

Planting Green de maïs

Optimiser la culture du maïs avec des engrais verts hivernants:
Planting Green – un système cultural de conservation
praticable et visant une valorisation maximale des ressources.



Photo: Fabienne Bauer



**SWISS
NO-TILL**

Schweizerische Gesellschaft für bodenschonende Landwirtschaft
Association suisse pour une agriculture respectueuse du sol
Associazione svizzera per un'agricoltura rispettosa del suolo
Swiss soil conservation association

Bienvenue

au SNT-Guide VI de SWISS NO-TILL: Planting Green de maïs

«Planting Green» consiste à semer directement dans un engrais vert dont on a stoppé la croissance juste avant ou après. Ce système cultural a pour but de tirer le meilleur parti possible des ressources et de réduire l'emploi de matières auxiliaires tout en maintenant le niveau de productivité de la surface cultivée.

Les résultats d'un projet de recherche sur le maïs de la Haute école d'agronomie, foresterie et sciences alimentaires (HAFL), soutenu par l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), ont fourni les données de base pour l'établissement de ce guide.

Mentions légales

Mandant: Office fédéral de l'environnement (OFEV),
division eau, CH-3003 Berne

Collaboration: Claudia Maurer, Andreas Chervet,
Wolfgang W. Sturny

L'OFEV est un office du Département fédéral de
l'environnement, des transports, de l'énergie et de
la communication (DETEC).

Traduction: Pierre Vullioud

Mandataire: SWISS NO-TILL, Association suisse pour
une agriculture respectueuse du sol, no-till.ch
Haute école d'agronomie, foresterie et sciences
alimentaires (HAFL), hafl.ch

Graphique: MH Grafik, mhg.ch

Remarque: La présente fiche technique a été réalisée
sur mandat de l'OFEV. Seul le mandataire porte la
responsabilité de son contenu.

Auteurs: Dominique Flury, Fabienne Bauer,
Bernhard Streit



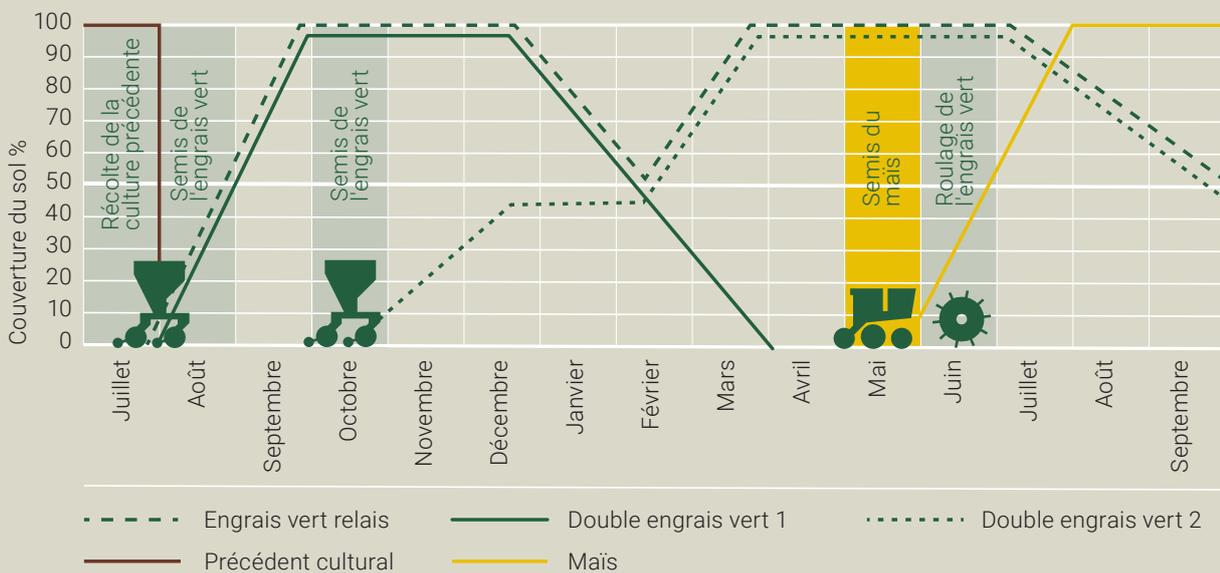
Diversité des espèces végétales

Selon la date de récolte du précédent cultural, trois scénarios d'engrais verts sont proposés: semis d'été avec un engrais vert de relais, semis d'été avec un double engrais vert et semis d'automne.

Le premier scénario de Planting Green de maïs comporte des engrais verts relais avec des composantes sensibles et des résistantes au gel. Leur installation peut être considérée comme une solution avantageuse pour des semis d'été, après récolte d'une céréale par exemple. L'objectif consiste à mettre en place une culture intercalaire qui couvre le sol de la récolte du précédent jusqu'au semis du maïs et même au-delà (voir graphique). Cette formule a cependant deux inconvénients: le risque de concurrence des espèces hivernantes par les espèces sensibles au gel puis le développement de mauvaises herbes dans

bons résultats. Avec les mélanges contenant du seigle à faucher en vert, un passage avec un rouleau en automne est recommandé afin d'éviter le risque de moisissure des neiges et d'obtenir un couvert homogène au printemps. Le second scénario de semis direct de maïs dans un engrais vert après une culture principale récoltée en été est appelé «double engrais vert». Dans ce cas, un premier engrais vert est mis en place sitôt après la récolte de la culture principale. Cet engrais vert est composé d'espèces sensibles au gel, à croissance rapide pour concurrencer les mauvaises herbes et capables de rompre le

Représentation schématique de deux scénarios de semis d'été, l'un avec engrais vert relais et l'autre avec double engrais vert



l'espace que laissent ces dernières. Pour cette raison, la mise en place d'engrais verts de relais après orge d'automne n'est pas recommandée.

Avec des mélanges contenant moins de 50% d'espèces hivernantes, il est possible qu'au printemps la couverture du sol n'atteigne pas l'objectif souhaité. Les mélanges contenant une bonne part de choux-navets chinois et une petite part de féverole de printemps ont fourni de

bons résultats. Avec les mélanges contenant du seigle à faucher en vert, un passage avec un rouleau en automne est recommandé afin d'éviter le risque de moisissure des neiges et d'obtenir un couvert homogène au printemps.

L'avantage du double engrais vert réside dans la réalisation d'un couvert dense et homogène au moment du semis du maïs. Mais cette technique a aussi un coût plus élevé: travail, machines, semence.



Diversité des espèces végétales

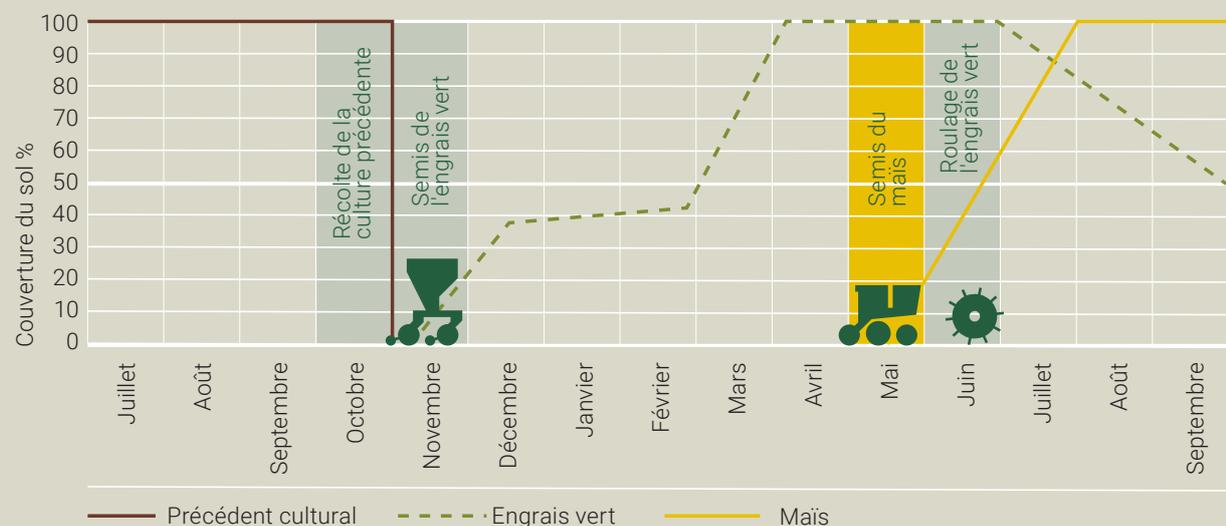
Les trois scénarios proposés comportent des espèces hivernantes, ce qui est essentiel. Durant les mois où les précipitations sont abondantes, ils ont des effets en termes de protection des ressources.

Les semis d'engrais verts après des cultures que l'on récolte tard, par exemple la betterave à sucre, ne peuvent être réalisés qu'avec des espèces hivernantes. Selon les conditions, leur développement hivernal est faible mais souvent suffisant pour limiter l'emprise des mauvaises herbes et, dès le printemps venu, la croissance reprend et la couverture du sol fait obstacle aux mauvaises herbes. Compte tenu du semis tardif de l'engrais vert, le choix d'espèces adéquates est fortement restreint. Il se limite à des céréales et des légumineuses d'automne supportant un semis tardif.

Malgré une période de végétation courte, ce scénario de semis d'automne apporte néanmoins des effets positifs. Il stabilise le sol par ses racines ce qui diminue les risques de pertes de nitrates par lixiviation ainsi que celles de phosphore et de produits phytosanitaires par ruissellement.

Ces semis d'automne peuvent produire autant de biomasse en printemps que les semis d'été. Cependant, la floraison de l'engrais vert étant plus tardive, le semis du maïs en est décalé d'environ une semaine.

Représentation schématique de deux scénarios de semis d'été, l'un avec engrais vert relais et l'autre avec double engrais vert



Stratégies de désherbage

Si l'on renonce à un herbicide total avant le semis du maïs, un herbicide sélectif appliqué en post-levée précoce permet d'assurer le rendement en éliminant les repousses d'engrais vert qui pourraient concurrencer les jeunes plantes de maïs. Quant au choix du produit, il faut veiller à ce qu'il ait une bonne action foliaire car la cou-

verture du sol inhibe l'action des herbicides à effet résiduaire. Parmi les matières actives qui ont fourni de bons résultats, on peut mentionner le nicosulfuron, le foramsulfuron, l'iodosulfuron et la thiencarbazonne contre les graminées ainsi que le dicamba et la tembotrione contre les dicotylédones. Il y a lieu de surveiller s'il y a présence de repousses d'engrais vert dans la culture suivante.



Diversité des espèces végétales

La démarche la plus importante pour réduire l'utilisation de matières auxiliaires dans le cadre du Planting Green consiste à faire un choix judicieux des espèces et des variétés.

Pour évaluer l'aptitude des espèces d'engrais verts en vue de Planting Green, 11 composantes de mélanges ont été testées dans 7 essais de 2016 à 2018. Dans ce cadre, les mélanges ont compris deux composantes avec une densité de 50% chacun. Tous les mélanges contenaient une légumineuse et une non-légumineuse (voir tableau). Dans la pratique, le choix des composantes de mélanges se porte prioritairement sur les espèces et variétés hivernantes. Compte tenu des rotations de cultures les plus courantes, le choix des semences d'engrais verts est limité. Pour la composition des mélanges, on ne regarde pas qu'à la résistance à l'hiver mais aussi au type de croissance, racinaire ou aérien.

Dans les essais, la navette fourragère a fourni de bons résultats; elle n'est cependant recommandée que dans les rotations sans crucifères. Les céréales résistantes au froid comme le seigle à faucher en vert conviennent pour les rotations avec crucifères; leur port de tige érigé facilite le stoppage mécanique de leur croissance. Parmi les légumineuses, et pour les mêmes raisons, la féverole d'automne est aussi adéquate.

Un stoppage de la croissance de l'engrais vert par voie mécanique avec un rouleau faca permet de renoncer à l'application d'un herbicide non sélectif avant le semis. De plus, une importante couche de biomasse concurrence la mauvaise herbe à un point tel que, souvent, une application d'herbicide en post-levée est superflue ou ne nécessite qu'une dose réduite. La condition préalable est le bon choix de l'engrais vert ou du mélange d'engrais verts en fonction des conditions locales.

En résumé, à propos du choix des semences, il est recommandé pour les semis d'été de rechercher la plus grande diversité possible d'espèces pour les mélanges, en veillant aussi à la diversité des familles botaniques. Pour les semis d'automne, on peut se contenter de mélanges à peu de composantes, voir réaliser des semis purs. On recherche aussi à obtenir, au printemps, un couvert végétal homogène et qui fleurit tôt. Le choix de la bonne variété est aussi important; il faut disposer d'informations précises sur leurs caractéristiques pour pouvoir réaliser une utilisation ciblée.

Espèces d'engrais verts qui ont fait leurs preuves en semis d'été ou d'automne dans les essais de la HAFL 2016 – 2018

Famille	Espèce	Variété	Date de semis	Résistance au gel	Type de croissance	Type racinaire
Crucifères	Navette fourragère	BUKO	Eté/Automne	Résistant	Erigé	Pivot
Graminées	Seigle à faucher en vert	PROTECTOR	Eté/Automne	Résistant	Erigé	Fasciculaire
Légumineuses	Vesce d'été	CLAUDIA	Eté	Gélif	Grimpant	Fasciculaire
Légumineuses	Vesce d'hiver	BETA	Eté/Automne	Résistant	Grimpant	Fasciculaire
Légumineuses	Pois fourrager de printemps	ARVIKA	Eté	Gélif	Grimpant	Pivot
Légumineuses	Pois fourrager d'automne	ARKTA	Automne	Résistant	Grimpant	Pivot
Légumineuses	Féverole de printemps	FANFARE	Eté	Gélif	Erigé	Pivot
Légumineuses	Féverole d'automne	ORGANDI	Automne	Résistant	Erigé	Pivot
Légumineuses	Gesse	MONI	Eté	Résistant	Grimpant	Fasciculaire



Non-perturbation du sol

Le semis du maïs est la plus délicate des interventions dans le système cultural toujours vert. La technique requiert un soin particulier pour réussir dans des conditions difficiles pour le maïs.

Pour le Planting Green, il faut que celui-ci soit constitué d'un engrais vert dense (voir SNT-Guide II). Les indications qui suivent sont destinées à encadrer la mise en œuvre:

- Dès la récolte terminée, semis direct de l'engrais vert dans les résidus de la culture précédente et rouler.
- Ménager des bandes libres correspondant aux futures lignes de maïs, ce qui en facilitera le semis au printemps suivant, ou
- Prévoir des bandes correspondant aux futures lignes de maïs, mais les ensemercer avec des espèces sensibles au gel; la l'installation du maïs en sera facilitée.

Le semis du maïs dans un engrais vert dense et encore en croissance exige une bonne maîtrise de la technique. L'objectif est de réaliser un semis précis et régulier en ne dérangeant qu'un minimum de terre. Les explications qui suivent sont destinées en particulier à ceux qui débutent avec cette technique.

- Dans les couverts d'engrais verts denses, la matière verte est humide voire mouillée.

• Il ne faut pas utiliser des chasses débris ni de disques ondulés sauf si les lignes de semis ont été prévues ou s'il y a peu de biomasse.

• A la place des chasses débris, on peut utiliser des disques lisses creux ou des disques ondulés réglés profond (attention: la pression sur les double-disques en est réduite).

• Des roues de fermeture du sillon munis de dents arrondies ou de doigts caoutchoutés sont recommandés (attention: les roues de fermeture lisses parviennent difficilement à rappuyer le sillon sous le matériel végétal; les roues aux dents pointues ont tendance à enrouler le matériel végétal).

• Un équipement pour l'application localisée d'engrais à côté de la ligne de maïs est recommandé.

• Une fumure starter «pop-up» dans le sillon (sous forme liquide ou micro-granulés) dope le démarrage du maïs dans ce système où les conditions de levée sont plutôt dures (attention: veiller à l'indice de salinité du produit pour éviter des brûlures sur les germes).

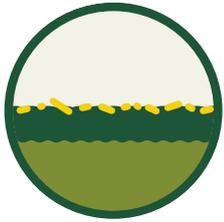
Stopper mécaniquement la croissance des engrais verts

En semis direct de maïs dans une biomasse encore verte, si l'on ne veut pas en stopper la croissance par un herbicide non sélectif, on peut le faire avant ou après le semis avec un rouleau faca. Cette méthode requiert un type d'engrais vert qui s'y prête et un exploitant qui a le savoir-faire. L'engrais vert doit être homogène et avoir atteint le stade floraison, ce qui est difficile avec des mélanges d'espèces hivernantes.

Pour obtenir un arrêt de croissance efficace, le rouleau faca doit être suffisamment lourd (>500 kg/m). Des lames

droites et émoussées sont préférables afin d'éviter un hachage des plantes qui pourrait favoriser leur repousse. Un second passage après 3-5 jours améliore l'effet. Le maïs étant sensible aux effets d'ombrage, l'utilisation du rouleau faca est indépendante de la stratégie herbicide vivement recommandée.

Il est préférable de passer le rouleau derrière le semis du maïs. S'il faut rouler avant le semis, le faire dans l'axe du semis afin d'éviter le «hairpinning». Le plus rationnel consiste à accoupler le rouleau à l'avant du tracteur ou à l'arrière, devant les éléments semeurs.



Couverture du sol

Les engrais verts hivernants présentent un avantage au point de vue concurrence des mauvaises herbes et protection contre l'érosion. Ils peuvent cependant présenter quelques inconvénients pour le développement du maïs qui va suivre.



Influence de l'engrais vert sur le développement du maïs: après du seigle à faucher en vert (à gauche) et après de la navette fourragère (à droite). Photo: Fabienne Bauer

Le Planting Green de maïs permet de produire un maximum de biomasse dont la croissance n'est stoppée que juste avant le semis. Cette biomasse peut doubler durant les 15 jours qui précèdent le semis du maïs pour atteindre jusqu'à 8 t de MS/ha.

Le haut degré de couverture du sol ainsi qu'un rapport C/N plutôt élevé dans la biomasse sont la clé d'une concurrence maximale sur les mauvaises herbes avant et après le semis du maïs. Si l'engrais vert ne contient pas de mauvaises herbes, la levée du maïs en est d'autant plus régulière. Finalement, cette situation permet de réduire les doses d'herbicides sur le maïs. Dans ce contexte, l'utilisation des chasses débris devant les éléments semeurs est contre-indiquée car en grattant le sol ils stimulent la germination de mauvaises herbes sur la ligne de semis. De bonnes expériences ont été faites avec une application d'herbicide localisée sur la ligne soit au semis soit en post-levée précoce.

Les engrais verts en végétation jusqu'au semis du maïs ont des effets non négligeables sur les propriétés biologiques, physiques et chimiques du sol. Le vaste réseau de racines actives dans le sol favorise une bonne struc-

ture. Le couvert végétal régule le flux des eaux: il contribue à l'extraction des eaux profondes et à l'infiltration des eaux de surface. Bien que les engrais verts aient d'importants besoins en eau pour leur croissance, le sol reste humide sous le couvert car il ne perd pas d'eau par évaporation.

La couverture permanente du sol modifie la dynamique de la température: sous la couverture végétale active ou morte, le sol se réchauffe plus lentement, ce qui retarde le développement juvénile du maïs. La structure, la masse et la couleur des engrais verts et autres résidus de plantes influencent aussi le réchauffement du sol au printemps. En été, durant la phase principale de la croissance du maïs, la couverture du sol limite les pertes d'eau par évaporation.

Les prélèvements d'éléments nutritifs par les engrais verts ainsi que l'important rapport C/N dans le couvert végétal contrarient le développement juvénile du maïs dès la germination. Une fumure starter (NP) localisée près de la ligne et/ou une fumure starter dopante «pop-up» (NP) près de la graine sont recommandées pour compenser ce handicap.

Résultats de la recherche

Quelle est l'action des différents types d'engrais verts sur le développement du maïs ainsi que sur le rendement en grain ou en plante entière?

Les expériences et les résultats obtenus dans les essais aux champs par la HAFL de 2016 à 2018 confirment la validité de la méthode de Planting Green. Ils mettent cependant l'accent sur des lacunes de connaissances et un besoin de compléments de recherches.

En général, le Planting Green de maïs permet d'obtenir des rendements satisfaisants. Cependant, comparé au semis direct classique, ce type de culture pénalise plus le rendement de la plante entière que le rendement en grain. Les améliorations apportées au niveau de la technique de semis ont permis d'obtenir une levée et une répartition des plantes correctes mais la vitesse de levée est freinée.

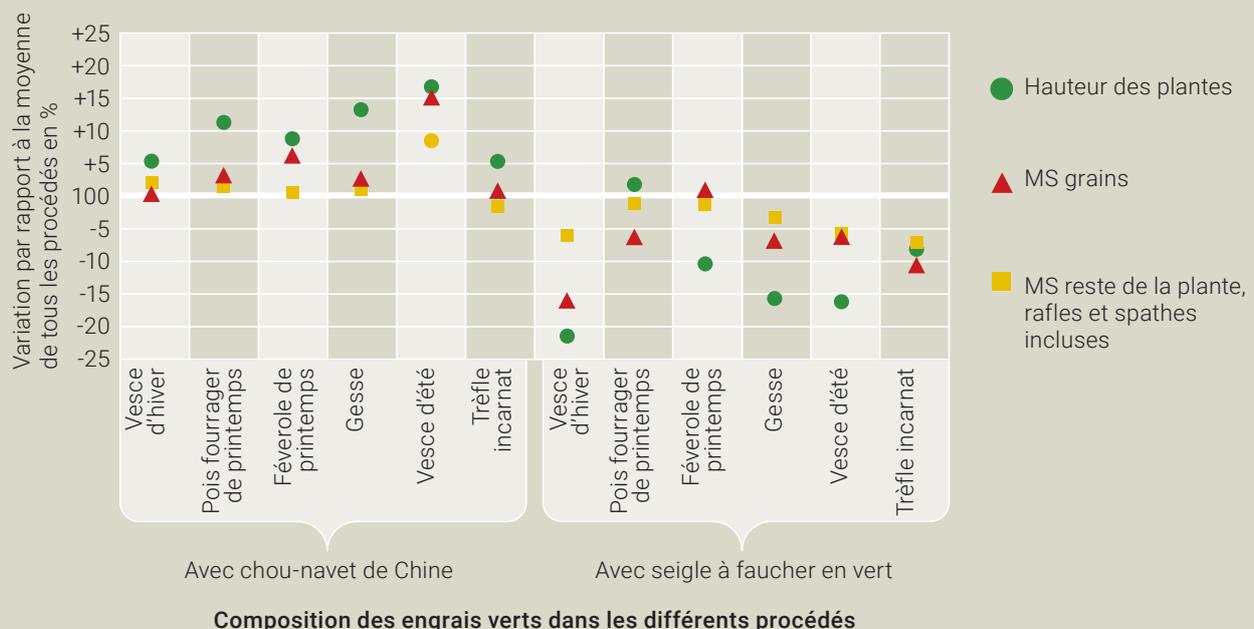
Des différences de rendement nettes ont été observées en comparant différents types et compositions d'engrais

verts basés sur la navette fourragère ou le seigle à faucher en vert (voir graphique). La couverture du sol très dense du seigle à faucher en vert s'est révélée inhibitrice sur la croissance du maïs avec un effet mesurable sur la longueur des plantes (voir photo).

La navette fourragère fleurissant nettement plus tôt que le seigle, elle permettrait d'avancer le semis du maïs d'une à deux semaines et de choisir une variété de maïs plus tardive.

L'influence des légumineuses sur le rendement fut modeste, sauf avec les espèces hivernantes difficiles à stopper. En termes de formation de biomasse en semis d'été, les variétés non-hivernantes de féverole, de pois fourragère et de vesce ont fourni de bons résultats.

Influence des mélanges d'engrais verts testés sur le maïs: variation par rapport à la moyenne de tous les procédés



Valeurs moyennes de l'essai de Bellechasse FR, 2018: Hauteur des plantes mesurée le 09.07.2018 (100% = 108.38 cm). Poids des grains récoltés le 28.09.2018 (100% = 122.63 dt MS/ha). Quantité de MS (matière sèche) du reste des plantes (rafles et spathes incluses) mesurée le 28.09.2018 (100=89.8 dt/ha)