	X	5€
<i>BIOFEED (Israël)</i> <i>www.biofeed.co.il</i>	X	X		I (roténone)	X	3€
<i>VIORYL (Grèce)</i> <i>www.vioryl.gr</i>		X	X	I (lambdacyhalothrine)		1€
<i>REBELL (Suisse)</i> <i>www.biocontrol.ch</i>	X	X		G	X	6€
<i>RIMITRAP (Israël)</i> <i>www.rimi.co.il</i>	X		X	G	X	1€
<i>OLIPE (pièges maison)²</i>		X		L	X	<1€
<i>DACUSTICK (Grèce)</i> <i>www.adolives.com</i>		X		G		
TEPHRI-PLAST (Espagne) <i>www.utiplas.com</i> <i>www.opennatur.com</i>	X	X		L	X	
<i>MAGNET OLI</i> <i>(Angleterre)</i> <i>http://www.agrisense.co.uk</i>			X	I (DDVP)		

Globalement, plus il y a de types d'attractifs, plus le piège est efficace. En effet, la couleur (jaune en général) et l'attractif alimentaire vont plutôt cibler les femelles, tandis que l'attractif sexuel va attirer les mâles.

² <http://coip.free.fr/coip/articles.php?lng=fr&pg=13>. L'attractif est du phosphate d'ammoniaque dilué à 4%. Placer environ 100 pièges/ha au sud des arbres. Les bouteilles devront être remplies en cours de saison.

Mise en place du piégeage

La première génération est la plus importante à contrôler, car son importance (liée à la fertilité de la mouche) détermine celle des 2^e et 3^e générations, donc les dégâts d'automne. Il faut donc pouvoir mettre en place le piégeage massif dès les premiers adultes observés : un piège sexuel relevé régulièrement à partir de mai permet de suivre précisément le début du vol, dans les conditions propres de l'exploitation.

Les pièges sont placés tous les arbres dans le cas d'une densité traditionnelle (7x7m environ). Il faut donc compter une densité moyenne de 200 pièges/hectare, même dans le cas d'un verger de haute densité.

Les bordures doivent être 'renforcées', cela permet :

- aux adultes dans la parcelle d'être attirés vers l'extérieur,
- aux adultes extérieurs à la parcelle de rester plutôt en bordure du verger.

On pourra même quand c'est possible fixer une ligne de pièges dans les haies, bosquets, ou vergers environnant l'olivieraie.

Fin août, il pourra être utile de faire un tour de verger pour s'assurer que les pièges sont encore suspendus (cas des zones ventées) et efficaces, pour les remplacer ou les réengluer au besoin, et garantir une bonne protection jusqu'à la récolte.

Les pièges sont fixés à 2m du sol minimum, et sur la face sud-ouest de l'arbre (les fruits y sont plus précoces donc plus attractifs) afin de maximiser leur effet. En effet, la couleur se voit mieux de loin si les pièges sont en hauteur, et les molécules diffuseront d'autant mieux qu'elles seront relarguées de haut. La fixation en hauteur des pièges englués permettra en outre de moins les empoussiérer lors du travail du sol.

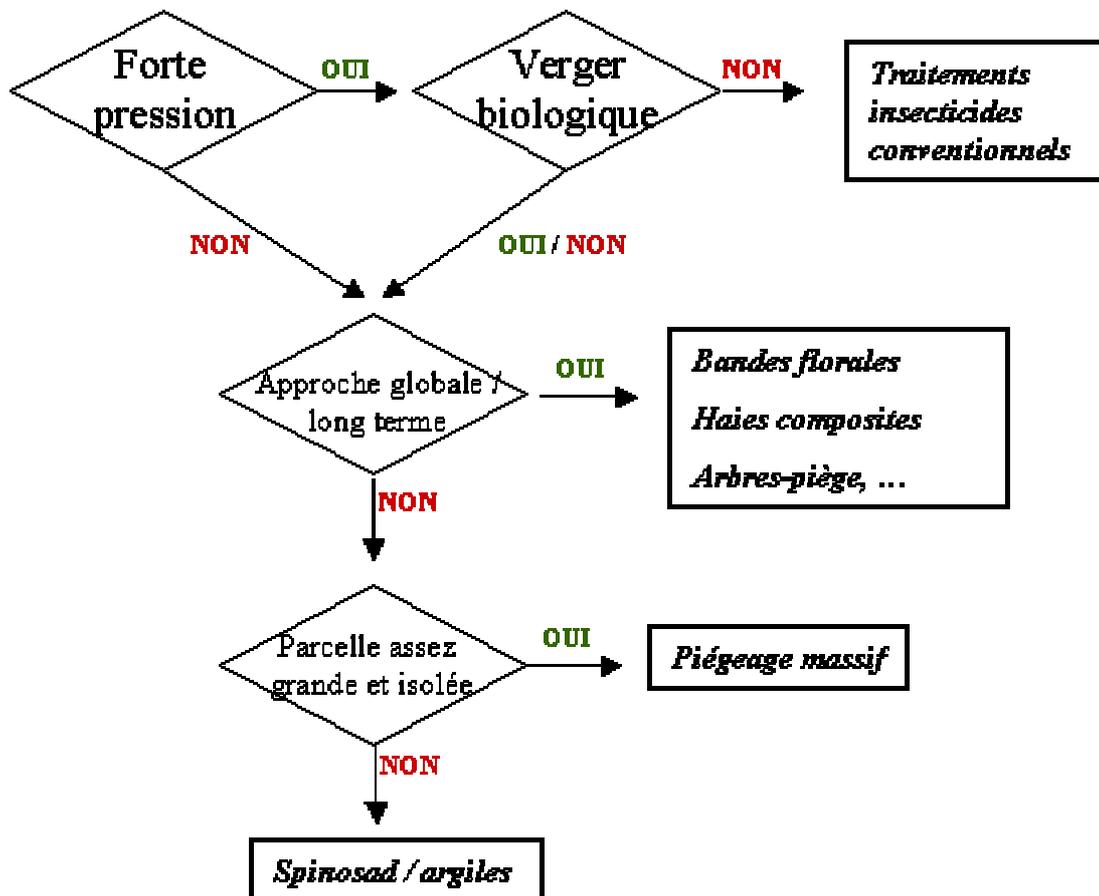
Les pièges devront être retirés quelques jours avant la récolte pour ne pas gêner les cueilleurs. Les pièges chromatiques englués pourront être nettoyés pendant l'hiver avec un solvant spécifique, et être réutilisés, ce qui fera nettement baisser le coût du piégeage massif.

Il faut savoir également que les pièges peuvent attirer une faune auxiliaire non négligeable, notamment les hyménoptères parasitoïdes.



Remerciements à Célia Gratraud (CTO) et Alain Arrufat (Civambio 66) pour la relecture et les compléments d'informations.

Quelle stratégie de protection adopter contre la mouche ?



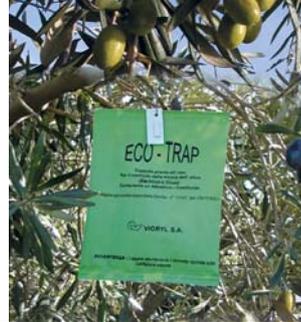
ILLUSTRATIONS DES PIEGES

FRUTECT



Kirschfruchtfliegenfalle des Typs Fructect®

ECOTRAP



BIOFEED



REBELL



DACUSTICK



OLIPE



TEPHRI-PLAST



MAGNET OLI



4. *fiche technique : engrais verts en oléiculture*

La gestion du couvert herbacé en zone méditerranéenne, en verger irrigué ou sec, se limite souvent à un travail du sol systématique, pour maîtriser au maximum les prises de risque et limiter la concurrence hydrique ou minérale. Les impacts environnementaux, agronomiques ou écologiques sont pourtant significatifs : augmentation de l'érosion, des lessivages, blocage de l'activité biologique du sol, perte de fertilité, rupture d'un équilibre écologique, fertilisation minérale accrue...

Parallèlement, les nouvelles plantations s'accompagnent souvent d'une mise en place d'irrigation, afin de garantir une production suffisante en s'affranchissant des aléas climatiques. Le risque de concurrence hydrique d'un couvert herbacé est donc rare, l'olivier étant de plus un arbre aux besoins limités, pouvant supporter un stress hydrique prolongé.

Cette fiche tente donc de proposer d'autres pistes de gestion du sol, afin de valoriser les ressources naturelles et de contribuer aussi à réduire les coûts de production.

Différentes options d'entretien du couvert herbacé

L'engrais vert peut se considérer de façon temporaire comme un complément à la fertilisation, mais peut aussi jouer un rôle agronomique d'alternative au travail du sol ou aux herbicides.

L'enherbement sur le rang peut en effet être envisagé sur des vergers installés, dont les racines sont capables d'aller puiser en profondeur. Les espèces adaptées (couvrantes, rases, peu actives en été...) doivent être identifiées pour la zone de culture de l'olivier ; des expérimentations démarrent à cette fin en 2008.

L'enherbement entre les rangs peut être mis en place selon deux options principales :

- 1) Installation **pérenne** à base d'espèces diversifiées, jouant un rôle agronomique (stabilisation du terrain, apport de matière organique voire d'azote si présence de légumineuses) et surtout écologique (attraction d'insectes, fixation de carbone).
- 2) Installation **temporaire** , à l'automne ou au printemps en fonction des espèces semées : c'est l'utilisation des **ENGRAIS VERTS**

	Avantages	Inconvénients
<i>Espèces semées</i>	Choix des espèces Action nettoyante Apport d'azote organique Pollinisation, diversification	Mauvaise adaptation Risque de concurrence Risque d'invasives
<i>Espèces spontanées</i>	Adaptation au terrain Coût nul Concurrence moindre ?	Risque d'invasives
<i>Enh. Permanent</i>	Effet bénéfique	Maîtrise à assurer Gêne pour les filets ?
<i>Enh. Temporaire</i>	Concurrence plus limitée Intégration de la MO	Effets plus ponctuels Lessivage / érosion

IMPORTANCE ET ROLES DES ENGRAIS VERTS

Les engrais verts, acteurs de la fertilité des sols

Les engrais verts jouent un rôle important dans le maintien ou l'augmentation de la fertilité des sols :

- ils protègent et améliorent la structure,
- ils stimulent l'activité biologique et permettent une meilleure disponibilité des éléments fertilisants.

En outre, leur rôle environnemental est fondamental : ils limitent le lessivage des nitrates et l'érosion des sols, dus aux sols nus.

Les engrais verts agissent sur la structure du sol en surface et en profondeur

En présence de l'engrais vert, le couvert végétal assure une protection mécanique de la surface contre l'effet destructurant des pluies (battance et prise en masse), du vent (érosion éolienne) et du soleil (dessèchement). Les racines augmentent la cohésion et le maintien du sol en place, diminuant ainsi les risques d'érosion. Cet effet, associé à l'effet couverture, diminue considérablement les pertes de terre fine (et fertile...) en zones sensibles.

L'action mécanique des racines en profondeur provoque la fissuration du sol, et ce d'autant plus que le système racinaire est dense et puissant. Ce phénomène est particulièrement important avec les graminées (seigle, triticale, orge), dont le chevelu racinaire est dense et assez puissant, et dans une moindre mesure avec certaines crucifères (radis fourrager, navette) dont le chevelu racinaire est moyennement dense mais qui ont un pivot puissant.



Le système racinaire des graminées fourragères est un des plus efficaces pour fissurer le sol

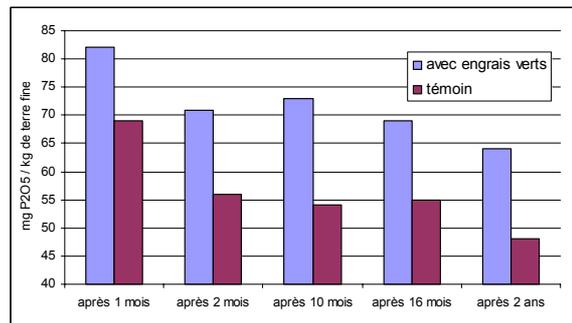
Après **destruction de l'engrais vert**, l'incorporation d'une grande quantité de biomasse fraîche stimule l'activité biologique. Les vers de terre, qui se nourrissent des débris végétaux, prolifèrent. En creusant des galeries, ils augmentent la porosité du sol et facilitent ainsi le ressuyage et l'aération. L'abondance de nourriture fermentescible stimule aussi l'activité microbienne. La dégradation de cet apport de matière organique libère des produits transitoires qui sont particulièrement actifs sur la stabilité structurale par leurs propriétés agrégeantes. L'effet sur la stabilité structurale est fugace mais néanmoins intense. La rapidité de décomposition dépend notamment du rapport C/N, qui est plus faible pour les couverts pauvres en lignine et cellulose et/ou riches en azote (crucifères, légumineuses, couverts jeunes peu lignifiés).

Les engrais verts "nourrissent" le sol en participant à l'entretien de la matière organique et en facilitant la disponibilité des éléments nutritifs.

Les engrais verts n'augmentent pas (ou peu) le taux d'humus des sols car ils sont en général très fermentescibles et se dégradent rapidement.

Ils améliorent par contre la disponibilité en éléments fertilisants de façon quantitative et qualitative :

- Avec des rendements en matière sèche de 3 à 6 t/ha, les quantités d'éléments fertilisants contenues dans les parties aériennes des couverts dépassent couramment 100 unités d'azote, 30 de phosphore et 150 de potassium, avec des nuances selon les familles. Ainsi, les légumineuses sont plus riches en azote, qu'elles puisent dans le sol directement ou dans l'air par l'intermédiaire de bactéries symbiotiques. Les crucifères sont plus riches en potasse et les graminées sont généralement moins riches en ces 2 éléments.
- L'enracinement profond de certains engrais verts (graminées, luzerne...) permet de prélever des éléments en profondeur et de les restituer en surface après destruction. Les nutriments sont alors disponibles pour une culture à enracinement moins profond. Cet effet est particulièrement intéressant vis à vis des nitrates qui sont très mobiles et migrent en profondeur avec le flux d'eau : les engrais verts jouent un rôle environnemental majeur en limitant le lessivage de l'azote.
- Certains engrais verts possèdent des aptitudes particulières pour prélever des nutriments. Ainsi, la moutarde et le sarrasin seraient particulièrement efficaces pour extraire le phosphore particulièrement utile à l'olivier (Pousset, 2000, cf graphe ci-contre), les crucifères auraient la capacité d'extraire du potassium des minéraux silicatés du sol (Aubert, 1980) et seraient efficaces pour absorber et restituer le soufre (Pousset, 2000).



Ces éléments nutritifs peuvent ensuite être mis à disposition de l'olivier, plus ou moins complètement et rapidement, en fonction de la rapidité de la décomposition du couvert. On considère que le phosphore et la potasse se trouvent sous des formes organiques facilement assimilables après transformation microbienne, et qu'ils sont aussi bio-disponibles que ceux apportés par les engrais les plus solubles. L'azote sera minéralisé mais ne sera disponible qu'en partie, qu'on peut estimer à 25% à court terme, avec une grande variabilité en fonction de la teneur du couvert en azote, du rapport C/N, des conditions pédo-climatiques...

Des engrais verts pour maîtriser les adventices

Le pouvoir concurrentiel des engrais verts vis à vis des adventices s'explique par différents phénomènes :



- la **concurrence directe**, pour les engrais verts dont le développement est suffisamment rapide pour étouffer les adventices. Le sorgho fourrager, les crucifères, le sarrasin et le chanvre ont un effet radical.
- la **sécrétion de toxines** qui inhibent la germination et le développement des adventices. C'est le cas du sarrasin (photo ci-contre) et du seigle (Pousset, 2000).

Certaines espèces ont un intérêt très net contre l'ensemble des adventices (tableau 1). D'autres ont un intérêt particulier contre une espèce d'adventice : c'est le cas de l'avoine contre le chardon. Il semble également intéressant de semer en engrais vert une espèce voisine de l'adventice comme par exemple l'avoine contre la folle avoine, le seigle contre le chiendent (tableau 2). Enfin, pour limiter le développement d'espèces nitrophiles (mouron, ortie), on sèmera un engrais vert fort consommateur d'azote comme la moutarde, le sarrasin.

Tableau 1 : espèces intéressantes contre les adventices

Engrais vert	Observations
sarrasin	espèce inhibant très nettement la croissance des adventices
Seigle, RGI	bonne concurrence
crucifères	colza, radis fourrager, navette fourragère, moutarde : plantes vigoureuses, très bonne concurrence
graminées	association fréquente graminée (blé, orge, avoine) et légumineuse fourragère (vesce, trèfle, mélilot)

Tableau 2 : cultiver une espèce voisine de l'espèce présente (d'après Pousset)

Flore adventice présente	Choix de l'engrais vert
Chiendent, vulpin, folle avoine	Céréales et graminées fourragères
Moutarde, ravenelle	Crucifères
Rumex, oseille, renouée	Sarrasin

En revanche, surtout si les conditions de germination ou de développement sont médiocres, certaines espèces à croissance assez lente laissent les adventices envahir la parcelle et favorisent leur maintien, surtout en cas de montée à graines de celles-ci. C'est notamment le cas de :

- certaines graminées dans des conditions de culture trop chaudes (sous abris notamment), comme le Ray-grass italien et le Ray-grass anglais,
- certaines légumineuses fourragères si elles sont semées seules, comme la féverole, mais aussi la vesce et le trèfle incarnat,
- la phacélie, particulièrement en conditions trop chaudes ou trop froides.

Les engrais verts ne sont pas forcément conseillés en cas de fort enherbement : des binages répétés seront plus efficaces contre les vivaces (chiendent, liseron...).

Dans le cas de vergers au sec ou peu irrigués, il est fréquent de remplacer l'enherbement permanent (intéressant pour l'équilibre humique) par des cultures d'engrais verts hivernales, enfouies au printemps. On limite ainsi les risques de concurrence hydrique.

Dernier point : la technique de l'engrais vert est préconisée avant l'implantation et les premières années du verger. On peut passer à l'enherbement permanent quand les arbres sont âgés de 3 à 5 ans ; ceci explique que sur les vergers adultes la technique des engrais verts (semis - broyage - enfouissement) est souvent abandonnée.

Le broyage du couvert végétal permanent et du bois de taille permet d'entretenir la matière organique du sol.

LES CRITERES DE CHOIX D'UN ENGRAIS VERT

Le choix de l'espèce ou du mélange d'espèces à semer en engrais vert sur une parcelle donnée dépendra de l'objectif : améliorer la structure du sol, limiter les risques d'érosion, enrichir le sol en azote, diminuer les populations de ravageurs ?

D'autres critères peuvent alors être pris en compte pour choisir son engrais vert.

Le sol. C'est en général un critère mineur car la majorité des espèces cultivées en engrais verts se développent en conditions de sol variées. Il peut néanmoins être important dans certains cas particuliers de terres très séchantes ou très calcaires par exemple (tableau 3).

Tableau 3 : Propriétés de certains engrais verts pour des sols particuliers (d'après Pousset)

Type de terrain	Propriété recherchée	Espèces possibles
Structure dégradée	Système racinaire puissant	Graminées fourragères Certaines légumineuses (lotier, minette, trèfle blanc)
Très Séchant	Plantes résistantes au stress hydrique	Moha, luzerne, dactyle
Très calcaire	Plantes résistantes	Brome, sainfoin, luzerne, minette, orge

La saison est déterminante pour la réussite d'un engrais vert.

Ainsi pour un engrais vert d'automne, on sèmera légumineuses, crucifères et ray-grass en août-septembre au plus tard. Seules quelques espèces peuvent pousser en semis plus tardif : seigle, blé, avoine par exemple.

Certaines espèces peuvent fournir une végétation suffisante en 6 à 8 semaines : sorgho fourrager, sarrasin, crucifères, alors que d'autres exigent au minimum 4 à 5 mois de culture pour exprimer leur potentiel : ray-grass, légumineuses ...

Les contraintes liées au semis

Les contraintes les plus fortes sont le coût et la disponibilité en semences³. La facilité de semis est un autre paramètre : les mélanges peuvent imposer plusieurs passages, certaines espèces sont difficiles à semer.

La préparation du lit de semences est déterminante pour la bonne germination des graines : un travail le plus fin possible devra être réalisé.

Le semis peut-être réalisé à la main pour de petites surfaces, ou avec un semoir à petites graines pour des lignes entières dans un verger. La profondeur doit être proportionnelle à la grosseur de la graine. Un roulage après semis est vivement recommandé.

Le fauchage de l'engrais vert sera préféré au broyage si l'on peut, car il est moins pénalisant pour les populations d'insectes auxiliaires vivant au sol. Il faudra laisser sécher l'engrais vert

³ Cf. liste de fournisseurs de graines en fin de document

Tableau 4 : liste d'espèces et principales caractéristiques (d'après Pousset)

Espèces⁴	Caractéristiques principales	Dose de semis	période
Féverole <i>Faba vulgaris</i>	généralement associée à une graminée (orge ou avoine), ou en mélange avec la vesce et le pois (voir mélange). Elle a une croissance rapide, c'est une plante transfert, la repousse, la masse verte sont bonnes. Elle fixe l'azote et en libère pendant sa croissance, elle est sensible à la sécheresse. A semer tôt et profond (5 à 6 cm).	180-200 kg/ha	①
Pois fourrager <i>Pisum sativum</i>	très bon fixateur d'azote, à semer tôt dans des sols secs et aérés, associé avec une céréale (orge blé et plus fréquemment avoine) ou en mélange avec la vesce et la féverole (voir mélange). Le pois est à semer tôt, il donne une production importante, plus exigeant en eau que la vesce, se contente d'une préparation du sol assez grossière.	150 à 250 kg/ha	③
Trèfle incarnat <i>Trifolium incarnatum</i>	il demande un sol bien préparé au semis et suffisamment de pluie. En outre il pousse lentement. Il est à réserver aux sols humides, craint la sécheresse et est souvent associé au Ray-Gras d'Italie. En zone méditerranéenne, on lui préfère le trèfle d'Alexandrie qui a une croissance plus rapide mais qui est sensible au froid. En ce qui concerne le trèfle blanc, il est le plus souvent utilisé pour une culture pérenne étant donné que la matière verte est peu importante.	25-30 kg/ha	②
Vesce <i>Vicia sativa</i>	croissance rapide et fixe l'azote de l'air; elle restitue lors de son enfouissement une quantité d'azote estimée à 40 ou 50 kg/ha. De plus ces racines effectuent un travail du sol exceptionnel. Elle peut être semée à l'automne ou au printemps ou en été. Elle doit être toujours enfouie avant les grands froids, la plante est sensible au gel. Elle est exigeante en eau. La vesce de Cerdogne, la vesce velue (semence commerciale non certifiée) sont plus résistantes au froid et à la sécheresse. La repousse peut être gênante. Elle se contente d'une préparation de sol grossière. La vesce est toujours semée avec une céréale qui lui sert de tuteur: avoine, orge pour les vesces de printemps et seigle pour les vesces d'hiver et éventuellement une autre légumineuse: pois ou (et) féverole.	80 à 100 kg/ha	① - ③
Lupin <i>Lupinus sativus</i>	Le lupin blanc a une croissance assez rapide Le lupin jaune est adapté aux sols sableux et acides Le lupin est exigeant en eau	150 à 180 kg	③
Graminées Avoine, orge, seigle	Les céréales sont toujours associées aux vesces ou aux pois fourragers. Elles travaillent bien le sol, leur masse végétale est importante. L'avoine émet des racines profondes, il est à planter en situation humide et froide. Les orges sont à semer en sols légers et calcaires. Le seigle a des racines fasciculées très développées. L'action mécanique de ces racines améliore la structure du sol, en particulier en terres lourdes et argileuses.	100 à 150 kg/ha	① - ③
Brome cathartique <i>Bromus catharticus</i>	Le brome aux racines profondes est à réserver aux zones sèches: avec quelques risques de la voir devenir une adventice tenace.	40 kg/ha	① - ②
Dactyle <i>Dactyla sp</i>	Il est souvent associé à une légumineuse comme le trèfle ou en mélange. Le dactyle a une bonne croissance en été, il est résistant à la sécheresse, mais craint le froid, il convient aux sols légers et sains.	35 kg/ha	① - ②

⁴ les variétés choisies pour chaque espèce devront être adaptées à la période de semis retenue

Colza fourrager <i>Brassica napus</i>	Le colza fourrager est la plus productive des crucifères fourragères (50 T de matière verte/ha). Il faut compter 8 à 10 semaines de végétation alors que le radis fourrager et la moutarde blanche sont plus rapides, il peuvent être enfouis plus tôt. Le colza d'hiver est résistant au froid, il peut-être enfoui même après une période de gel quand le sol est redevenu meuble. Le colza de printemps a un cycle de végétation plus court.	8 à 12 kg/ha, profondeur < 1cm	① - ③
Navette fourragère <i>Brassica rapa</i>	Facile à cultiver. Sa croissance est très rapide, elle peut être semée très tard, résistante au froid, elle peut passer tout l'hiver, protégeant efficacement les sols. Association possible avec légumineuses: vesce, pois, féverole, graminées : avoine, ray grass.	8 à 10 kg par hectare, profondeur < 2cm	① - ③
Moutarde Blanche <i>Brassica hirta</i>	croissance très rapide, produit une masse végétale plus riche en matière sèche. La moutarde blanche est une plante rustique peu exigeante en azote, les semences sont peu chères, c'est l'E.V. le plus économique.	10 à 20 kg par hectare, profondeur < 2cm	①
Radis fourrager <i>Raphanus sativus</i>	végétation vigoureuse (il peut atteindre 1 m de haut), il est facile à planter, il a une croissance rapide, particulièrement rustique il s'accommode à des terres médiocres, et d'une préparation du sol simplifiée. Le radis fourrager est une plante nettoyante, il étouffe tous les adventices; Ses racines agissent favorablement sur la structure du sol. Il est impératif de le broyer en début de floraison afin d'éviter les risques de repousse.	15 à 20 kg, semis < 2cm	① - ②
Phacélie <i>Phacelia tanacetifolia</i>	peu sensible au climat et pousse très vite (7 à 10 semaines) sur tous types de sol, même acides, mais exige un lit de semence bien préparé. Elle résiste bien à la sécheresse et à la gelée (-8°). Plante très mellifère, mais dont la semence est chère ! Elle forme un système racine très développé. Elle peut produire jusqu'à 18 T de racines à l'hectare alors que la moutarde n'en donne que 8, le rendement est de 35 T de matière verte par hectare.	10 à 15 kg/ha semis < 2cm	① - ③
Sarrasin <i>Fagopyrum esculentum</i>	intéressant pour plusieurs raisons: sa croissance est rapide, il est peu exigeant et pousse dans des sols très pauvres en azote. C'est une plante nettoyante, on la cultivait jadis dans des terres trop sale. Il résiste bien à la sécheresse. De plus, le sarrasin héberge les prédateurs de pucerons.	25-30 kg/ha semis < 3cm	① - ③

