



Trèfle violet et avoine de printemps



• GAB ÎdF •

Agriculteurs **BIO** d'Île-de-France

Les **ENGRAIS VERTS** en maraîchage biologique

leviers de décision et retours d'expériences
en Ile-de-France



Seigle et pois fourrager



Phacélie



L'objectif de ce guide est de donner les clés pour parvenir à inclure les engrais verts dans les rotations et les gérer de la façon la plus simple et efficace possible.

Les engrais verts regroupent l'ensemble des couverts végétaux qui ne sont pas destinés à être récoltés mais qui sont mis en place dans le but de **protéger le sol et/ou améliorer les performances agronomiques de la parcelle**. D'autres types de couverts végétaux existent mais sont moins courants dans les systèmes maraîchers (Guesquière et al., 2012) :

- les cultures intermédiaires piège à nitrates (CIPAN), qui sont mises en place à l'automne pour capter les nitrates et ainsi éviter leur lixiviation, dans le cadre de la Directive Nitrates par exemple ;
- les cultures en dérobée, dont l'objectif final est de récolter le fourrage ou les graines.

En pratique, ils peuvent être semés en lignes intercalaires dans la culture principale, en interculture, ou bien ils peuvent être intégrés dans la rotation sur des cycles plus longs (engrais verts de pleine saison, annuels, pluriannuels). Les couverts peuvent être monospécifiques, ou des mélanges d'espèces parmi lesquelles on retrouve souvent : des Poacées, des Fabacées, des Brassicacées, du sarrasin ou encore de la phacélie.

Les bénéfices agronomiques des engrais verts sont assez divers selon l'espèce du couvert mis en place. Un engrais vert réussi peut notamment représenter une solution pertinente pour faire face à certaines problématiques très présentes en maraîchage telles que la maîtrise de l'enherbement, la diversification des cultures dans la rotation ou encore le maintien de la fertilité des sols. Et pourtant, cette pratique n'est pas généralisée dans les systèmes maraîchers, souvent par manque de temps et de créneaux de disponibilité des parcelles. Les maraîchers et maraîchères bio franciliens ont engagé à plusieurs reprises des démarches pour s'améliorer en technicité sur les engrais verts via des voyages d'études, des visites d'exploitation, des formations, des groupes d'échange. Dans le cadre de ce guide, ce sont à la fois un recueil de pratiques franciliennes et un travail bibliographique qui ont été réalisés, dans le but de favoriser le partage de connaissance et ainsi de répondre collectivement à ce besoin technique.

Sommaire



Couvert de seigle semé en juillet 2020 (non irrigué)
chez Gaspard Manesse.
Photo datée du 12/10/2020.

- **P4** ➤ Action des engrais verts : choisir le couvert selon les objectifs ciblés
- **P6** ➤ Chap. 1 : la préparation du lit de semences
- **P10** ➤ Chap. 2 : le semis de l'engrais vert
- **P14** ➤ Chap. 3 : l'entretien de l'engrais vert
- **P18** ➤ Chap. 4 : la destruction de l'engrais vert
- **P21** ➤ Chap. 5 : l'implantation de la culture suivante
- **P23** ➤ Conclusion
- **P24** ➤ Données et méthodologie pour aller plus loin
- **P26** ➤ Bibliographie et remerciements

Action des engrais verts : choisir le couvert selon les objectifs ciblés

PROTECTION DES SOLS CONTRE L'ÉROSION ET LE LESSIVAGE

Un des premiers avantages des engrais verts est d'assurer une couverture du sol en interculture, qui va diminuer les effets de l'érosion et du lessivage des éléments nutritifs. Leurs racines tout d'abord, jouent un rôle de rétention des particules de sol et des minéraux, tandis que leur appareil végétatif va participer à réduire les phénomènes d'assèchement en gardant une atmosphère humide à la surface du sol, ainsi que la battance et le ruissellement en ralentissant le flux d'eau à la surface de la parcelle. De plus, la porosité créée par les racines du couvert permet au sol de mieux capter l'eau et favorise l'activité biologique de la microflore et microfaune, donc limite son « appauvrissement » biologique. Cet effet de protection est souvent recherché en semant des plantes buissonnantes comme les **Brassicacées** (utilisées aussi pour le captage de l'azote car elles produisent une biomasse importante sur un cycle court) ou des familles développant un fort chevelu racinaire qui retient les particules comme les **Poacées** (Leplatots Vedie, 2005).

AMÉLIORATION DE LA FERTILITÉ DES SOLS

Les engrais verts jouent un rôle sur la fertilité du sol en apportant de la matière organique fermentescible. L'enfouissement du végétal jeune et non lignifié permet de nourrir et d'activer la vie biologique du sol et d'améliorer ainsi son fonctionnement. Cependant, la décomposition de matière jeune forme peu de composés humiques stables sur le long terme. Pour espérer augmenter le taux d'humus global du sol, il faut privilégier les couverts avec un rapport C/N élevé comme les **Poacées** et assurer de bonnes conditions de décomposition. Il est néanmoins nécessaire pour ces engrais verts d'anticiper les risques de faim d'azote lors de la décomposition d'un couvert très carboné (début de lignification ou Poacée), en prévoyant un délai plus long entre la destruction et la mise en place de la culture suivante (Vedie et Sassi, 2015).

Les engrais verts agissent aussi sur la fertilité du sol en modifiant la répartition des éléments minéraux dans les horizons du sol, ce qui les rend souvent plus facilement assimilables pour les cultures suivantes. La **moutarde et le sarrasin** auraient ainsi montré une aptitude particulière pour absorber et restituer le phosphore, de même que les **Brassicacées** avec le soufre, le potassium et les éléments silicatés (Pousset, 2000 et Aubert, 1980). Enfin, les **Fabacées** sont souvent utilisées comme engrais verts pour fertiliser le sol, car elles sont connues pour fixer l'azote atmosphérique et le rendre ainsi disponible aux autres cultures.

Globalement, un engrais vert avec un rendement de 3 à 6 tonnes/ha contient dans son appareil végétatif aérien en moyenne 100 unités d'azote, 30 de phosphore et 150 de potassium (Leplatots Vedie, 2005). Ces données sont à nuancer selon les familles botaniques et la biodisponibilité des éléments après décomposition. La méthode MERCI abordée dans la dernière partie du guide permet notamment d'estimer les quantités de résidus d'éléments nutritifs dans le sol après un engrais vert.

Enfin, la situation particulière de l'Ile-de-France où le manque de matière fertilisante animale disponible favorise l'utilisation d'amendements et engrais industriels (souvent coûteux, et issus d'une production énergivore et peu qualitative), rend d'autant plus pertinente l'utilisation d'engrais verts pour la fertilisation des sols.

STRUCTURATION DES HORIZONS ÉDAPHIQUES

En associant des plantes avec des systèmes racinaires complémentaires, les engrais verts augmentent la porosité et favorisent une structure du sol moins sujette à la compaction. Les **Fabacées, les Brassicacées, le lin et le sarrasin** par l'action mécanique de leurs racines pivots vont aérer et améliorer la structure du sol. Les Poacées vont avoir un effet plus diffus et créer de la microporosité grâce à leur système racinaire fasciculé très dense (Leplatots Vedie, 2005).

PROTECTION SANITAIRE, RÉGULATION DES MALADIES ET RAVAGEURS

L'intérêt des engrais verts est ici d'implanter une famille botanique peu ou pas présente dans la rotation afin de casser le cycle des maladies et des ravageurs inféodés à certaines familles de légumes. Plusieurs engrais verts ont aussi un effet répulsif sur des ravageurs spécifiques, comme la **moutarde blanche** sur les nématodes, la **phacélie** (voir figure 1) sur les pucerons, altises et nématodes ou encore le ray-grass italien qui est une plante-piège pour la hernie des **Brassicacées**. Il existe d'ailleurs un protocole utilisant les propriétés de défense allélopathique des Brassicacées (induite par la synthèse de composés soufrés) : la biofumigation. Elle permet de réduire les populations de certains organismes pathogènes (notamment Sclerotinia, Anthracnose, Botrytis, la verticilliose du fraisier, les maladies virales, certains ravageurs comme les nématodes) et le développement des adventices. La biofumigation est cependant peu courante dans les systèmes maraîchers qui incluent peu de crucifères dans les couverts car cette famille est déjà très représentée parmi les légumes cultivés (Leplatots Vedie, 2005).

MAÎTRISE DE L'ENHERBEMENT

La pression concurrentielle induite par l'implantation de l'engrais vert peut en effet permettre de réduire le développement des adventices (Leplatots Vedie, 2005).

- Les couverts denses à croissance rapide comme les **Brassicacées, le sorgho fourrager, le chanvre** présentent une efficacité certaine en ce sens.
- Certaines plantes ont aussi un

effet allélopathique comme le seigle, le sarrasin et les Brassicacées.

- Il peut aussi être efficace de mettre en concurrence un couvert d'espèce voisine de l'adventice ciblée, par exemple l'avoine contre la folle avoine, le seigle contre le chiendent. Il faut néanmoins rester vigilant et surveiller le stade physiologique du couvert pour le détruire avant la montée en graines qui provoquerait l'effet inverse de l'objectif recherché.

Cibler les objectifs que l'on veut atteindre grâce aux engrais verts permet de savoir vers quelles familles botaniques se tourner, puisque chacune aura des effets spécifiques sur le sol et l'agro-système. Par la suite, pour choisir l'espèce à semer en particulier, d'autres critères basés sur les possibilités de gestion de l'engrais vert sont à prendre en compte, selon le matériel disponible sur l'exploitation, les habitudes de travail du sol, l'approvisionnement en semences, etc.

Les retours d'expérience proposés ci-après présentent différentes possibilités de gestion à **chaque étape de mise en place des engrais vert** :

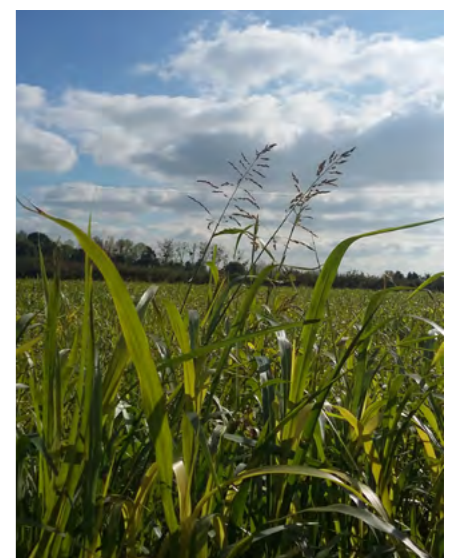
- la préparation du lit de semences
- le semis de l'engrais vert
- l'entretien de l'engrais vert
- la destruction de l'engrais vert
- l'implantation de la culture suivante.

Les exemples d'itinéraires techniques et les conseils formulés par les maraîchers et maraîchères d'Ile-de-France ont ainsi pour vocation d'inspirer et nourrir les réflexions sur l'intégration d'engrais verts dans les systèmes maraîchers.

Fig.1 : Bande de phacélie aux Vergers de Cossigny.
Photo datée du 16/10/2020



- Certains agriculteurs utilisent par ailleurs les propriétés bioindicateurs des adventices récalcitrantes (par exemple, le rumex qui s'implante dans les sols compacts, l'ortie qui est une plante nitrophile) pour choisir le couvert qui permettra d'améliorer les caractéristiques du sol et ainsi de réduire les conditions favorables à ces adventices (Terr'eau Bio, 2020)



Sorgho aux Vergers de Cossigny. 16/10/2020

Féverole et seigle semé vers le 10 octobre 2020
par Fabien Frémin. Photo prise le 10/12/2020



Chap. 1

LA PRÉPARATION DU LIT DE SEMENCES

La mise en place des engrais verts commence dès la récolte de la culture précédente, voire avant la récolte, avec la préparation du sol pour les semences. Plusieurs questions peuvent alors émerger :
Quelles opérations sont nécessaires avant le semis de l'engrais vert ? Faut-il broyer les résidus de culture ? Quel délai entre la récolte et le semis ?

Voici quelques pistes de réflexion sur la première étape de mise en place des engrais verts :

A QUELLE PÉRIODE SEMER UN ENGRAIS VERT ?

L'engrais vert le plus courant en maraîchage reste le couvert d'hiver. En effet, c'est une période où il y a moins de production maraîchère donc plus de surfaces libres, et c'est aussi à cette période qu'a lieu le deuxième cycle de minéralisation de l'année. Le couvert implanté dès l'automne va donc pouvoir absorber les minéraux issus de l'activité biologique du sol, et les restituer lors de la décomposition généralement au printemps.

Erwan Humbert utilise par exemple deux mélanges :

► mélange d'hiver : féverole, triticales ou avoine, pois fourrager, phacélie, lentille (il varie la combinaison du mélange sur chaque bloc semé selon les quantités disponibles de chaque semence) ;

► mélange de printemps/été surtout pour les auxiliaires et contre l'enherbement en bordure de planche : tournesol, phacélie, mauves, féveroles. On peut aussi planter des engrais verts dits à cycle courts : espèces estivales, espèces semées à l'automne et gélives.

Et sur des cycles beaucoup plus longs, il est possible d'utiliser des engrais verts pluriannuels tels que la luzerne ou certains mélanges céréale-légumineuse (voir témoignage de la ferme Sapousse p. 16 et 17).

SEMIS EN INTERCALAIRE : ALLIER DÉSHÉBAGE ET PRÉPARATION DU SOL

Erwan Humbert est installé sur 2,5 ha à Longpont-sur-Orge (91) depuis 2012. Il s'intéresse beaucoup aux techniques de maraîchage sur sol vivant et teste chaque année des pratiques qui lui permettent d'éviter les interventions mécaniques sur ses sols. Les engrais verts représentent un très bon allié en ce sens car ils peuvent permettre de maintenir une texture et une structure pédologique aérée pendant l'hiver.

Il a donc trouvé une façon d'implanter les engrais verts qui lui convient bien car cela minimise le travail du sol : semer le couvert au moment du dernier binage ou buttage des légumes (voir figure 2). Cette année, il a semé en octobre du trèfle blanc avec un peu de phacélie dans les poireaux (voir figure 3). Les semences bénéficient ainsi du désherbage des poireaux qui a nettoyé et ameubli le sol.



Fig. 2 : Pois fourrager et avoine entre des rangs de navets. Couvert semé en septembre 2020

L'astuce pour semer le trèfle qui demande une faible densité de graines (10 kg/ha environ pour le trèfle blanc), est de mélanger les graines dans le seau avec de la vermiculite, de la semoule ou du sable sec.

TRÈFLE BLANC ET PHACÉLIE

Semis	Destruction	Observations
A la volée, au moment du dernier buttage/binage à l'automne.	Au printemps, Erwan va planter des fèves, puis des choux en 2021, il ne travaillera que les lignes des buttes à la bineuse donc le trèfle pourra rester en place et être géré au rotofil ou à la tondeuse si besoin. Il prévoit de le détruire à la butteuse.	Le trèfle est efficace pour couvrir et fertiliser le sol en azote lors de l'enfouissement.



Fig.3 : Jeune couvert de trèfle blanc et phacélie au bout de la planche de poireaux (sous les voiles). Couvert semé vers le 01/09/2020. Photo datée du 13/10/2020.

Pour les engrais verts semés en plein, le choix du type de travail du sol est finalement dépendant des habitudes et du matériel disponible sur la ferme.

DIVERSIFIER LES ESPÈCES DANS LA ROTATION

L'un des points primordiaux à respecter lors du choix de l'engrais vert est la diversification des cultures dans les rotations.

Les engrais verts de Brassicacées sont souvent problématiques en maraîchage car beaucoup de légumes cultivés appartiennent à cette famille. Une interculture de moutarde, de radis ou de colza peut favoriser l'établissement de ravageurs spécifiques aux Brassicacées et augmenter les risques de dégâts sur la prochaine culture. Dans ce cas-là, il vaut mieux intégrer la Brassicacée en faible proportion dans les mélanges. Cela permet de bénéficier malgré tout des avantages agronomiques de cette famille, comme l'effet structurant de leur racine pivot.

Pour diversifier les rotations, on choisit donc souvent les Poacées, le sarrasin, ou encore la phacélie (souvent en mélange avec d'autres espèces car la semence est relativement chère). Ces engrais verts vont permettre de varier les prélèvements nutritifs du sol et de rompre les cycles des bioagresseurs car ils appartiennent à des familles botaniques peu cultivées en maraîchage. Il peut en être de même pour les engrais verts de Fabacées, s'il n'y a pas de pois ou de haricots dans les rotations.

LES ENGRAIS VERTS EN MÉLANGE

Les engrais verts composés d'une grande variété d'espèce présentent plusieurs avantages. Tout d'abord, la biodiversité spécifique du couvert augmente les probabilités que l'engrais vert se développe bien dans sa globalité (compensation des niveaux de sensibilités et de résistance de chaque espèce). De plus, la complémentarité des effets agronomiques de chaque espèce enrichit et diversifie l'action globale de l'engrais verts (association de plantes fertilisantes, structurantes, mellifères, etc.).

Lorsque l'on réalise soit même le mélange à partir de semences pouvant provenir de différents fournisseurs, comment calculer les doses (poids) des semences de chaque espèce dans le mélange ? Il est conseillé pour cela d'appliquer le pourcentage souhaité de chaque espèce dans le couvert, à la dose de semis « en pur ». Il peut aussi être intéressant de surdoser chaque espèce dans le mélange pour assurer un maximum de biomasse, surtout dans le cas de semis à l'automne. On ajoute pour cela 20-30 % à la dose préconisée en pure avant de faire le calcul (Terre d'essais, 2017).



Canadien et rouleau émietteur : outil utilisé par Erwan Humbert pour préparer le sol avant le semis de certains engrais verts.

LES OUTILS À DENTS :
OPTIMISER LA GERMINATION DU COUVERT

Daniel Evain est à la tête d'une ferme de grandes cultures et de maraîchage diversifié à Dourdan. Sur ses 12 hectares de plein champ, il plante des engrais verts d'hiver, sur les planches libérées en septembre et octobre. Il a choisi d'acheter les semences chez Axéreal car il leur vend une partie de sa production céréalière. Cet engrais vert d'hiver est composé de 50 % d'avoine brésilienne, 30 % de vesce, 15 % de trèfle d'Alexandrie et 5 % de phacélie. Ces 4 composants ont une sensibilité au gel entre -5 et -10°C. Sur la préparation du lit de semences, il observe que pour ses sols limoneux-sableux, un passage d'un outil à dent tel qu'un Actisol suffit pour une germination correcte de l'engrais vert. Le cultivateur prépare la terre trop finement et a tendance à augmenter la levée des adventices, ce qui ne convient pas au producteur.

AVOINE, VESCE, TRÈFLE, PHACÉLIE

Semis	Destruction	Observations
En septembre - octobre passage d'Actisol puis semis avec un semoir céréalière à ergots (voir p. 13). Densité de 30kg/ha.	Broyage avec un broyeur à fléaux au printemps quand la biomasse est satisfaisante (1m60 en 2019). Incorporation à l'Actisol et si ça bourre : passage d'une fraise type rotavator.	Les poireaux cultivés à la suite montrent un très bon rendement et de bons calibres. Daniel a constaté qu'il avait beaucoup d'auxiliaires qu'il attribue aux fleurs (phacélie, trèfle, vesce).

PRÉPARER LE SOL AVEC UN SIMPLE DÉSHÉRBAGE

Frédéric Frings est chef d'exploitation aux côtés de son père, à la SCEA Vergers de Cossigny. C'est lui qui est responsable des cultures maraîchères occupant 5ha du parcellaire, mais l'exploitation produit aussi des grandes cultures et légumes de plein champ. Avant de semer les engrais verts à l'automne, Frédéric ne réalise qu'un binage quelques jours avant le semis (voir figures 5), afin d'avoir des planches désherbées et planes.



Fig. 5 : Bineuse utilisée pour préparer le lit de semence des engrais verts.



Fig. 5 : Passage de la bineuse par Frédéric avant le semis des engrais vert d'hiver. Photos datées du 16/10/2020.

TRITICALE ET VESCE

Semis	Destruction	Observations
Mi-octobre binage puis semis avec un épandeur à engrais, sur toutes les planches libres. Dose de 300 à 400kg/ha. Herse étrille si besoin d'améliorer le contact terre-graine.	Broyage au printemps (broyeur à marteaux) 2 mois avant la date prévue pour l'implantation de la culture suivante. 10 jours après, passage de la fraise enfouisseuse sur 2-3 cm ou du cover crop si elle bourre. Si le temps est humide, Frédéric utilise le rotavator en relevant le capot, ce qui permet d'éjecter les plateaux de tallage à l'arrière pour qu'ils retombent et sèchent sur le sol, car s'il pleut beaucoup, les engrais verts d'hiver qui ne gèlent pas vont souvent repartir au niveau du plateau.	Bonne couverture pour l'hiver. Production de 15T de matière sèche/ha en 2019.

Il considère en effet, que la mise en place des engrais verts ne doit pas se transformer en casse-tête et que pour cela, il faut aller au plus simple, aussi bien au niveau des opérations que du choix de l'engrais vert. Frédéric utilise donc les semences de triticale et vesce que lui et son père Jacques produisent en grandes cultures et ces espèces remplissent les objectifs qu'il recherche : couverture du sol, maintien de la fertilité (évite le lessivage de l'azote), limitation de l'enherbement (surtout du ray-grass), diversification des rotations.

De plus, cet engrais vert d'hiver joue un rôle important pour optimiser l'utilisation des phénomènes de minéralisation à l'automne, en absorbant les minéraux et nutriments libérés à cette période par l'activité biologique. La fertilisation du sol lors de la décomposition du couvert au printemps lui évite ainsi d'apporter un intrant fertilisant pour la culture suivante.

Finalement, pour beaucoup de maraîcher.ère.s enquêté.e.s, la préparation du sol avant un engrais vert se réduit souvent au binage des adventices et à l'ameublissement superficiel du sol car la plupart des semences d'engrais vert ne nécessite pas un sol particulièrement travaillé pour germer. Ceux et celles ayant des exploitations très mécanisées vont avoir tendance à labourer ou passer un outil à dents assez profond, puis un second outil pour travailler plus superficiellement le sol avant de semer. D'autres qui ont du matériel plus spécialisé en maraîchage utilisent uniquement le cultibutte ou le vibroplanche pour travailler les planches. En conclusion, la tendance observée en Ile-de-France est une préparation du sol similaire à celle effectuée avant n'importe quelle culture peu exigeante, selon les habitudes et les outils de l'exploitation.

L'APPROVISIONNEMENT
EN SEMENCES

Des solutions simples peuvent se mettre en place aussi au niveau de l'approvisionnement des semences. En effet, se fournir auprès d'un.e voisin.e qui produit des céréales ou des protéagineux peut se révéler plus avantageux au niveau logistique et économique.

Le guide présente aussi des exemples de céréaliers-maraîchers qui ont choisi leurs engrais verts en fonction des semences qu'ils produisent sur la ferme (dont Frédéric Frings, Thomas Lafouasse, etc.) mais également des maraîchers qui tentent de produire leurs propres semences à petite échelle comme Gaspard Manesse qui a choisi le seigle (voir page 9) ou Erwan Humbert qui récolte des graines de phacélie et autres fleurs pour diversifier et enrichir ses mélanges d'engrais vert.

↓

Chap. 2

LE SEMIS

DE L'ENGRAIS VERT

Semis en intercalaire ou semis en plein, semoir à céréales, semoir manuel ou semis à la volée, il existe un éventail de manières de semer un couvert. Il faut anticiper cette étape selon le **matériel** à votre disposition, selon les **conditions météorologiques et l'état du sol**, selon les **conditions optimales pour la germination des graines** de(s) l'espèce(s) que vous avez choisie(s).
Voilà comment quelques fermes bio franciliennes ont raisonné ces choix :

PRODUIRE SA PROPRE CÉRÉALE AVEC DES OUTILS MARAÎ-
CHERS : UN SEMIS PEU HABITUEL

Gaspard Manesse cultive près de 3 ha de parcelles en maraîchage dans les Yvelines. Il produit de la semence de seigle depuis quelques années. La reproduction de la semence et le fait que Gaspard ne soit pas beaucoup mécanisé expliquent que l'itinéraire de culture qu'il a mis en place soit assez singulier.
Il a commencé par semer du seigle à la volée la première année. Après le semis, il peut être utile de passer un outil afin d'enterrer un peu les graines et ainsi d'éviter une mauvaise levée si la météo d'août-septembre prévoit un temps sec. Gaspard effectue par exemple un passage de herse rotative car il a peu d'outils sur la ferme. Mise à part cette précaution, le seigle ne va nécessiter aucun entretien pendant son cycle d'un an. Quand le grain arrive à maturité en juillet-août, Gaspard le fauche à la débroussailleuse, puis il ramasse l'ensemble de la fauche à la main pour la déplacer sur une autre parcelle afin d'y ressemer le seigle.

SEIGLE SEMENCE ET COUVERT SEIGLE/POIS FOURRAGER

Semis année N	Destruction N+1	Semis N+1	Destruction N+2
Seigle semé à la volée en juillet. Herse rotative si besoin.	Débroussailleuse en juillet-août année N+1	A N+1, du seigle est ressemé directement sur la même parcelle par le passage de la débroussailleuse en juillet-août, Gaspard sème du pois en complément (voir figure 6).	Broyeur à fléaux avant épiaison (juin-juillet) et herse rotative.
		Le seigle fauché est déplacé sur une autre parcelle, passage du broyeur pour ressemer les grains puis semis de pois à la volée : engrais vert d'un an (voir figures 7 et 8).	

Le seigle est un engrais vert qui satisfait Gaspard car c'est une Poacée plutôt rustique, qui ne demande pas d'opération très technique ni d'irrigation, et qui reste productive en biomasse. Cet engrais vert a aussi l'avantage de développer un système racinaire puissant donc très structurant et de nettoyer les parcelles des adventices.



Fig. 6 : Seigle et pois fourrager semés en juillet 2020 (parcelle 2). Photo datée du 12/10/2020.



Fig. 7 : Parcelle 1 : seigle semé initialement en 2019 et ressemé en 2020 par broyage. Photo datée du 12/10/2020.

Le semis à la volée est donc tout à fait envisageable pour semer en planches ou en plein, mais il faut savoir que le semis aura tendance à être plus dense qu'avec un semoir car d'après le retour de quelques maraîche.ère.s, il est plus difficile d'être précis.e à la main. Cette technique de



Fig. 8 : Parcelle 2 : semis de seigle (semences produites sur la parcelle 1) et pois réalisé en juillet 2020. Photo datée du 12/10/2020.

semis implique aussi le passage d'un outil à dents derrière le semis si la graine doit être enfouie. Il peut donc être intéressant d'utiliser directement un semoir pour enfouir les semences :

LE SEMOIR MANUEL EST UTILE POUR LE SEMIS DE CERTAINES GRAINES

Erwan Humbert s'est équipé en 2019 d'un semoir manuel, qu'il utilise surtout pour semer les engrais verts comme le pois fourrager. En effet, cela lui permet d'enfouir les graines de pois à la profondeur optimale pour leur germination et entre les lignes des cultures en place (betterave, carottes, navets, etc.). Il sème également d'autres graines, mais à la volée, ce qui donne un couvert en plein le plus souvent composé de phacélie, avoine, vesce et féverole. Pour lui, un des avantages du semis en place est de pouvoir implanter des engrais verts, avant la fin de leur période de semis, dans des légumes d'automne qui ne sont pas encore récoltés. C'est entre les rangs de betteraves par exemple qu'Erwan sème son mélange d'hiver (voir figure 8), car il les récolte souvent en novembre, quand le créneau de mise en place des engrais verts est passé.

PHACÉLIE, AVOINE, VESCE, ET FÉVEROLE ET POIS FOURRAGER EN
INTERCALAIRE

Semis	Destruction	Observations
En octobre à la volée (phacélie, avoine, vesce, et féverole) et au semoir Terradonis monorang (pois fourrager).	Irrigation ou épandage de compost de déchets verts juste avant le broyage (500 kg / planche de 50m de long) si possible, pour améliorer la décomposition du couvert. Après 2 ou 3 semaines, passage à la butteuse puis au cultibutte (selon la culture suivante).	Bonne couverture pour l'hiver.

L'autre avantage du semis en place est de pouvoir gérer l'enherbement autrement. D'une part, l'engrais vert limite le développement des adventices habituelles et contribue donc à casser leur cycle et diminuer leur stock de graines. De plus, il apporte des intérêts agronomiques comme la structuration du sol et la fertilisation selon le choix des espèces. Enfin, si l'engrais vert est implanté à une période où il entre peu en concurrence avec la culture en place (période de végétation de la culture et non pas d'implantation, de floraison, fructification ou mise en réserve), on optimise encore les bénéfices de cet « enherbement choisi » comme le qualifie Erwan.



Fig. 8 : Parcelle 2 : Phacélie, avoine, vesce, et féverole et pois fourrager entre des rangs de betterave. Semés le x/09/2020. Photo datée du 13/10/2020.

L'IMPORTANCE DE LA DATE
DU SEMIS EN INTERCALAIRE

Thomas Lafouasse a essayé de trouver la meilleure date de semis pour le trèfle blanc en intercalaire car cela pouvait arriver que le trèfle prenne le dessus sur les cultures en place. Il est en fait conseillé de semer le couvert au moment du dernier désherbage (buttage, binage, etc.). Thomas est arrivé à la même conclusion, il sème l'engrais vert juste après le dernier binage : fin juin ou début juillet entre les courges, début juillet entre les choux et début août pour les poireaux.



Fig. 10 : Couvert de trèfle blanc à l'automne 2017 entre les potimarrons et les courges Butternut.
Source : Thomas Lafouasse



TRÈFLE BLANC EN INTERCALAIRE DANS LES COURGES

Semis	Destruction	Observations
Fin juin ou début juillet : semoir DP12 (12m) car Thomas sème en moyenne des blocs d'1ha. Asperion pour la levée (10-12 mm).	<ul style="list-style-type: none">➤ Broyage ou moutons au printemps.➤ Laisse sécher puis 1 ou 2 passages d'outil à disque ou à dent.➤ Puis herse rotative et cultivateur pour préparer à la culture suivante.	Assure un couvert dense. Les courges et les légumes cultivés après l'engrais vert présentent de bons calibres.



Fig. 11 : Epandeur à engrais prêt à semer le couvert de triticale-vesce

SEMER EN INTERCALAIRE AVEC UN SEMOIR À CÉRÉALES

Thomas Lafouasse réalise également des engrais verts en intercalaire : Thomas Lafouasse est chef d'exploitation à Pecqueuse (91). L'EARL Ferme Lafouasse emploie 6 salariés en moyenne et cultive 10 ha en maraîchage diversifié, ainsi que des grandes cultures. Cela fait environ 5 ans que Thomas utilise des engrais verts, dont beaucoup semés en intercalaire dans les poireaux, les courges (voir figure 10) ou les choux. En effet, un des objectifs avec lesquels il a implanté des engrais verts la première année était de couvrir le sol sur ces cultures très espacées et d'assurer une protection du sol pour la période hivernale. Il avait donc choisi le trèfle blanc car il ne monte pas très haut et assure en plus une fertilisation azotée à la culture suivante. Puis il a remarqué que ce couvert de trèfle facilitait également la récolte des légumes pendant l'automne : le sol est moins boueux car le couvert améliore la pénétration de l'eau dans la porosité du sol et le rend plus portant. Le couvert est laissé en place après la récolte, jusqu'à sa destruction au printemps.

Frédéric hésitait jusque-là à utiliser un épandeur ayant une portée aussi large car pour semer des blocs de moins de sept planches, il doit aussi semer sur ses cultures en place. Mais finalement il s'est fait à l'idée que ce ne peut être que bénéfique tant que les cultures en place sont déjà bien développées.



Fig. 12 : Frédéric Frings en train de semer le mélange triticale vesce avec l'épandeur centrifuge. Photo datée du 20/10/2020.



Fig. 13 : Les graines de triticale en jaune et celles de vesce (en noir, moins visibles), après le semis réalisé sur la photo de la figure 12. Photo datée du 20/10/2020.

LES ROULEAUX CROSS-KILL DANS L'ITINÉRAIRE TECHNIQUE DES ENGRAIS VERTS ?

Frédéric a remarqué que l'engrais vert levait mieux et plus rapidement dans les passages de roue à l'automne. Il pense que le tassement du sol fait remonter de l'eau des horizons profonds, ce qui peut faire la différence pour la levée du couvert quand l'automne est sec. Son idée est donc de passer le cross-kill après le semis à l'occasion d'une météo peu pluvieuse. Cette réflexion semble d'autant plus pertinente qu'il est de plus en plus courant de devoir irriguer les engrais verts pour avoir une levée uniforme ces dernières années, et parfois même à l'automne. Il utilise déjà le rouleau après le semis du sorgho sous serre et en plein champ pour optimiser l'irrigation qu'il met en place pour la levée, et il compte l'essayer sur l'engrais vert de triticale-vesce pour voir à quel point la croissance du couvert peut être optimisée.

ADAPTER UN SEMOIR CÉRÉALIER AU SEMIS DES PLANCHES DE CULTURE

Pour semer son mélange d'engrais verts (voir p. 8) Daniel Evain a coupé en deux un semoir à céréales pour l'adapter à ses planches de culture : un semoir Nodet de 3 m à ergots qui appartenait à son père (voir figure 14). Les ergots désignent le type d'organes qui vont distribuer les semences de la trémie à l'organe d'enterrage. Ce sont ici des crans dans le rotor, qui permettent d'entraîner les semences et de les disposer de façon régulière dans le lit de semences (voir figure 15). Ce semoir est très pratique pour semer un couvert en plein avec une densité précise. Daniel est aujourd'hui très content des résultats de couverts qu'il a pu avoir avec ce semoir. Par ailleurs, il utilise également ce semoir pour distribuer de l'engrais organique sous forme de granulés en réglant l'ouverture de la distribution au maximum.



Fig. 14 : Le semoir Nodet coupé à 1m50 de Daniel Evain.



Fig. 15 : Les organes de distribution type ergots du semoir.

↓

Chap. 3

L'ENTRETIEN
DE L'ENGRAIS VERT

Du semis jusqu'à sa destruction, quelles sont les éventuelles opérations culturales à effectuer pour entretenir le couvert ? Pour gérer son développement ? Les maraîchers et maraîchères bio enquêtés ont différentes habitudes concernant l'entretien des engrais verts :

En premier lieu, l'irrigation se révèle de plus en plus nécessaire pour une majorité d'entre eux/elles, notamment, pour faire démarrer un engrais vert d'été et plus largement les semis entre juin et septembre.



Fig. 16 : Engrais vert de sorgho semé en juin 2020. Cagette de 60cm de hauteur. Photo datée du 16/10/2020.

L'IRRIGATION ET LE BROyage DU SORGHO

Frédéric Frings irrigue le sorgho qu'il sème en juin, que ce soit en plein champ ou sous serre. Il utilise pour cela un enrouleur et irrigue « à vue » de façon à avoir un sol humide pendant quelques jours, le temps de la levée. Le sorgho de 2020 en plein champ a été semé à la volée à la mi-mai. Voyant qu'il ne démarrait pas (semis trop précoce, le sol n'était pas encore assez réchauffé), il l'a re-semé en juin et irrigué. Par la suite, celui-ci s'est très bien développé au cours de l'été (voir figures 16 et 17).

Frédéric explique son utilisation du sorgho : « C'est en plein champ que le sorgho m'intéresse vraiment pour avoir un sol propre au printemps. Il gèle et empêche les mauvaises herbes d'hiver de lever. Au printemps il est détruit et je plante. ».



Fig. 17 : Parcelle semée en sorgho en juin 2020. Photo datée du 16/10/2020.

SORGHO PLEIN CHAMP

Semis	Entretien	Destruction	Observations
Mai juin : passage de la bineuse puis une semaine après semis à la volée suivi du rouleau cross-kill. Irrigation pour la levée à l'enrouleur.	Broyage en décembre. Cette année, Frédéric veut essayer de le broyer après le gel. En effet, le gel aurait un premier effet destructurant des fibres, qui faciliterait le broyage et la décomposition par la suite.	Deuxième broyage avant la montée en graines, suffisamment tôt pour que la décomposition soit avancée mais pas trop tôt pour pas que les adventices ne se développent. (voir p.9 pour le travail du sol : identique à celui après triticales-vesce).	Le sorgho est efficace pour casser le cycle mouron et des adventices d'été.

L'IRRIGATION DU SARRASIN POUR LA LEVÉE

Florent Sebban et Sylvie Guillot ont créé la Ferme Sapousse en 2011, à Pussay (91). Sur 4,7 ha ils font du maraîchage, de l'arboriculture et des PPAM. En termes d'engrais verts d'été, ils sèment du sarrasin sous serre en juillet, dans le but d'enfourir fin août la matière organique produite et de nettoyer les parcelles des adventices. Florent et Sylvie se procurent la semence chez un céréalier voisin et sèment à la volée, avec une densité plutôt élevée, puis ils irriguent avec les asperseurs présents dans la serre de façon à assurer une bonne levée du couvert.

SARRASIN SOUS ABRIS

Semis	Destruction	Résultats
A la volée en juillet puis irrigation.	Broyage fin août, puis cultibutte et butteuse à planche pour mélanger le couvert et former une butte. 3 semaines après, 2 ^{ème} passage de butteuse pour aérer la butte. Puis débattage avec le cultibutte ou vibroplanche quand la planche doit être semée/plantée.	Très bons résultats au niveau du nettoyage des adventices et apport de matière organique important (le couvert monte à 1m30). Négatif : mobilise la serre en juillet-août et peu satisfaisant de devoir utiliser le tracteur dans les serres alors qu'ils essayent de faire de moins en moins de travail du sol.

Si l'irrigation n'est pas envisageable à cette période, la levée pourra quand même se faire mais de façon très irrégulière comme ont pu l'observer certains maraîchers. Il est alors préférable d'évaluer au moment du semis le rapport coût-bénéfice, selon votre système d'irrigation et son coût, selon le couvert que vous souhaitez obtenir (très dense pour produire de la biomasse en quantité ou juste assez dense pour couvrir le sol et structurer le sol). Une autre opération de gestion du couvert qui peut s'envisager avant la destruction est le broyage, et cela pour plusieurs raisons :

- Un fauchage ou broyage assez haut, dit « coupe de nettoyage » peut permettre de stopper une floraison précoce du couvert et éviter ainsi le salissement de la parcelle par les semences du couvert (ne pas faucher en pleine floraison pour ne pas nuire aux pollinisateurs) ;
- Le broyage ou fauchage du couvert a pour effet de relancer et favoriser la production de biomasse jeune qui va être rapidement minéralisée.
- Cette opération peut aussi retarder la lignification du couvert donc faciliter son broyage définitif avant destruction (ITAB, 2012).



Fig. 18 : Broyeur à marteaux de Frédéric Frings.

LES ENGRAIS VERTS D'ÉTÉ SOUS ABRIS

En période estivale et sous-abris, il faut éviter les espèces sensibles à la chaleur qui monteront trop vite en graines, ou à croissance trop lente et qui laissent se développer les adventices (phacélie, ray-grass italien ou anglais). Il paraît également plus judicieux d'implanter des couverts avec un rapport C/N élevé comme les Poacées (si détruites avant lignification), afin de relancer la minéralisation de l'azote qui est souvent très peu lessivés sous abris (Hardy, 2020). On opte donc souvent pour le sorgho fourrager, ou le sarrasin entre juin et août. Le moha est également adapté à ces conditions de culture, son développement est rapide et quantitatif, semblable à celui du sorgho.

MAÎTRISER LA CROISSANCE DU SORGHO PAR DES BROYAGES RÉPÉTÉS

C'est notamment pour contrôler la croissance du sorgho que Fabien Frémin choisit de le broyer en cours de culture : Fabien Frémin est maraîcher et cultive près de 20 ha dans les Yvelines, dont 8 000 m² sous abris. Il essaye d'intégrer de plus en plus de sorgho et de sarrasin dans ses serres l'été avec l'objectif de diversifier au maximum ses rotations sous abris et de diminuer le nombre de cultures d'été. Il sème les couverts dès que des planches se libèrent, et ainsi il n'est pas tenté d'implanter davantage de cultures estivales qui augmenteraient la charge de travail et l'épuisement de ses sols.

De plus, ces deux engrais verts vont apporter de la matière organique en quantité pour alimenter la vie biologique du sol. Concernant l'entretien du sorgho, Fabien peut effectuer un premier broyage environ un mois après le semis, pour ralentir le développement du couvert, retarder la montée en graines, et étaler la décomposition du couvert. Il utilise pour cela un broyeur à marteaux.

SORGHO SOUS ABRIS

Semis	Entretien	Destruction	Observations
Semence du commerce. Début juillet, derrière les carottes bottes, les courgettes et tomates précoces. A la volée puis outil à dent. Irrigation pour la levée 15 mm	Une voire deux coupes en cours de culture	Fin août (le couvert atteint généralement les barres de culture) : broyage puis rotavator	<ul style="list-style-type: none">▶ Beaucoup de matière organique carbonée : attention à la faim d'azote.▶ Prévoir 15 jours et de l'irrigation pour que la culture se dégrade bien.



Fig. 19 : Engrais vert de trèfle violet semé en avril 2020. Photo datée du 05/11/2020.

LE BROYAGE DE L'AVOINE DE PRINTEMPS AVANT LA MONTAISON

Florent Sebban et Sylvie Guillot à la ferme Sapousse utilisent principalement le trèfle violet comme engrais vert, mis en place pendant deux ans sur leurs champs réservés aux légumes d'hiver (voir ci-dessous les précisions sur leur assolement). Les semences de trèfle sont achetées à Agralys. Afin d'optimiser l'effet de l'engrais vert et d'apporter d'autres bénéfices agronomiques que ceux du trèfle, ils sèment en association de l'avoine de printemps la première année. Cette céréale va structurer le sol de manière complémentaire au trèfle, et il est facile pour eux de s'en procurer via un de leurs voisins qui en produit. Ce mélange d'engrais vert est donc semé dans la rotation des légumes d'hiver en avril-mai, les deux espèces ont besoin d'un peu d'eau pour démarrer et former un couvert dense (voir figure 20). Florent et Sylvie sèment à la volée en surdosant d'au moins 3 fois par rapport aux doses recommandées. La suite de l'entretien du couvert réside dans les 2 ou 3 broyages de l'avoine durant l'été (avant la montaison) avec un broyeur à marteaux. L'avoine ne repoussera pas et le trèfle colonisera l'ensemble de la parcelle pendant la saison suivante, jusque dans les passes pieds.

TRÈFLE VIOLET ET AVOINE DE PRINTEMPS

Semis	Entretien	Destruction
<ul style="list-style-type: none">▶ Avril-mai (année N) : à la volée puis passage du vibroplanche (sur une faible profondeur) pour enfouir les semences et tasser le sol.▶ Irrigation.	<ul style="list-style-type: none">▶ Broyage de l'avoine durant l'été (année N).▶ Broyage trèfle 2 ou 3 fois chaque année (figure 19).	<ul style="list-style-type: none">▶ Broyage du trèfle au printemps de l'année N+2.▶ Cultibutte puis butteuse à planche en mars (ou plus tard si le printemps est humide). 3 semaines après, 2^{ème} passage de butteuse.▶ Enfin, débutage avec le cultibutte ou vibroplanche quand la planche doit être semée/plantée.



Fig.20 : Engrais vert de trèfle violet semé en avril 2020. Photo datée du 05/11/2020.



Fig.21 : Vue aérienne de la Ferme Sapousse avec 2 champs orientés nord-sud et accolés aux serres, et le troisième champ au nord qui est orienté est-ouest Le quatrième champ (non irrigable) se trouve à quelques centaines de mètres de la ferme. Source : Google Maps

Enfin, l'épandage des amendement et engrais peut être réalisé lorsque l'engrais vert est en place durant l'hiver. Plusieurs maraîchers ont constaté que le sol est plus portant quand le couvert est présent, ce qui facilite l'épandage (Koller et al., 2000).

LES ENGRAIS VERTS PLURIANNUELS DANS LES ROTATIONS

Les engrais verts ont une place très importante dans la rotation des cultures à la ferme Sapousse. Sur 4 ans, Florent et Sylvie planifient deux ans d'engrais vert puis 2 ans de légumes d'hiver (choux, poireaux, céleris, légumes-racines). Cette rotation a lieu entre deux de leurs champs, un troisième champ étant réservé aux légumes de printemps avec des engrais verts en interculture, et un quatrième non irrigué ayant une rotation encore différente (voir figure 21). Le mélange trèfle-avoine alternant avec les légumes d'hiver permet notamment à Florent et Sylvie de tirer profit de leurs surfaces importantes en assurant une fertilisation efficace des parcelles. Ils n'apportent des engrais et amendements organiques qu'une seule fois tous les 4 ans, au début de la deuxième année de culture suivant l'engrais vert. Installer des engrais verts sur des périodes aussi longues dans les rotations peut donc se révéler pertinent dans le contexte d'exploitations qui choisissent de ne pas cultiver toutes leurs surfaces en légumes. Au lieu de laisser en jachères certaines parcelles, on inclut dans les rotations des cultures annuelles ou pluriannuelles qui vont avoir un intérêt agronomique et dont les cultures de rente pourront bénéficier. Plusieurs engrais verts sont pluriannuels, parmi les légumineuses on retrouve le trèfle, la luzerne, le lotier corniculé, le mélilot ou le sainfoin ; parmi les céréales il y a notamment le ray-grass et les espèces prairiales.

↓

Chap. 4

LA DESTRUCTION
DE L'ENGRAIS VERT

La destruction du couvert est une étape importante de sa gestion car une destruction trop précoce, trop tardive ou non adaptée au type de couvert peut entraîner des problèmes sur la culture suivant l'engrais vert. Tout d'abord, le choix du créneau de destruction du couvert résulte bien souvent d'un compromis : il faut à la fois laisser assez longtemps le couvert se développer afin qu'il exprime tout son potentiel agronomique, mais le détruire assez tôt pour assurer le semis ou la plantation de la culture suivante en temps voulu. Un certain délai avant la mise en place de la culture suivante doit aussi être pris en compte afin d'éviter une faim d'azote. Pour cela, on compte en général sur un minimum de 3 semaines pour un couvert peu pailleux (Koller et al., 2000), pour que la dégradation du couvert n'ait plus d'impact négatif sur les réserves en azote du sol. Ce délai s'allonge si les espèces dans l'engrais vert ont un rapport C/N élevé (Poacées, couvert qui commence à se lignifier...). Le délai avant remise en culture doit aussi prendre en compte d'éventuels faux-semis ou des interventions mécaniques sur le sol.

LE GRIFFAGE DU COUVERT AVEC DIVERS OUTILS

L'exploitation d'Erwan Humbert a la particularité d'être située en bord de cours d'eau, et sur des terres argileuses très lourdes. Cette pédologie est souvent contraignante pour utiliser des outils à l'entrée et la sortie de l'hiver car les parcelles deviennent vite impraticables. Il a dû adapter les itinéraires techniques de ses engrais verts, notamment au semis et à la destruction. Par exemple, sur son couvert d'hiver (pois, féverole, vesce, avoine, phacélie, lentille), si le sol n'est pas assez ressuyé au moment de la destruction, il épand du compost de déchets verts sur l'engrais vert en place, environ 500 kg par planche de 1,4 m sur 50 m de long, puis passe le broyeur à marteaux. Le compost va aider à la décomposition de la matière végétale et éviter qu'elle ne sèche et ne devienne trop pailleuse en attendant de pouvoir passer un outil pour mieux l'enfouir. Souvent, après deux ou trois semaines, il peut passer le cultibutte ou le vibroplanche (voir figure 23) pour enfouir et préparer simultanément le sol à la culture suivante.

POIS FOURRAGER, FÉVEROLE, VESCE, AVOINE, PHACÉLIE, LENTILLE APRÈS LES POMMES DE TERRE

Semis	Destruction	Observations
En septembre-octobre canadien avec rouleau émietteur derrière (figure 22) pour aplanir, semis à la volée, puis passage léger du canadien et rouleau.	<div>➤ En avril : épandage de compost de déchets verts, broyage.</div> <div>➤ Fin avril : butteuse</div> <div>➤ En mai : cultibutte ou vibroplanche si besoin d'affiner.</div>	Le sorgho est efficace pour casser le cycle mouton et dea Bon engrais vert pour la fertilisation et pour diversifier les rotations. s adventices d'été.



Fig.22 : L'outil Cultibutte d'Erwan Humbert



Fig.23 : Vibroplanche d'Erwan Humbert construit avec l'Atelier Paysan

AMÉLIORER LA DÉCOMPOSITION DU COUVERT
EN FORMANT DES BUTTES

Florent et Sylvie utilisent une technique de destruction moins répandue qui permet d'optimiser la décomposition du couvert en formant des buttes. Pour le couvert de trèfle violet (voir p.16), deux ans après sa mise en place, ils commencent à le détruire en mars par un broyage suivi d'un premier passage de cultibutte (voir figure 24) pour mélanger le couvert à la terre. Puis ils utilisent la butteuse à planches (voir figure 25), pour créer des buttes de terre et de matière végétale. Les structures en buttes vont améliorer l'activité biologique et la décomposition en favorisant les échanges d'air. Environ trois semaines plus tard, ils aèrent la butte en repassant la butteuse : le soc à l'avant détruit la butte puis les disques reforment une butte « mélangée » à la suite. Enfin, quand les planches doivent être remises en forme pour planter ou semer la prochaine culture, la butte est aplanie grâce au vibroplanche ou au cultibutte.



Fig.24 : Cultibutte de la ferme Sapousse construit avec l'Atelier Paysan.



Fig.25 : Butteuse à planche de la ferme Sapousse construit avec l'Atelier Paysan

L'ENFOUISSEMENT DU COUVERT DÉPEND DE LA QUALITÉ DU BROYAGE

Daniel Evain n'a pas encore trouvé d'itinéraire optimal pour détruire ses couverts d'hiver. Actuellement, il utilise en mai un broyeur à fléaux suivi d'un Actisol pour enfouir le couvert. Mais les longues fibres mal broyées lui posent souvent problème, car elles bourrent rapidement les dents de l'outil et ralentissent les opérations. Daniel se voit donc parfois contraint d'enfouir le couvert avec un rotavator. L'année prochaine au printemps 2021, il a prévu de tester l'enfouissement au Cultibutte ou avec la herse rotative. Selon Daniel, l'outil idéal pour la destruction devrait être capable en un seul passage de faucher le couvert, le broyer finement, puis le déposer en mulch en surface ou incorporé sur les premiers centimètres de litière. Cette machine n'existe pas encore, mais l'appel est lancé !

Le broyage est donc souvent utile pour stopper le développement du couvert mais aussi pour casser les longues fibres de l'engrais vert afin de pouvoir l'enfouir plus facilement par la suite, et notamment éviter de bourrer les outils, d'après les retours des agriculteur.rice.s.

L'enfouissement c'est-à-dire le mélange de la matière végétale sur les premiers centimètres de sol va permettre sa décomposition et ainsi de tirer profit de la biomasse et des nutriments captés par le couvert pendant son développement en les relarguant dans le sol avant et pendant l'implantation de la culture maraîchère.

Pour cette étape d'enfouissement, tout un panel d'outils peut être utilisé : outils à dents (vibroplanche, cultibutte), outils à disques, outils rotatifs de type rotavator ou fraise enfouisseuse (Terres d'essais, 2017).

Une technique de valorisation des engrais verts qui n'a pas été recensée chez les maraîcher.ère.s bio enquêté.e.s consiste aussi à déplacer sur une autre parcelle la biomasse fauchée d'un couvert, pour l'enfouir ou s'en servir comme paillage (Hardy, 2020). Cette méthode est notamment courante lorsque l'on souhaite optimiser l'utilisation de parcelles excentrées, où sont alors implantés des engrais verts de cycle long qui demanderont peu d'entretien. La biomasse ainsi cultivée permettra de fertiliser ou pailler des cultures sous abris ou des planches avec une planification dense et des rotations intenses.

Certain.e.s maraîcher.ère.s éviteront de passer des outils qui vont perturber la structure et la vie du sol. Il est alors possible de ne pas enfouir le couvert, mais de le rouler à l'aide par exemple d'un rolofaca, puis de l'occulter avec du paillage plastique, tissé ou organique pour le détruire (GABB 32, 2013). Il a été aussi observé des itinéraires de destruction avec un simple broyage créant ainsi un mulch pailleux sur la parcelle dans lequel on peut venir planter la culture suivante. Cette dernière alternative est abordée dans le chapitre suivant avec les étapes de préparation du sol et de mise en place de la culture suivante.



Chap. 5 L'IMPLANTATION DE LA CULTURE SUIVANTE

Dans le cas où le couvert est détruit et enfoui depuis plusieurs semaines, l'implantation de la culture suivante peut se faire comme après n'importe quelle culture, avec une préparation du sol habituelle. Concernant la planification des rotations, il faut éviter d'implanter une culture de la même famille botanique que l'engrais vert juste après celui-ci.

CULTURES D'AUTOMNE À LA SUITE D'UN ENGRAIS VERT SOUS ABRIS

Fabien Frémin a l'habitude de planter plutôt que de semer après les engrais verts. Suite à l'interculture de sarrasin sous abris par exemple, il met en place une bâche biodégradable juste après le broyage et le passage de la herse rotative, dans laquelle il plante :

SARRASIN SOUS ABRIS

Type de semis	Destruction	Observations
<ul style="list-style-type: none">➤ Début juillet ou début août, derrière les carottes bottes, les courgettes et tomates précoces. A la volée (environ 1.5 kg pour 250 m² : mais c'est trop selon lui) puis outil à dent.➤ Irrigation pour la levée.	<ul style="list-style-type: none">➤ Broyage 4-6 semaines après semis, avant la montée en graine.➤ Rotavator pour retravailler le sol puis mise en place de la bâche biodégradable.	Attendre au moins un mois après la destruction avant de planter. Se dégrade rapidement mais produit peu de biomasse. Pas d'adventices par la suite et bonne croissance de la culture.

Fabien utilise des plants (épinards, mâche) et pas des semis, car le stade de développement plus avancé du plant le rend moins sensible aux molécules allélopathiques libérées par la décomposition du sarrasin.

Concernant les délais entre la destruction du couvert d'hiver et l'implantation de la culture suivante, Fabien considère que les plants maraîchers étant souvent plantés en mai en plein champ, il faut au moins un mois pour dégrader les couverts, ce qui lui laisse aussi le temps de réaliser plusieurs faux-semis. Parfois, quand la décomposition du couvert n'est pas optimale, en cas de printemps sec par exemple, la présence de paille gêne l'implantation de la culture (bourrage de la planteuse) et surtout les binages futurs. Fabien irrigue donc si nécessaire les couverts enfouis au printemps. Cela permet à l'engrais vert de se décomposer plus rapidement et de faire les faux-semis dans les temps.

DES CHOUX PLANTÉS DANS UN MULCH DE SEIGLE

Gaspard Manesse a pu tester la culture de choux dans un mulch de seigle pailleux. Il a été très satisfait du rendement et de la qualité des choux obtenus. Gaspard a planté les choux à la main, en écartant la paille. Cette dernière a permis de garder l'humidité au niveau du sol et de faire barrière aux adventices pendant une bonne partie de la culture des choux.

PLANTER DANS UN PAILLAGE À L'AIDE D'UN TRACEUR

Frédéric Frings utilise un traceur à disques qu'il a bricolé pour semer dans les paillages d'engrais verts. Après le broyage du sorgho sous abris à la fin de l'été (voir figure 26), il passe avec le traceur (figure 27) et peut semer ou planter dans la tranchée réalisée dans le couvert. La plantation peut se faire peu de temps après le broyage, le sorgho n'étant pas enfoui, il y a moins de risque de faim d'azote. Les cultures vont ainsi tirer des avantages à la fois de l'effet fertilisant et structurant des racines du sorgho pendant l'interculture, et du paillage de sorgho qui retient l'humidité et empêche le développement des adventices.



Fig.26 : Sorgho une semaine après le broyage. Photos datées du 16/10/2020.



Fig.27 : Traceur à disques monté par Frédéric.



CONCLUSION

Les engrais verts représentent une réponse multiple et durable aux enjeux des systèmes maraîchers (santé des sols, gestion des adventices, gestion de la biodiversité, etc.). On considère même souvent que cette pratique est l'un des piliers de la gestion de la fertilité des sols en agriculture biologique. La plupart des maraîchers.ères qui ont participé à la construction du guide ont ainsi pu diversifier leurs apports d'intrants fertilisants pour leurs cultures, grâce à l'introduction d'engrais verts dans les rotations.

Les enquêtes auprès des maraîchers et maraîchères bio d'Ile-de-France ont montré une grande diversité dans les itinéraires techniques utilisés pour les engrais verts. Cela montre que la mise en place de ces couverts peut s'adapter à chaque exploitation et à son contexte, en optimisant les ressources et moyens de la ferme ou de l'écosystème agricole local (semences, matériel, irrigation, etc.). Les échecs qui peuvent être observés s'expliquent souvent par une destruction trop tardive, par des conditions météorologiques particulièrement défavorables lors de la levée ou de la décomposition de l'engrais vert, ou par des choix de couverts inadaptés. Les retours et partages d'expérience font partie des moyens qui permettent d'anticiper ces difficultés et de réussir à maîtriser un engrais vert sur l'ensemble de sa culture.





DONNÉES ET MÉTHODOLOGIE POUR ALLER PLUS LOIN

TABLEAU DES ESPÈCES ET DES CARACTÉRISTIQUES UTILES DANS LE CHOIX DE L'ENGRAIS VERT

Sources · Pousset J. « Engrais verts et fertilité des sols », Editions Agridécisions ; calcul des restitutions avec MERCI ¹ ; commentaires de Maxime Renou, animateur technique maraîchage au GAB 44.

ESPÈCE <small>*valable pour l'espèce de printemps et d'hiver</small>	IMPLANTATION ET VÉGÉTATION		DESTRUCTION		RESTITUTION (KG/HA)			OBSERVATIONS
	Dosage des semences kg/ha	Durée de végétation	Température de gel	Période d'incorporation	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Semis de printemps (mars, avril) / Semis d'automne (septembre à novembre)								
Avoine*	125 à 200 kg	-	-5 à	Été / printemps	60 / 80	20	150 / 180	Potentiellement intéressant dans les parcelles envahies de chardon.
Seigle d'hiver	150 kg	-	-10°C	Printemps	65	30	165	Végétation puissante.
Ray-grass d'Italie	25 à 35 kg	1, 2 ou plusieurs années	-	Année suivante	40	35	20	Système racinaire puissant, très bonne couverture du sol.
Ray-grass anglais	25 kg	Pluri-annuel	-	Fin d'année ou année suivante	-	-	-	Pour longue durée, couramment associé au trèfle blanc.
Colza*	5 à 8 kg	3 mois	-	Été-automne / printemps	70	50	335	Pousse rapide, forte production et système racinaire puissant.
Féverole*	180 à 200 kg	2,5 à 6 mois	-	Été / printemps	110 / 145	35 / 50	250 / 315	Bon pivot racinaire.
Pois fourrager d'hiver	120 à 150 kg	-	-5 à	Printemps	120	0	0	Bon enrichissement en N, utiliser en association avec des graminées (seigle, avoine...) et/ou légumineuses.
Trèfle blanc	10 kg	Maximum de végétation après 1 an	-10°C	Automne ou année suivante	25	10	105	Pousse lente et continue, port étalé permettant une association possible avec des cultures.
Trèfle violet	20 kg	Végétation lente	-	Automne ou année suivante	45	20	165	Plus productif que le trèfle blanc, bien qu'également à végétation lente.
Vesce*	150 à 200 kg	-	-	Été / printemps	110 / 130	25 / 30	210 / 250	Croissance rapide et végétation étouffante. Destruction : 1 ou 2 broyages puis travail superficiel (suffisamment tôt si biomasse importante).
Luzerne	25 à 30 kg	Développement maximal à 2-3 ans, peut rester 4 ans	-	Au cours de années suivantes	90	50	315	Système racinaire puissant, bon impact sur la structure. Intéressant en pluriannuel mais attention aux taupins ensuite.

Mélilot	20 kg	2 ans	-	Automne ou année suivante	70	50	340	Très bonne alternative à la luzerne sur des périodes plus courtes, système racinaire puissant et profond, vigoureux, supporte les terrains pauvres.Laisser au moins 15 cm de haut pour la repousse en cas de fauche.
Trèfle incarnat	25 à 30 kg	7 à 8 mois	-	Printemps	50	20	190	Association possible avec du ray-grass d'Italie ou du colza.
Sainfoin	150 à 180 kg	-	-	Automne ou années suivantes	-	-	-	Pousse rapide, supporte bien es terrains pauvres et secs.
Chanvre	50 kg	-	0 à -5°C	Fin d'été	-	-	-	Bonne amélioration de la structure du sol.

Semis d'été (mai à août) – Plein champ et sous-abris								
Sorgho	15 à 30 kg	-	0 à -5°C	Automne	50	25	195	Très forte biomasse (jusqu'à 5 m de haut sous multichapelles), résiste à la sécheresse.
Moha	20 à 30 kg	12 semaines	0 à -5°C	Automne	-	-	-	Pousse rapide, résistant à la sécheresse, étouffe les adventices. Peut être associé à une légumineuse pour équilibrer.
Moutarde blanche	15 kg	2 mois (floraison)	-5 à -10°C	Automne	35	15	115	Pousse rapide. Broyage 1 mois après la première floraison pour éviter les repousses.
Radis fourrager	20 kg	-	-	Automne	50	25	190	Pousse rapide et forte production de biomasse. Aurait des propriétés nématicides. Broyage 1 ou 2 mois après floraison.
Trèfle d'Alexan-drie	25 kg	3 mois	-5 à -10°C	Automne	50	15	145	Pousse rapide, forte production et système racinaire puissant.
Lupin blanc	100 à 200 kg	-	-5 à -10°C	Automne	-	-	-	Plus productif que le lupin jaune mais aussi plus exigeant. Peut être associé à de l'avoine de printemps.
Tournesol	30 à 40 kg	-	0 à -5°C	Automne	15	10	105	Pousse rapide, puissant pivot racinaire.
Phacélie	15 kg	2 mois (floraison)	-5 à -10°C	Automne	65	35	300	Pousse rapide, forte production, système racinaire important et ramifié.
Sarrasin	30 à 40 kg	3 mois	0 à -5°C	Automne ou fin d'été	20	20	85	Pousse rapide, nettoyant, effets allélopathiques sur adventices, (et cultures → détruire tôt). Repousses nombreuses si détruit après montée à graines.

¹Méthode d'Estimation des Restitutions potentielles de N, P, K par les Cultures Intermédiaires.

La Chambre Régionale d'Agriculture de Poitou-Charentes a développé en 2010 un outil Excel simple d'utilisation permettant d'estimer les résidus NPK après une culture intermédiaire. La méthode consiste à calculer sur la base du poids par échantillonnage (MF ou MS) ou de la hauteur du couvert, les quantités de N, P et K contenues dans l'appareil végétatif et donc potentiellement disponible pour la culture suivante. Les détails des modalités et conditions d'utilisation sont disponibles sur la page d'accueil de l'outil : https://nouvelle-aquitaine.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Nouvelle-Aquitaine/094_Inst-Nouvelle-Aquitaine/Documents/innovation/Applicatif_MERCI_v.2.9-1.xls



BIBLIOGRAPHIE

- Aubert C., 1980. *Les engrais verts*, document technique ACAB.
- GABB 32, 2013. *Utilisation des engrais verts en maraîchage biologique*, fiche.
- Guesquière J., Cadillon A., Fourrié L. et al., 2012. *Choisir et réussir son couvert végétal pendant l'interculture en AB*. ITAB.
- Hardy Y., 2020. *Fonctionnement des sols agricoles et BRDA-Hérody*, Formation GAB Ile-de-France.
- Koller M., Lichtenhahn M., Van Den Berge P., (IRAB) 2000. « Les engrais verts : clef du succès des maraîchers bio », *FiBL*, IRAB.
- Leplatois Védie H., 2005. « Les engrais verts en maraîchage biologique », *TECHN'ITAB maraîchage*, GRAB.
- Pousset J., 2000. *Engrais verts et fertilité des sols*, Edition Agridécisions.
- Terr'eau Bio, 2020. Table ronde sur les couverts végétaux en Agriculture Biologique de Conservation.
- Terre d'essais, 2017. *Les engrais verts pour la fertilisation des productions légumières bretonnes*. Disponible sur : <https://www.terredessais.fr/index.php/experimentations/guide-engrais-verts/>.
- Védie H., Sassi A., 2015. *Engrais verts d'été sous abri en maraîchage biologique : Effet sur une culture de salade d'automne*, essais maraîchage, GRAB.

Crédits photos
GAB Ile de France

Conception graphique
Bérénice Dorléans
berenice.dorleans@gmail.com



REMERCIEMENTS

Le Groupement d'Agriculteurs Bio d'Ile-de-France tient à remercier les participants et participantes à l'enquête qui ont pris le temps de répondre à nos questions et ont rendu possible l'élaboration de ce guide.

Ce guide technique a été réalisé entre septembre et décembre 2020 dans le cadre d'un stage au sein du GAB Ile-de-France, par Elsa Galiano, étudiante ingénieure agronome. Merci à toute l'équipe du GAB IdF d'avoir accompagné et appuyé la construction du recueil, tout particulièrement à Mélanie Castelle, responsable du pôle Productions Spécialisées bio et des formations agricole, pour son encadrement très formateur.



Couvert de seigle et féverole chez Fabien Frémin



• **GAB ÎdF** •
Agriculteurs **BIO** d'Île-de-France



PRÉFECTURE DE LA RÉGION
D'ÎLE-DE-FRANCE

DRIAAF

