



# Couverts végétaux

## DÉVELOPPER DES SOLS PERFORMANTS, ENCOURAGER LA DIVERSITÉ BIOLOGIQUE, RECYCLER ET PRODUIRE DE L'AZOTE

**B**ien que nous n'ayons pas spécifiquement abordé ce sujet depuis 2002 (TCS n° 18), les couverts végétaux, en tant que pilier de l'agriculture de conservation, ont toujours été présents de manière transversale dans des articles, dossiers et reportages. Il faut également reconnaître la forte contribution des TCSistes, tant dans l'expansion des surfaces implantées que dans l'acquisition de connaissances dans ce domaine. Leurs expériences ne font que renforcer la cohérence de cette orientation. Aujourd'hui, les simples pièges à nitrates sont devenus des recycleurs d'éléments minéraux, des développeurs de la fertilité des sols, des promoteurs de la diversité biologique et pourquoi ne pas les envisager comme des fournisseurs d'azote et des agents de contrôle du salissement. Ce dossier s'inscrit dans la continuité des informations déjà publiées : nous avons essayé de faire le point sur les dernières expériences, idées et réflexions en la matière.

**D**ans une recherche de sols capables de s'autostructurer, habités d'une activité biologique riche et variée, les couverts végétaux font partie depuis de nombreuses années des itinéraires culturaux des TCSistes. Avec l'influence de l'Amérique du Sud et le développement du semis direct sous couvert, cette pratique rencontre un vif intérêt qui engendre énormément d'essais, de mesures et d'observations. Bien qu'épars, les résultats sont encourageants et hissent les couverts végétaux au rang d'outils incontournables de l'agriculture de conservation. Leur mise en œuvre n'est cependant pas si simple et les retours sur investissement ne sont pas aussi systématiques.

La structuration du sol est certainement la première motivation : beaucoup souhaitent remplacer le fissurateur par des racines. Cependant, rechercher des couverts avec d'imposantes racines comme des radis ou autres crucifères pour ameublir le sol voire ouvrir des compactions, est certainement une erreur : des racines de gros diamètre, à l'instar du colza, sont facilement bloquées dans leur exploration du sol. À l'inverse, des racines fasciculées et fines comme celles des graminées, de la phacélie et de certaines légumineuses, arrivent plus facilement à trouver les failles et se glissent dans les galeries et les interstices pour une colonisation plus diffuse, profonde et homogène, établissant un réseau racinaire que pourront réemprunter et améliorer les plantes et cultures qui suivront. Plus que l'action d'une plante en rem-

placement d'un ameublisseur, il convient de parier sur le cumul de l'action des couverts, des cultures et de la faune pour restructurer ou plutôt réorganiser le sol dans le temps, tout en enrichissant le profil en matière organique.

Dans le cas où la structure du départ est compacte ou présente des semelles, il est plus judicieux d'utiliser un ameublisseur afin de sécuriser dans un premier temps le développement racinaire des couverts comme des cultures.

### Sécurisation des rendements

Au-delà de la qualité de l'organisation de la structure, de l'entretien et du développement d'une activité biologique performante, les couverts captent et recyclent toutes sortes d'éléments majeurs et oligo-éléments, en plus des grandes quantités d'azote. D'abord prélevé et stocké sous forme organique, l'ensemble de ces éléments sera progressivement restitué avec une meilleure disponibilité (fertilisation organique). Cependant, de nombreuses observations et des mesures confirment que les premières années peuvent se solder par un stockage net principalement au niveau de l'azote pouvant entraîner une pénalisation des rendements (voir le dossier azote de TCS n° 28). La conduite, le choix des espèces, l'époque et le mode de destruction seront donc à adapter pour limiter ce risque, tout en faisant progressivement

croître « le volant d'autofertilité ». Il s'agit en fait de la constitution avec le recul d'un stock de matières organiques très labiles (facilement minéralisables) et d'une activité biologique fine qui viendront progressivement augmenter les fournitures du sol en quantité mais également en diversité. Avec la pratique, ce risque s'estompe et le développement du « volant d'autofertilité » conduit même à des économies d'engrais.

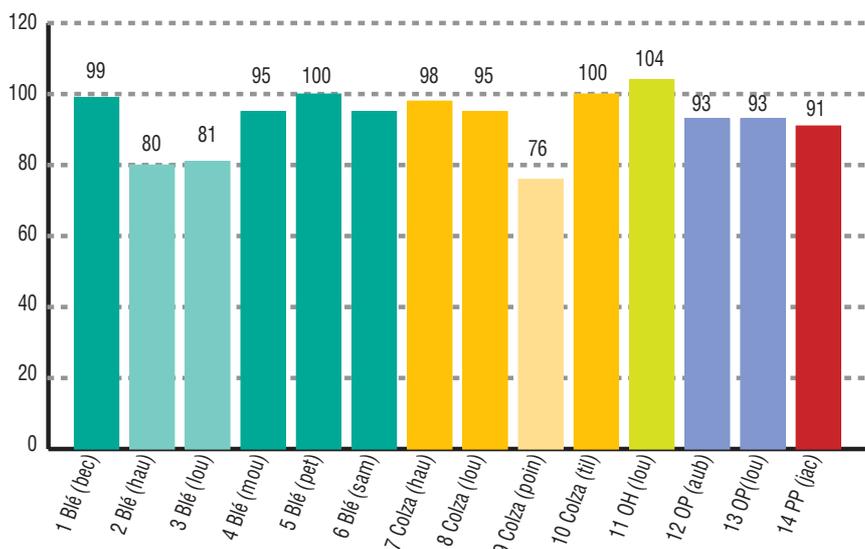
De plus, chaque plante exerce des préférences sur des éléments et met donc en action des stratégies propres afin de les mobiliser voire de les solubiliser. Ainsi, la multiplication d'espèces différentes sur un même site ne fera qu'accroître la qualité du *pool* organique et la fertilité du sol. Au-delà des aspects nutritifs, l'augmentation de matière organique, le meilleur stockage et redistribution de l'eau, la qualité et la profondeur de l'organisation structurale du sol, la rugosité de surface et la dynamique de l'activité biologique concourent à une sécurisation des rendements voire un déplaçonnement en moins d'une dizaine d'années.

### La gestion de l'azote : le piège

« Une pénalisation de rendement pour un meilleur résultat net par heure de travail. » Cette conclusion est celle de la chambre d'agriculture de la Moselle qui a entrepris un important suivi

### Rendements des quatorze parcelles en semis direct sous couverts

Base 100 modalités classiques



SOURCE : CHAMBRE D'AGRICULTURE DE MOSELLE



Ce cliché montre le comparatif n° 3. Le blé semé en direct dans le couvert de radis (sur la droite) est moins fourni et le décrochage est encore plus net dans le témoin 0 N au milieu de la parcelle. Comme les mesures qui l'accompagnent, cette photo reflète bien la difficulté de gestion de l'azote lors des premières années de mise en place des couverts et a fortiori du semis direct sous couvert.



Dès la première année, la pratique du semis direct sous couvert a permis d'observer très nettement l'intérêt de ces techniques sur la limitation de l'érosion et de constater une capacité de régénération assez rapide des sols de la région.

de parcelles et de mesures pour comparer le semis direct sous couverts aux techniques conventionnelles des agriculteurs, qu'ils soient déjà en TCS (six sites) ou encore laboureurs (huit sites). Cette étude réalisée sur quatorze parcelles au total, avec principalement du blé (six sites), du colza (quatre sites) mais également de l'orge de printemps, de l'orge d'hiver et du pois de printemps, est également répartie entre des sols très hétérogènes qui s'échelonnent des sables de la Moselle (14 %) jusqu'aux argiles du plateau lorrain (65 %).

Dans tous les cas, le semis du couvert a été réalisé à la volée avant moisson ou en semis direct juste après. La destruction est, quant à elle, intervenue juste avant ou juste après l'implantation de la culture.

Comme le montre le graphique, le rendement dans les parties en semis direct sous couvert est légèrement inférieur (-7 %) avec trois parcelles où la pénalisation atteint 20 %. Les mesures réalisées sur les témoins 0 N font nettement ressortir le manque de disponibilité en azote pour les parcelles 2 et 3 qui expriment un résultat sans azote respectivement de 36 et 51 % inférieur à la zone fertilisée normalement. Il faut aussi remarquer que le couvert de radis précédent avait particulièrement bien fonctionné en piégeant 84 u de N/ha. Cette différence de rendement est moins forte pour le blé de la parcelle où les repousses de colza utilisées comme couvert n'avaient capté que 45 u de N/ha pour un témoin 0 N supérieur (-14 %). Enfin, l'orge apparaît moins sensible à cette restriction en azote que le blé avec la parcelle 11 qui, malgré un couvert de radis qui avait capté 48 kg de N/ha et un témoin 0 N inférieur de 5 %, aboutit à un rendement supérieur à la moyenne de 4 %. C'est le même constat qui peut être établi pour l'orge de printemps alors que le couvert avait tout de même absorbé 84 u de N/ha.

Ces résultats, relativement exhaustifs et représentatifs, montrent nettement la pénalisation encourue par la mise en place du semis direct derrière des couverts végétaux bien développés. Pour compléter cette étude, il aurait peut-être été souhaitable

de mettre en place des témoins surfertilisés afin d'isoler l'impact réel de ces techniques sur la dynamique de l'azote.

Passons maintenant aux résultats économiques : en semis direct sous couvert, le produit est inférieur de 7 % avec des charges opérationnelles supérieures de 11 % essentiellement liées au coût de la semence et des frais supplémentaires de désherbage. En revanche, les charges de mécanisation sont très nettement réduites (-36 %), ce qui ramène la marge nette pour le semis direct sous couvert à 93 % des techniques conventionnelles. Si le gain de temps est intégré (environ 30 %), la rentabilité de l'heure travaillée est quant à elle très nettement supérieure (+45 %).

Ces résultats sont encourageants : il y a fort à penser qu'avec le recul, une meilleure maîtrise des pratiques et une gestion de certains ravageurs comme les campagnols, les rendements s'équilibrent.

### Ouverture vers l'agriculture intégrée

Pour de nombreux agriculteurs, la présence d'une couverture végétale est souvent considérée favorable aux ravageurs (limaces, pucerons ou encore campagnols) comme aux maladies. Il est vrai que l'augmentation de la biomasse et de la couverture du sol peut développer et entretenir certains risques, surtout dans les premières années de la mise en place du système.

Les couverts peuvent aussi être les promoteurs d'une beaucoup plus grande diversité biologique avec le développement d'auxiliaires. Les propriétés antinématodes de certaines crucifères sont à ce titre déjà largement utilisées en production betteravière.

La présence de fleurs à l'automne n'est pas seulement esthétique. De multiples insectes, comme les abeilles, sont attirés et vont ainsi pouvoir se nourrir en fin de saison alors que les autres ressources alimentaires se font rares et faire des réserves pour passer l'hiver dans de meilleures conditions afin de revenir en abondance au printemps suivant. Les insectes qui se déplacent entre les parcelles

sont sensibles aux couleurs. C'est pour cette raison, par exemple, que nous utilisons des cuvettes jaunes pour capter les ravageurs du colza dès l'automne. Par conséquent, la présence de couleurs différentes dans le paysage va influencer la répartition des populations de ravageurs comme d'auxiliaires. Alors pourquoi ne pas utiliser des moutardes ou des radis comme leurs contre les tenthrèdes, les charançons ou les altises ?

L'impact de la couleur est également observé avec les pucerons qui généralement préfèrent le vert et donc les cultures implantées tôt et bien fertilisées. Par exemple, P. Robert (81) a relevé la présence de très nombreux pucerons dans ses couverts d'avoine et vesce à l'automne dernier alors que ses parcelles de blé imbriquées au milieu des couverts n'étaient pas contaminées. En revanche, l'utilisation de l'avoine ou d'un autre couvert de graminée comme précédent céréales d'hiver est une orientation à risque offrant une transition facile aux ravageurs.

Toujours au niveau des pucerons, des agriculteurs anglais révèlent que la présence de résidus de culture et/ou de couverts à la surface du sol camoufle dans un premier temps les jeunes pousses de céréales, qui sont ainsi moins visibles et moins attrayantes.

Ainsi, il convient de rester prudent, tant les interactions entre les couverts et les milieux environnants sont multiples, variées et encore très méconnues. Sans avoir peur toutefois de déve-



► **opper des équilibres biologiques plus dynamiques !** Il s'agit ici de nouvelles fonctions qui sont sûrement toutes aussi importantes sur les écosystèmes du sol que ceux de la surface : à quand les couverts antitipules, antilimaces ou anticampagnols ?

## Implanter tôt pour produire de la biomasse

Les couverts végétaux sont généralement perçus comme des coûts et des charges supplémentaires : semence, implantation, destruction, difficultés d'implantation ou encore risques sur la culture suivante. Mais en compensation, il est important de se fixer des objectifs de rendement ou de résultats, bien qu'il n'y ait ni récolte ni vente, mis à part en élevage. Pourquoi ne pas comptabiliser l'azote recyclé qui se traduira par des économies en matière de fertilisation, mesurer l'impact sur la structure ou la gestion des adventices ou encore l'effet sur la culture suivante ou la sécurisation des rendements ? Au-delà de ces critères tous aussi difficiles à apprécier et mesurer, il en existe un qui semble correctement globaliser ce que recherchent les TCSistes au travers des couverts végétaux : le volume de biomasse produit. Davantage de biomasse traduit une bonne action sur l'azote comme les autres éléments minéraux, un impact positif sur l'organisation structurale du sol, une bonne gestion des adventices et bien entendu une dynamisation de l'activité biologique. C'est d'ailleurs autour de cette réflexion que s'est développé le concept de « biomax » pour biomasse maximale.

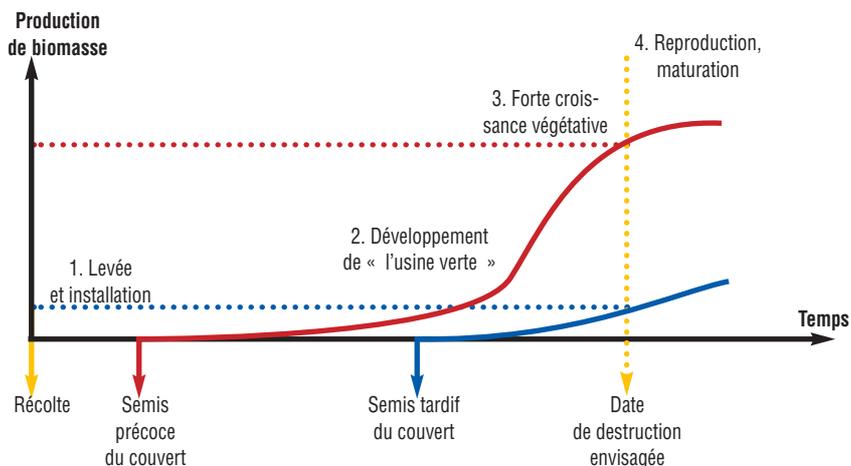
Afin de produire de la biomasse, il est nécessaire d'avoir un sol avec une bonne autofertilité, de choisir des plantes ou des mélanges adaptés et surtout d'implanter le couvert le plus tôt possible. Contrairement à l'approche Cipan, où une installation fin août/début septembre est satisfaisante pour produire deux à trois tonnes de MS/ha et réorganiser entre 50 et 80 kg d'azote en TCS, il est préférable de profiter du mois d'août pour mettre en place « l'usine verte » qui, en fonction des pluies et des températures, pourra faire de la biomasse à la fin de l'été et le début de l'automne.

Pour implanter tôt, il est d'abord possible de semer le couvert pendant la culture précédente. Bien qu'optimum pour certaines légumineuses, cette pratique plus commune en agriculture biologique reste trop aléatoire : difficultés de désherbage, trop forte couverture de la culture, manque d'homogénéité du couvert, hormis certaines conditions particulières.

En revanche, l'implantation juste avant la moisson ou sous la coupe, qui tend à donner de bons résultats, se développe pour des raisons économiques et de travail. La qualité des résultats dépend de la qualité du sol mais aussi de la bonne répartition de la paille. Ce type d'itinéraire convient seulement aux graines de petite taille (densité de semis et facilité de positionnement au sol) et limite par conséquent le choix des couverts.

L'implantation juste après la moisson est, semble-t-il, l'approche la plus sécurisante. Il est possible d'adapter l'itinéraire en fonction de l'état de la parcelle (présence ou non d'un salissement) et de semer le couvert soit en semis direct ou avec un léger travail du sol. Cette approche est, de plus, la mieux adaptée aux plus grosses graines comme aux mélanges. Enfin, dans des situations spéciales comme de fort salissement, il peut être

## Date d'installation du couvert



L'installation précoce du couvert permet de profiter du climat de la fin de l'été afin de doubler la biomasse produite. La quantité d'azote mise en œuvre est cependant peu différente d'une implantation plus tardive. Les plantes doivent d'abord s'installer : la mise en place de l'usine verte demande du temps et correspond en général à une à deux tonnes/ha de biomasse pour 40 à 60 kg de N absorbés. Au-delà, elles rentrent en général dans une période de croissance rapide, elles font de la photosynthèse et fixent du carbone qui vient en fait diluer l'azote comme les autres constituants. Le C/N augmente tout comme le rendement du couvert mais en retour, sa décomposition et la restitution des éléments s'en trouvent ralenties d'autant.

## Strip-till et travail conventionnel :

### comparaison des concentrations en N total et C dans le sol

Profondeur	N en kg/t de terre		C en kg/t de terre	
	Conventionnel	Strip-till	Conventionnel	Strip-till
0-5 cm	0,41	1,02	6,41	12,84
5-10 cm	0,40	0,63	6,36	8,38
10-20 cm	0,37	0,41	6,29	6,36

Ces mesures ont été réalisées chez des producteurs de coton de l'Alabama en strip-till avec une pratique intensive des couverts végétaux. L'évolution de la fertilité du sol est sans appel. Après 20 ans de pratique de l'agriculture de conservation, le niveau de carbone a doublé et celui de l'azote est 2,5 fois supérieur dans les cinq premiers centimètres. Cette différence reste encore très visible sur les 5 cm suivants et s'estompe sur l'horizon 10-20 cm. Cependant, des mesures plus profondes ont continué de montrer un avantage significatif au niveau de l'azote pour la partie conduite en agriculture de conservation.

Outre révéler l'amélioration de la fertilité du sol, assurant une meilleure croissance des couverts comme des cultures, tout en envisageant des économies d'engrais, cette expérimentation exprime clairement la très forte relation qui unit le carbone et l'azote dans le sol.

souhaitable d'envisager d'abord un faux-semis et d'implanter seulement le couvert au second passage. Il faut donc rester flexible mais garder à l'idée que l'implantation d'un couvert doit être soignée comme celle d'une culture. C'est déjà un moyen de réduire la dose et le coût de semences mais également d'assurer l'homogénéité de la couverture et par conséquent le rendement de l'interculture.

## Le recul TCS facilite l'implantation

Les couverts végétaux sont également un excellent indicateur de l'état du sol et de son niveau d'autofertilité. Un secteur compacté ou une parcelle avec une faible disponibilité en azote ou en eau ne permet pas la production d'une biomasse imposante. À ce titre, il est courant de constater avec le recul l'amélioration de la rapidité et de

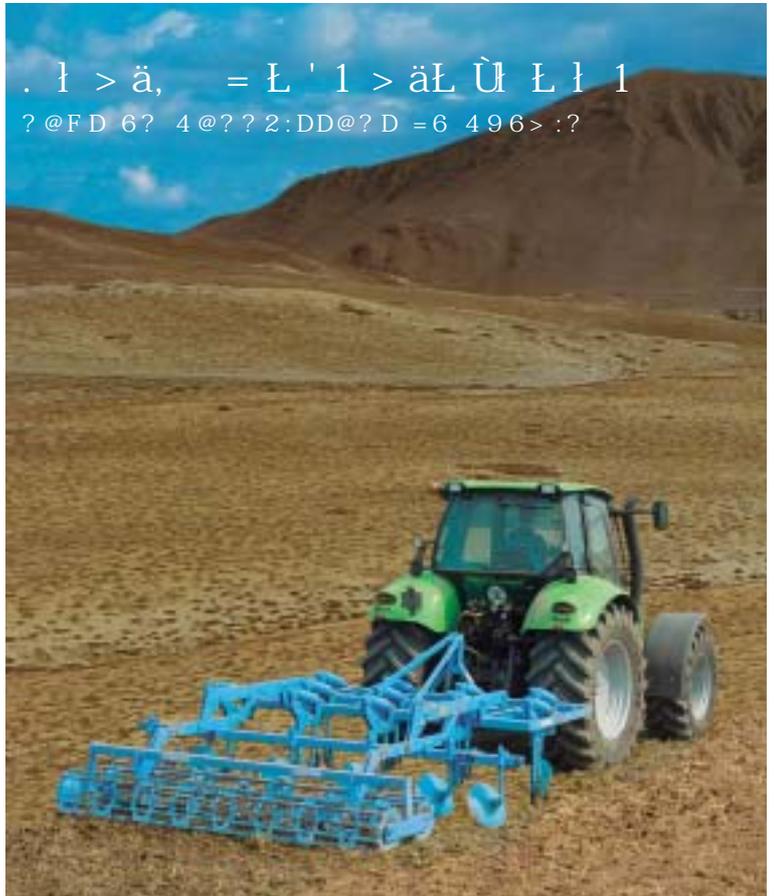
la facilité d'implantation des couverts mais également un accroissement de la biomasse produite. En fait, le sol qui s'enrichit en surface en matière organique permet un meilleur positionnement des graines, conserve mieux l'eau même en situation desséchante et surtout contient beaucoup plus d'éléments : entre autres de l'azote sous forme organique qui peut rapidement être mis à disposition avec même de faibles précipitations. Ce volant de fertilité devient à terme la garantie de couverts performants quels que soient le sol et les conditions climatiques. À ce stade, le besoin de doper par une fertilisation organique ou minérale le démarrage du couvert n'est plus du tout nécessaire. En revanche, en matière d'environnement comme de recyclage de l'azote, le couvert s'impose au vu des quantités d'azote qui peuvent être relarguées et potentiellement lessivables en fin de saison si le sol reste nu ou simplement implanté tardivement avec une culture d'hiver.



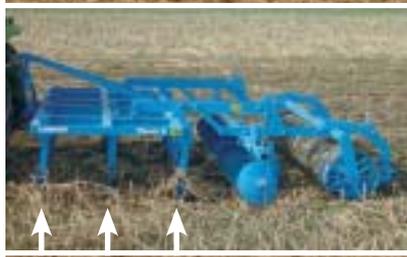
Dès l'implantation (ici début octobre), l'avoine Ever-green à gauche montre une agressivité et un développement plus rapide que l'avoine d'hiver semée dans les mêmes conditions. Au printemps suivant, malgré des tiges plus fines, la hauteur et la masse de végétation sont bien supérieures à l'avoine d'hiver. Le système racinaire est également différent et ressemble plus à celui d'un ray-grass qu'à celui d'une céréale : des propriétés qui doivent lui procurer une bonne capacité structurante. Importée du Brésil, Ever-green est la seule avoine diploïde. Son imposant développement végétatif à l'automne lui permet de produire une biomasse abondante et haute qui s'impose sur les repousses et les adventices. Elle possède un effet nématocide et est censée être résistante à la rouille comme aux pucerons. Comme toutes les avoines, c'est un couvert facile à implanter en direct ou en association avec un déchaumage. Le petit PMG autorise des doses de semis faibles (35 à 50 kg/ha). Cette variété peut s'avérer un bon couvert devant des cultures de printemps et plus particulièrement des légumineuses. Elle peut également être utilisée comme fourrage et ainsi produire une récolte soit en pâture ou en ensilage, sans pour autant éliminer la plante qui va repartir et prolonger son rôle de protection du sol tout au long de l'hiver. Enfin l'Ever-green, bien qu'elle soit originaire d'Amérique du Sud, n'est sensible au gel que lorsqu'elle est suffisamment développée à l'automne.



Aujourd'hui entre les moutardes, les radis, les seigles et les avoines, les tournesols, les sarrasins, les vesces et autres légumineuses, les choix sont multiples. Il n'existe pour ainsi dire pas de meilleurs couverts ou de couverts types car toutes ces plantes possèdent leurs avantages comme leurs inconvénients. Dans tous les cas et comme en matière de cultures, il convient d'établir une rotation et de changer de type d'interculture d'une année à l'autre. La pratique de mélange de couverts va également dans ce sens.



@Š £ ; ' ÊÈ; Èò ÊÈ<sup>a</sup> á  
£ { goœi - zi ŪÝ



èãŒ" { zYäqz äqz<sup>2</sup> äÿ  
Yi Ū@œŒ Ūäâ aÄŒ Ūäp ä  
z äÿz - ç ÄŒ Ūäp Yrä  
qz ää Ūäâ-

' äŒ" { zYäqz äqz<sup>2</sup> äÿ  
Yi Ū@œŒ Ūäâ p ä  
Yz - ç ÄŒ Ūäp Yrä  
qz ää Ūäâ-

. z ägoŒ ç äqz Yäqz<sup>2</sup> äÿ  
z ääqz äŒÄŒŒ ŪŒ qzi Ū

**LEMKEN**  
THE AGROVISION COMPANY

: 7 =6> <6? DE@== 7C2? 46  
3A &! S#1 %œ! "  
DRZe: VR\_ UV 3çj V 4VUM  
Eé] +! # S) ' " " " #  
ö ö ö ÈŒ - " z<sup>2</sup> YäŒ ŒŪ



## Les mélanges de couverts végétaux

**D**epuis quelques années, les mélanges ou cocktails de couverts apparaissent comme une piste de développement intéressante pour de multiples raisons.

### → Produire un maximum de biomasse

L'association de plusieurs espèces choisies pour leur complémentarité favorise l'établissement d'une concurrence positive entre les plantes qui initie une augmentation de la biomasse et bien entendu de tous les bénéfices qui en découlent. Cette biomasse sera d'autant plus importante que le mélange inclut des légumineuses qui, une fois l'azote du sol réorganisé, pourront subvenir aux propres besoins du couvert.

### → Explorer tout le potentiel nutritif du sol

La juxtaposition de plusieurs espèces va optimiser la mobilisation de l'ensemble des réserves du sol. Comme chaque plante utilise de manière préférentielle des éléments et induit le développement d'une activité biologique qui lui est spécifique, de beaucoup plus grandes quantités et variétés d'éléments plus ou moins disponibles vont être prélevées et intégrées au pool organique.

### → Améliorer la structure du sol

Le développement de la biomasse racinaire, bien qu'il soit moins important chez les plantes annuelles, est en adéquation avec la biomasse aérienne. Cette concurrence entre les racines permet une exploration plus complète et plus profonde du sol. La consommation de grandes quantités d'eau en fin d'été va d'autre part améliorer la biofissuration (retrait des argiles de profondeur par l'assèchement) et, à sa destruction, le couvert va laisser un réseau racinaire qui pourra être facilement emprunté par les cultures suivantes.

### → Assurer une couverture quelles que soient les conditions

La mise en place de plusieurs espèces simultanément permet d'assurer une bonne couverture végétale quoi qu'il arrive. Elle limite les risques liés au climat : en fonction des années, des plantes vont se développer mieux que d'autres. L'action des ravageurs aussi est freinée : les limaces, tenthrèdes, pucerons et les autres peuvent attaquer une plante plus spécifiquement. Les mélanges limitent aussi les risques liés aux programmes de désherbage précédent : certains couverts sont quelquefois limités par la rémanence de molécules, et.

### → Gérer positivement le salissement

La biomasse et l'agressivité de l'ensemble du couvert, dont le développement est tiré vers le haut, sont très efficaces dans le contrôle et la suppression des repousses et adventices. En complément, la présence de différentes espèces permet d'utiliser un maximum de niches écologiques qui ne seront plus disponibles pour des plantes moins désirables.

### → Établir des relais entre les plantes

Afin d'établir une couverture dans le temps, sans pénaliser la performance dès le départ, le mélange autorise l'association de plantes qui vont pouvoir se relayer en fonction des saisons. Par exemple, un tournesol peut couvrir en été, suivi par une vesce ou une phacélie relayée au printemps suivant par un colza ou un trèfle incarnat.

### → Réduire les coûts de semences

Vu que les semences de certaines plantes sont chères et freinent leur utilisation, l'association permet en les diluant avec d'autres graines meilleur marché, d'accéder à ces plantes et les bénéfices qu'elles peuvent apporter tout en restant dans des coûts acceptables.

Lauréat 2002 Créagri  
Confirmation 2003  
Expérience à l'échelle régionale  
Le plus efficace

# Jupiter

## La Navette qui protège la Terre !

Recommandé après Céréales et Maïs

- > Assure la protection des parcelles pendant l'hiver
- > S'implante rapidement et résiste au froid
- > Se détruit très facilement
- > Préserve la qualité de l'eau et la fertilité des sols

AtoutSem®

La Rablonnaire - BP 92236 - 35222 CHATEAUBOURG CEDEX  
Tél 02 99 00 86 63 - www.graefpayer.fr

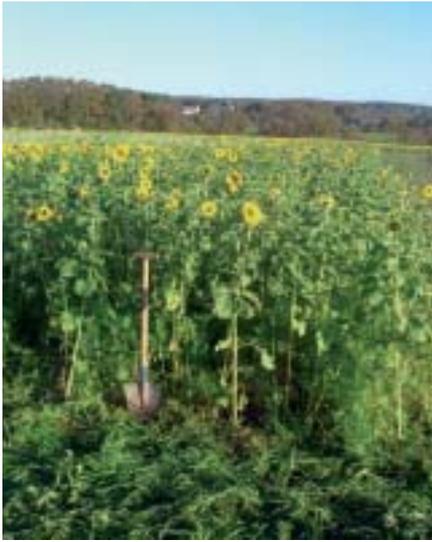


**Conception des mélanges.** De gauche à droite : tournesol, sarrasin, navette, lin, pois, vesce, colza, phacélie et caméline. Les mélanges doivent donner place à la diversité et la créativité. Il n'existe donc pas un cocktail type mais de multiples combinaisons. Cependant pour de bons résultats, il convient de respecter trois règles :

→ associer des plantes au développement végétatif différent qui vont plutôt se compléter dans l'utilisation de l'espace plus que se concurrencer. À l'instar de la forêt, il faut combiner des plantes élancées, des plantes plus buissonnantes, des plantes grimpantes et enfin des plantes rases. De plus, il y a de grandes chances que ce développement aérien corresponde au même schéma d'utilisation du sol.

→ adapter la densité de chacune des espèces présentes afin d'éviter une surdensité ou une trop forte concurrence qui ne permet pas le développement harmonieux et optimal des plantes présentes : ceci entraîne plutôt un résultat opposé en matière de production de biomasse. Le plus simple est de diviser la dose de semis en fonction du pourcentage de représentativité choisi dans le mélange.

→ ne pas hésiter à tester un maximum d'associations car des plantes peuvent être antagonistes comme d'autres s'associer positivement.



Mélange de tournesol géant (variété Peredovick) et phacélie : production de 49 tonnes de biomasse verte, soit environ 7 t de MS/ha en trois mois de végétation.

→ Apporter de la diversité

Avec la croissance du volume de biomasse, c'est certainement le paramètre le plus important. Il faut profiter des périodes d'interculture pour inscrire un maximum de diversité dans la rotation. Multiplier le nombre de plantes qui se succèdent sur une parcelle, c'est cumuler l'ensemble de leurs actions sur la fertilité, l'activité biologique et promouvoir un équilibre le plus performant possible. Ainsi avec cette approche, il n'est plus illusoire, sur une rotation de quatre ans avec deux couverts végétaux, de faire tourner entre dix et quinze plantes différentes et d'atteindre quinze à vingt intercultures. Là encore, l'agriculture de conservation apporte une ouverture intéressante

**Plate-forme de comparaison de couverts et mélanges à Ambon (56)**

Couverts et mélanges de couverts	Rendement vert en kg/ha le 6/11/2004
Avoine	5 420
Phacélie	32 610
Ray-grass d'Italie	9 500
Moutarde	24 220
Cynara	8 740
Fenugrec	10 200
Trèfle souterrain	9 290
Pois de senteur	19 900
Moha	15 400
Témoin (salissement et repousses)	3 850
Chou fourrager	17 700
Navette (Jupiter)	17 700
Radis fourrager	36 800
Sorgho/radis fourrager	42 500
Colza fourrager	24 340
Tournesol/colza/pois/vesce	30 330
Seigle/vesce (Chlorofiltre n° 9)	18 100
Tournesol/sarrasin/vesce/phacélie/lin	33 860
Tournesol/haricot rame/phacélie	46 250
Tournesol/radis/lupin/phacélie/lin	46 450
Seigle/phacélie (chlorofiltre n° 4)	13 450
Tournesol géant/phacélie	49 280
Mélange de toutes les espèces	30 380

Note : couverts implantés en direct dans le chaume le 8 août avec un combiné-semis.



De nombreuses mesures réalisées sur des plates-formes de couverts végétaux font souvent apparaître plus d'azote présent, à l'automne, dans la biomasse des plantes que de reliquats dans les sols sans légumineuses alors qu'aucun lessivage n'a pu avoir lieu. Cette différence qui peut atteindre plusieurs dizaines d'unités est d'ailleurs encore plus importante si l'on tient compte de l'azote immobilisé par la biomasse racinaire. Il n'existe pas vraiment d'explication. Il est fort probable que la présence d'une plante dynamise, par ses exsudats racinaires et sa forte demande en éléments minéraux, une activité biologique minéralisatrice qui s'attaque à la partie très labile de la matière organique. Ainsi, la présence de végétation vivante induirait l'accélération de la rotation du volant d'autofertilité. Ce phénomène est tout à fait positif. Cependant la consommation par le couvert de l'azote quasi disponible peut aggraver les risques de faim d'azote. La dynamisation de bactéries autonomes et fixatrices d'azote pourrait être une autre piste mais elle reste à démontrer.

sante pour développer de la diversité biologique dans un contexte productif.

**Six à sept tonnes de MS/ha en trois mois, c'est possible**

Au niveau des couverts classiques, la moutarde et la phacélie restent des valeurs sûres, avec

respectivement une production de 3,5 à 4,5 t de MS/ha (matière verte x 15 % de MS). La phacélie exprime ici sa capacité de récupération

**Épanouissante diversité**

Alors que l'agriculture tend vers la monoculture pour améliorer la productivité, dans la nature, la production de biomasse est en revanche proportionnelle à la diversité des plantes qui composent un milieu. C'est ce que révèlent les résultats du projet Biodepth (Biodiversity and ecosystem processes in terrestrial herbaceous ecosystems) mené dans sept pays européens.

L'étude, qui a duré trois ans, a porté sur 480 parcelles réparties dans des environnements climatiques très différents entre l'Allemagne, la Suisse, la Grèce, la Suède, l'Angleterre, l'Irlande et le Portugal. Sur celles-ci, la diversité floristique a été simulée soit en retirant des espèces ou en implantant d'autres pour un total de 200 assemblages différents. Les végétaux ont également été classés en trois catégories ou groupes fonctionnels (graminées, légumineuses et autres).

Les résultats sont édifiants et concordent entre les sites quel que soit le potentiel de production du milieu. À chaque fois que le nombre d'espèces est divisé par deux, la productivité chute de 80 g/m<sup>2</sup> (800 kg de MS/ha) en moyenne. Ce résultat est d'autant plus remarquable que des lois aussi simples sont rares en écologie.

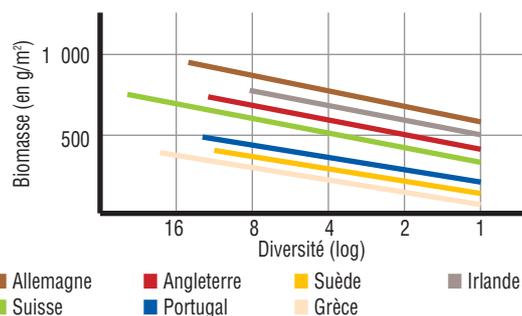
La représentativité des groupes fonctionnels est également déterminante. A nombre d'espèces égales, l'omission d'un groupe entraîne une réduction de productivité de 100 g/m<sup>2</sup> en moyenne. Les trèfles ont montré un effet particulièrement important avec une croissance de la biomasse produite d'environ 360 g/m<sup>2</sup> en leur présence.

Cette expérimentation révèle que la richesse floristique est déterminante dans la production de biomasse. La complémentarité entre les espèces dans leur utilisation des ressources explique en grande partie ce résultat. Chaque plante n'a pas les mêmes besoins en nutriments, en eau ou en lumière et colonise des espaces différents dans le sol comme à la surface. Certaines sont consommatrices d'azote alors que d'autres en produisent. D'autres phénomènes plus complexes, dits « de facilitation », interviennent. Ainsi,

des plantes tireraient un bénéfice de la présence d'autres espèces : une protection contre des ravageurs ou maladies, une association avec des champignons mycorhiziens, une stimulation par relargage d'hormones de croissance...

Quelles que soient les raisons, il est clair que la diversité est un facteur déterminant en faveur de la production de biomasse comme une sécurité face aux variations de climat. Il semble donc intéressant de valoriser cette réaction positive dans la constitution de mélanges de couverts et pourquoi pas au sein des cultures.

**Évolution de la productivité en fonction de la diversité floristique**





**Fenugrec** : dans le Sud-Ouest, quelques TCSistes comme J.-L. Barric (32) utilisent une légumineuse locale : le fenugrec. Celui-ci est généralement semé en pur à des doses voisines de 20 à 30 kg/ha ou en association avec 5 à 10 kg de radis ou 50 à 70 kg/ha d'avoine de printemps. Cette espèce s'implante correctement malgré le climat des étés de la région et produit une biomasse acceptable. Elle résiste relativement bien au gel (- 10 °C à - 15 °C) mais ne semble pas donner d'aussi bons résultats dans la partie nord du pays.

► lorsque les conditions redeviennent plus favorables alors que la croissance de la moutarde est plus facilement bloquée par un stress hydrique ou par un manque d'azote. Dans cette catégorie, l'avoine, bien qu'efficace en tant que Cipan n'a pas produit beaucoup de biomasse et comme sur d'autres essais avec des implantations précoces, elle s'est trouvée rapidement attaquée par la rouille. Elle est toutefois repartie en novembre et décembre après les pluies et une légère minéralisation. De son côté, le raygrass d'Italie, souvent positionné après céréales dans la région mais assez lent dans son installation, faisait office de témoin. Toujours dans les graminées, le moha (graminée estivale) est un peu plus productif bien qu'implanté trop tard par rapport à sa physiologie. Il a en revanche été stoppé dès les premières gelées.

Du côté des légumineuses (fénugrec, trèfle souterrain et pois de senteur), seul ce dernier, souvent présent comme couvert dans les états de l'est des États-Unis, fournit une biomasse acceptable (3 t de MS/ha). Ces plantes, intéressantes dans le cadre des mélanges, sont cependant difficiles à utiliser seules.

Les crucifères (chou, navette, colza) rapidement limitées quant à elles dans leur développement par l'azote disponible, ont péniblement atteint les 3 t de MS/ha. Seul le radis fourrager qui monte à fleur la première année apporte le double de biomasse avec environ 6 t de MS/ha. Le sorgho a souffert de l'implantation tardive et de la concurrence du radis, plante très étouffante.

Enfin, les mélanges biomax avec au moins quatre plantes associées dominent avec une production comprise entre 5 et 7 t de MS/ha et démontrent qu'il est possible de pratiquement dou-

bler la couverture du sol et le retour organique en seulement trois mois par rapport à des schémas classiques. Ces mélanges, en parallèle, contrôlent beaucoup mieux le salissement ; la compétition initiée dans le sol favorise une structuration plus complète et beaucoup plus profonde. La présence de légumineuses permet d'éviter tout blocage de végétation par manque d'azote avec en prime, en fonction des espèces, un léger enrichissement du profil en fin de cycle. Cependant le dernier mélange qui rassemblait toutes les espèces a été moins performant à cause d'une concurrence trop importante entre plantes. Il faut donc veiller, dans tous les cas, à conserver une densité qui permet une couverture maximale tout en autorisant un développement harmonieux des individus.

## Fertilisation des couverts ?

Fertiliser des couverts, alors que ceux-ci sont positionnés pour récupérer des éléments minéraux et limiter le lessivage, semble une pratique inappropriée voire interdite. Cependant, de nombreux TCSistes constatent que dans les secteurs où plus d'azote est disponible à la sortie de la culture (redoublement de fertilisation azotée en bout de champ), les couverts lèvent, poussent plus vite et développent beaucoup mieux leur capacité à mobiliser l'azote libre dans le sol et surtout celui qui se trouve déjà en profondeur. Soutenir le démarrage des couverts c'est également assurer une meilleure protection et structuration du sol, plus concurrencer les adventices et au final produire plus de biomasse et d'énergie pour la vie du sol.

## DÉCHAUMAGE

## PRÉPARATION DU SOL

# PLACE AUX PROFESSIONNISTES



### CENTAUR

#### LE 3 EN 1 aux socs interchangeables

- Déchaumage de 5 cm à 15 cm
- Préparation de sol de 7 cm à 15 cm
- Pseudo-labour de 15 à 20 cm

Il rappuie avec le rouleau MATRIX.

3 M À 7,5 M SEMI-PORTÉ - 125 CH À 300 CH



### CATROS

#### LE TGV DES CHAMPS

Compact et maniable. Déchaumage superficiel, préparation des semis et reprise de labour.

Il travaille de 2 cm à 12 cm.

3 M À 6 M PORTÉ - 90 CH À 160 CH



À ce titre, des premiers essais réalisés en Bretagne par Base montrent que la fertilisation peut être intéressante dans des sols en début de reconversion vers l'agriculture de conservation et permettre de tout simplement doubler la biomasse produite sans prendre de risque en matière de lessivage de nitrate.

Dans un sol dont le recul TCS et SD est suffisant (horizon de surface enrichi en matière organique et donc en azote potentiellement disponible au travers d'une minéralisation estivale rapide), les fournitures du sol sont largement suffisantes pour subvenir et supporter un développement imposant du couvert.

À ce titre, le couvert est en quelque sorte un excellent indicateur du fonctionnement du sol et de son autonomie de fertilité.

Cependant, cet aspect de fertilisation des couverts devrait ouvrir une voie intéressante dans la gestion de l'azote sur la rotation en TCS et semis direct. Puisque les cultures souffrent régulièrement d'un manque au démarrage avec le retard de minéralisation (généralement induite par le travail du sol dans les systèmes conventionnels), ne convient-il pas d'anticiper une partie de la fertilisation à l'automne afin d'assurer un retour plus précoce au printemps mais également une fourniture beaucoup plus étalée pendant le développement de la culture. Cette orientation semble encore plus judicieuse avec les effluents d'élevage qui, positionnés à la surface du sol, demandent toujours un certain temps de maturation avant de relarguer des éléments. Cette pratique est d'autant plus intéressante qu'elle peut - ou doit - être réalisée sur un couvert déjà développé et à une période (début de l'automne) qui limite les pertes par volatilisation. En prime, avec un trafic sur des sols géné-



Trois semaines après la fertilisation, la réponse de l'ensemble des couverts est forte : la biomasse a doublé sur la partie droite, démontrant que contrairement à ce qui est généralement perçu, c'est plus le manque d'éléments disponibles que le manque d'eau qui pénalise les couverts dans leur développement pendant la période estivale. Par ailleurs, cette agressivité a permis d'établir une plus forte concurrence vis-à-vis des adventices déjà très présentes au début de l'été comme le pâturin et la matricaire. Celles-ci ont d'ailleurs quasiment disparu dans la zone fertilisée alors qu'elles étaient encore bien présentes début février après un simple roulage dans les zones non azotées. Comme quoi, la production rapide d'une imposante biomasse peut avoir un impact important dans la gestion du salissement. Une fertilisation des couverts judicieusement positionnée peut aussi être vecteur d'économie de mécanisation et/ou de désherbant sans risque pour l'environnement.

ralement sains voire secs en profondeur, les risques de compaction sont réduits (le contraire des épandages de printemps). Enfin, cette approche permettrait d'encore mieux répar-

tir les épandages entre les périodes de l'année réduisant d'autant les espaces de stockage et d'éviter de salir les routes, ce qui n'est pas toujours très apprécié des riverains.

## MULCHING, TCS...

NELS



### PEGASUS

**DÉCHAUMEUR**  
mais aussi remarquable  
préparateur de sol et de  
lit de semis.

Il travaille de 7 cm à 20 cm.  
3 M À 6 M PORTÉ - 85 CH À 125 CH

DISQUES MONTÉS SUR  
AMORTISSEURS  
CAOUTCHOUC  
— EN SÉRIE SUR TOUTE LA GAMME —

**NOUVEAU**

## SOLSystems AMAZONE

**PRÉPAREZ-VOUS À  
RÉDUIRE FORTEMENT  
VOS COÛTS...**

**CENTAUR - CATROS - PEGASUS**  
► Les 1<sup>ERS</sup> outils à maîtriser  
le terrage et le rappuyage.



BUTÉE DE RÉGLAGE  
DE LA PROFONDEUR  
AU CENTIMÈTRE PRÈS.

**AMAZONE**  
LA MARQUE DU PROGRÈS





## Essais couverts végétaux à Piélan-le-Grand (35)

Parcelle	Espèce	kg/ha	Pesée le 26 septembre			Pesée le 9 novembre				
			Essai poids t vert/ha	Essai + N poids t vert/ha	Coef (variation biomasse)	Essai poids t vert/ha	Reliquat N de 0-60 cm	Essai + N poids t vert/ha	Reliquat N de 0-60 cm	Coef (variation biomasse)
1	Tournesol	10 kg								
	Lupin	36 kg	12,17	27,16	2,23	34,67		41,56		1,2
	Phacélie	3 kg								
	Radis	2,2 kg								
2	Tournesol	10 kg								
	Vesce	10 kg	17,06	23,43	1,37	35,85	9,9	45,56	14,1	1,27
	Sarrasin	4,5 kg								
	Phacélie	3 kg								
3	Lupin	30 kg								
	Sorgho	6 kg	17,72	27,83	1,57	40,13		51,87		1,29
	Radis	2,2 kg								
4	Chlorofiltre n° 4	28 kg	6,4	9,16	1,43	13,68		34,55		2,52
	Seigle hybride et phacélie									
5	Chlorofiltre n° 9	27 kg	4,3	6,55	1,52	21,62		33,52		1,55
6	Chlorofiltre n° 12	22 kg	5,75	14,05	2,44	8,64		23,63		2,74
	Seigle hybride et navette									
7	Chlorofiltre n° 14	25 kg	3,52	7,12	2,02	15,79		23,31		1,48
8	Seigle hybride et trèfle alexandrie									
	Avoine	80 kg	3,7	6,95	1,88	3,74	10	8,13	11,8	2,17
9	Trèfle incarnat	10 kg	3,77	8,05	2,14	33,32	39,2	37,39	23,6	1,12
10	Moutarde	10 kg	8,72	16,81	1,93	16,69	9	29,02	9,9	1,74
11	Phacélie	10 kg	9,94	21,71	2,18	20,37	9,9	49,62	15,9	2,44
12	Phacélie	7 kg	11,2	20,84	1,86	26,18		32,62		1,25
	Moutarde	3 kg								
<b>Moyenne des douze parcelles</b>			<b>11,2</b>	<b>20,84</b>	<b>1,82</b>	<b>22,56</b>	<b>15,6</b>	<b>34,23</b>	<b>15,06</b>	<b>1,52</b>

Notes : → implantation des couverts en direct sur chaume avec semoir Unidrill le 6 août. → épandage de 40 m<sup>3</sup> de lisier de veaux le 9 septembre (1,5 u de N/m<sup>2</sup> dont 50 % disponibles immédiatement soit une fertilisation de 30 u de N/ha). → sol : limon battant avec un taux de matière organique de seulement 2,5 à 2,6 % malgré un élevage laitier

Sur cette plate-forme établie en 2004, afin de comparer différentes espèces et mélanges, une bande a été fertilisée un mois après l'implantation avec du lisier de veaux afin d'évaluer l'impact d'une fertilisation organique sur le développement des couverts qui semblaient être pénalisés sur ces sols un peu fermés.

La réponse a été immédiate et franche : la végétation a pratiquement doublé en moyenne en l'espace de seulement trois semaines (première mesure de biomasse le 29 septembre). Seuls les mélanges dans lesquelles étaient présentes des légumineuses comme la vesce ou le lupin ont réagi plus modérément.

Un mois et demi plus tard, le 9 novembre, la différence s'était estompée tout en restant encore très marquée (+ 50 % en moyenne) surtout chez les gros consommateurs d'azote comme la phacélie, l'avoine, le seigle, la navette et la moutarde.

Concernant les reliquats, ils étaient faibles et équivalents (15 u de N/ha) au début de novembre que ce soit avec ou sans fertilisation : ceci démontre le faible risque de cette pratique, à partir du moment où les couverts sont installés tôt et avec des plantes ou mélanges capables de valoriser de grandes quantités d'azote.

D'autres mesures complémentaires seront réalisées sur le maïs afin de valider l'idée qu'il serait possible d'anticiper une partie de la fertilisation organique des cultures de printemps sur les couverts à l'automne. Il s'agit cependant de premiers résultats qu'il conviendra de confronter avec d'autres essais pour mieux approcher et caler cette approche dans le temps pour les TCSistes.



La phacélie et la moutarde sont des plantes qui se complètent parfaitement : ceci permet, sans avoir recours à des couverts spéciaux et tout en réduisant le coût de la semence, d'accéder à un mélange simple mais qui apporte déjà d'excellents résultats.



**Vesce velue** : les vesces font partie des plantes agressives capables de produire beaucoup de biomasse en fin d'été et d'automne tout en produisant d'importantes quantités d'azote. Leur développement volubile en fait d'excellents candidats dans les mélanges de couverts : elles y trouvent toujours leur place en grimpant et bouchant les vides laissés par les autres espèces. Elles germent facilement même en conditions sèches mais les graines demandent d'être correctement positionnées dans le sol. Elles apprécient la chaleur et doivent donc être semées tôt. La vesce commune, qui est la plus utilisée, donne de meilleurs résultats en sols correctement structurés et bien pourvus en éléments. En revanche, la vesce velue, sa cousine, est beaucoup moins exigeante tout en produisant plus de biomasse. Au Brésil comme aux USA, elle est présentée comme l'une des seules plantes pouvant se développer et même redonner de la fertilité à des sols « squelettiques ». Cette espèce maintenant disponible en France mérite d'être testée.

# Détruire les couverts : choisir la méthode adaptée

Implanter des couverts et faire de la biomasse est une chose mais en sortir peut être plus délicat. Si le glyphosate reste le moyen le plus souvent utilisé pour son coût, sa facilité d'utilisation et son spectre d'efficacité sur les couverts comme sur les repousses et les adventices présents, de nombreux agriculteurs réfléchissent à d'autres moyens de destruction.

Aujourd'hui, il n'est plus évident qu'il soit intéressant de conserver un couvert vivant tout au long de l'hiver et jusqu'au printemps suivant. Dans beaucoup de cas, ce scénario a d'ailleurs souvent apporté plus de difficultés que d'avantages : sol trop humide en surface ou trop dur au semis, attaques de limaces, faim d'azote sur la culture... A ce niveau, il convient peut-être d'observer la nature et notre forêt où la végétation tend à faire une pause pendant la période hivernale avant de repartir au printemps.

Il semble donc plus opportun de produire le maximum de biomasse à la fin de l'été et à l'automne



À gauche : phacélie détruite par roulage sur sol gelé. Au centre : une bande de couvert de moutarde a été légèrement roulée. Ensuite, la moutarde non touchée est encore verte. Plus à droite, le reste du champ de moutarde est détruit par roulage. La technique est très efficace notamment sur phacélie alors que le travail a été réalisé par un simple rouleau packer.



**Broyeurs axes verticaux SCHULTE**  
4,50 m - 6 m  
7,90 m

**GARANTIE 3 ANS**



**Débroussailleuses MC CONNELL**  
de 2,70 m à 8 m

**GARANTIE 3 ANS**



**Déchaumeurs à disques EVERS**  
2 ou 4 rangées  
de 1 m à 6 m

**SÉCURITÉ NON STOP**

**GARANTIE 2 ANS**



**Rouleau et tasse avant GUTTLER**  
1 m à 12 m



**PAYEN**  
I M P O R T

☎ 01 60 58 53 36  
Fax 01 64 01 05 31

**SUMO TRIO. PRÉPARER EN UN SEUL PASSAGE.**

Demandez le CD-Rom de démonstration.

- ✓ 50 % des utilisateurs du Trio ne font qu'un seul passage.
- ✓ Réduit efficacement les coûts de production.
- ✓ Réduit le capital total investi.
- ✓ Élimine les pointes de travaux.
- ✓ Économise le carburant.
- ✓ Optimise le potentiel de production du sol.
- ✓ Limite l'érosion et enrichit la surface en matière organique.
- ✓ S'adapte à toutes les cultures.

**TROIS OUTILS EN UN.**  
Le TRIO : l'ameublisseur total, décompacte et crée un lit de semence favorable en un seul passage.

**SOCS À FIXATION RAPIDE. LES SOCS BOURGAULT.**

Demandez le CD-Rom de démonstration.

- ✓ Adapter en quelques minutes les socs aux conditions de sol et de météo.
- ✓ Fixation du soc avec un marteau.
- ✓ Découpage du sol tout en économisant puissance et carburant.
- ✓ Un travail en douceur.
- ✓ Grand choix de socs.
- ✓ Fixation avec sécurité.

Tous les socs travaillent à la même profondeur, ce qui est essentiel pour un déchaumage.

**LES PEIGNES DE FINITION. LES PEIGNES BOURGAULT.**

Demandez le CD-Rom de démonstration.

- ✓ Un système adaptable à votre outil.
- ✓ Les peignes BOURGAULT se montent facilement, et ne nécessitent pas d'entretien.
- ✓ Ils sont conçus pour parfaire le travail de déchaumage : ils affinent et nivellent la terre, répartissent la paille sans bourrage.
- ✓ L'angle d'attaque et la pression se réglent simplement.

Les peignes BOURGAULT se montent facilement et ne nécessitent pas d'entretien.

Consultez-nous pour toute information. [www.agrilead.com](http://www.agrilead.com) & [www.alfabloc.net](http://www.alfabloc.net)

**AGRILEAD** Édrolles 02210 Billy sur Ourcq  
Tél. : 03 23 711 895 Fax : 03 23 711 998



► puis d'arrêter le couvert dans l'hiver. Le gel devient ici un formidable atout et la sensibilité des plantes aux températures froides est un critère de sélection qui prend de l'importance. Il faut également remarquer que les plantes sont d'autant plus sensibles au gel qu'elles sont implantées tôt et bien développées : la cohérence est donc conservée avec des économies et encore moins de travail en supplément.

Si le gel n'est pas assez efficace, il est toujours possible d'envisager en rattrapage un autre mode de destruction. Cependant il ne faudra pas trop tarder afin que le sol puisse s'ouvrir, se réchauffer mais également refaire quelques réserves. Notons également que si une reprise mécanique de surface est envisagée, elle sera d'autant plus facile à réaliser et de qualité que le couvert est complètement desséché.

## Le roulage se développe

Ce mode de destruction douce des couverts végétaux, mis au point par les suds américains est en train d'être repris sous nos climats avec des résultats encourageants. Si dans leurs conditions, c'est la chaleur qui permet, après lacération et mise au sol de la végétation (véritable conditionnement de surface), le dessèchement rapide et la mort des plantes, dans nos conditions, le roulage donne de meilleurs résultats sur sol gelé. En fait, l'écrasement des cellules sensibilise le végétal au froid qui meurt rapidement.

La sensibilité des plantes dépend avant tout de leur développement. Plus la végétation sera importante, plus elles seront faciles à détruire de cette manière. La phacélie donne à ce titre de très bons résultats et disparaît très vite. Il en va de même pour la moutarde ou le radis fourrager alors que les plantes bisannuelles comme la navette ou le colza ne sont que défoliées au passage du rouleau. De leur côté, les légumineuses annuelles et grimpantes comme les vesces ou les pois sont facilement détruites.

Enfin, l'impact du roulage est faible sur les graminées et fonction du niveau de leur développement. Il est en revanche plus efficace, plus tard dans la saison, alors qu'elles atteignent le stade épisaison. Ce mode de destruction est aussi pratiqué aux États-Unis par des agriculteurs bio et en test en France. Il retarde bien entendu les implantations de soja ou de maïs en contrepartie, il permet de bénéficier d'un mulch épais qui limitera l'évaporation tout comme le développement des adventices avant que la culture ne couvre d'elle-même la parcelle.

Le roulage rassemble en fait de nombreux avantages. En même temps que la destruction, il permet de mettre à plat toute la végétation, ce qui facilite les interventions ultérieures comme l'épandage d'effluents d'élevage. Vu que les plantes sont alignées avec les racines encore ancrées au sol, le SD est facilité à condition d'intervenir dans le même sens. Par ailleurs, le sol n'est pas touché, au risque de relancer une levée de mauvaises herbes et le mulch joue le rôle d'écran tout en limitant l'évaporation. Par ailleurs, ce mode de destruction évite de déshiverner le pulvérisateur et d'être dépendant du glyphosate qui peut le cas échéant, être positionné plus tardivement, en guise de secours, ou éventuellement être repoussé au moment du semis si cela est nécessaire.



Soja implanté en direct sur couvert de seigle roulé avec un prototype de rouleau positionné devant le tracteur. Ici, la destruction du couvert et l'implantation ont été réalisées en un seul passage. Cette expérience peut être visionnée sur le site de the Newfarm : le diaporama The long road to no-till donne un aperçu de la construction de l'outil et présente plusieurs essais de destruction et de semis simultanés.  
[www.newfarm.org/depts/NFfield\\_trials/1103/notillroller.shtml](http://www.newfarm.org/depts/NFfield_trials/1103/notillroller.shtml)



Prototype de rouleau à couvert sur la base d'un vieux cover-crop John Deere, développé par H. de Moroges (63), importateur Bertini. Cet appareil, avec le semis direct, va retrouver une nouvelle vie en tant que « Roller-crop ».



Des rouleaux à cannes de tournesol existent déjà dans le Sud-Ouest. Attelés à l'avant du tracteur, ils plaquent et coupent en petits morceaux les tiges, ce qui facilite les interventions suivantes. La destruction des couverts et la lacération de la végétation devant le semis pourraient être une fonction complémentaire à développer.



Le moha (photo) et le millet sont des graminées estivales relativement similaires. Les disponibilités en semences pour la seconde sont certainement supérieures et d'un coût plus abordable pour des doses de semis comprises entre 25 et 30 kg/ha. Comme toutes les graminées d'été, elles sont cependant sensibles au photopériodisme : l'allongement des nuits après la mi-juillet initie rapidement la floraison et réduit d'autant le cycle et la production de biomasse. Ces plantes sont cependant adaptées aux semis très précoces comme derrière pois ou colza. Elles peuvent fournir, même en conditions relativement sèches, une biomasse moyenne qui sera naturellement détruite dès l'arrivée des premiers froids. Ces graminées en pur ou en mélange sont également appréciées du bétail et peuvent servir de couverture pour l'installation d'un ray-grass qui prendra le relais à l'automne.

Cette technique a d'autant plus d'intérêt qu'une majorité des expériences ont été réalisées avec des rouleaux classiques (pour la préparation de sol) qui ne ressemblent en rien aux outils développés pour cette fonction. Un rouleau à couvert - rolo-faca comme le nomment les Brésiliens - est en fait un gros rouleau de 80 à 90 cm de diamètre sur lequel sont placées des lames tous les 15 à 25 cm afin de bien comprimer

et éclater les tiges. Sur certains modèles, il est possible de remplir les billes avec de l'eau pour alourdir l'engin alors que d'autres constructeurs ont choisi de mettre des masses. De nombreux prototypes sont cependant en cours de fabrication en France et il est fort probable qu'avec des outils plus spécifiques, mais également le choix de couverts ou mélanges plus adaptés, cette technique se développe.

# De la Cipan au fournisseur d'azote

**L'** exigence de réduire les nitrates dans l'eau et la peur de toute forme d'azote a exclu de fait les légumineuses en tant que couvert végétal. Or, ce type de plantes, peu présentes dans les rotations, possède de nombreux atouts. Avant de produire des nitrates, elles captent d'abord et presque aussi efficacement que d'autres plantes l'azote résiduel dans le profil. De plus, leur enracinement profond et leur agressivité sur l'eau permettent de mieux fermer le système sol/plante/climat en limitant le lessivage et en remontant les éléments des horizons profonds : lorsque le sol le permet,

une luzerne explore plus de 2,5 m de profondeur !

En complément, les légumineuses ont la capacité de fournir un supplément d'azote non négligeable au système sol afin de compenser en partie l'azote qui est réorganisée au travers de la biomasse et la croissance du taux de matières organiques : une tonne d'humus contient entre 60 et 70 kg de N (voir le dossier azote de TCS n° 28). De plus, la maîtrise de systèmes pouvant déboucher sur une plus grande autonomie vis-à-vis de l'azote est dans un contexte de hausse de l'énergie, un moyen de réaliser d'intéressantes économies tout en améliorant l'efficacité énergétique des

exploitations et leur empreinte écologique. Par ailleurs, les légumineuses, à l'instar de la luzerne, possèdent un puissant système racinaire qui est capable de puiser l'eau en profondeur l'été, entraînant le retrait des argiles favorable à la fissuration verticale du sol. Enfin, les légumineuses relarguent dans le sol d'importantes quantités de sucre et donc d'énergie pour alimenter la synthèse de l'azote : elles sont ainsi des stimulants de l'activité biologique. Cela se traduit en général par un effet positif sur les cultures suivantes.

## Le couvert permanent : une idée qui fait son chemin

B. Brugnens (82) avec le soutien de F. Badens de Maisagri Tarn et Quercy a mis au point, depuis l'achat du Semeato, une approche originale mais très intéressante de couverture permanente. Le cycle commence par un tournesol dans lequel il implante une luzerne. Les deux semis sont réalisés en direct et à la suite mais en croisant les passages pour une meilleure répartition des plantes. Le semis sous couvert de tournesol n'est pas vraiment une nouveauté : il était déjà largement pratiqué pour les implantations de luzerne porte-graines. Peu contrariée par le désherbage du tournesol, elle s'installe sans exercer de concurrence et couvre



*Le lin est un oléagineux cultivé plutôt dans le nord du pays. Il peut être un couvert intéressant. Ses petites graines autorisent des doses de semis réduites et par conséquent un coût modéré pour une bonne qualité et rapidité de levée en conditions sèches. C'est une plante qui se développe rapidement et contrôle correctement le salissement. Elle trouve également sa place dans les mélanges même très denses et n'hésite pas à monter pour atteindre la lumière. Enfin, c'est l'une des cultures les moins appréciées des limaces : sans vraiment miser sur des fonctions répulsives, et encore que, c'est au moins le moyen de les contrarier.*

## Semoir Novaflex

**il dit FACILE** **MÊME EN TERRES DIFFICILES**

Trémie 1000L / 1500L  
Distribution pneumatique  
3m, 4m, 6m (modèles)  
Avec Rouleau Packer  
ou pneumatique Rollpoint

Je souhaite plus d'informations sur Novaflex

Nom \_\_\_\_\_

Prénom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Tel. \_\_\_\_\_

Agriculteur  EA  Cema

N/A  Étudiant

**Ferrein**  
11 800 Rue Pierre de Sempy  
Tel: 02 26 46 31 30  
Fax: 02 26 46 31 34  
www.ferrein.fr

**INNOVATIONS & SOLUTIONS**  
SIMA 5 a - Allée B - stand 38

# PRP

PROCEDES ROLAND PIGEON

## Naturellement productif



*Utilisé dans certains vignobles du Sud, le trèfle souterrain est une légumineuse peu connue qui mérite d'être étudiée et testée en céréaliculture. Originnaire du bassin méditerranéen, il s'agit d'un trèfle annuel qui normalement meurt et disparaît au début de l'été après avoir positionné ses graines dans le sol. Celles-ci vont germer à l'automne avec le retour de l'humidité. Le trèfle va ensuite s'installer lentement pour former une véritable moquette rase au printemps suivant. Agressive mais peu montante, cette plante pourrait devenir un candidat intéressant pour le développement d'approches de couvertures permanentes ou d'association avec une forme de relais entre les plantes.*

► la parcelle à la récolte en septembre : le tournesol, en se desséchant, laisse rapidement passer la lumière. Un à deux mois plus tard, le blé est semé en direct dans un véritable couvert de luzerne « calmée » avec 2 l/ha de glyphosate. Au printemps suivant et en fonction du salissement de la parcelle, la luzerne sera, soit limitée dans son développement par un ou deux passages d'Allié (5 g/ha) ou 200 g/ha d'Archipel, si présence de graminées. Le but est d'éviter qu'elle ne s'épanouisse dans le blé mais qu'elle reste vivante. A la récolte, l'ouverture lui permet de reprendre place et de couvrir de nouveau et rapidement toute la parcelle. Son agressivité en période chaude et sèche ne laisse pas de place aux repousses et autres adventices annuelles. Le développement est tel que B. Brugnens

## Fertilisation d'un maïs par des couverts en agriculture biologique

Confrontés au souci d'approvisionnement en azote, les agriculteurs bio intègrent depuis longtemps les couverts végétaux comme des recycleurs mais également des producteurs. Cette expérimentation conduite pendant trois années a permis de comparer différentes légumineuses avec plusieurs modes et dates de semis.

L'implantation sous couvert de blé au printemps est une pratique bien maîtrisée en bio en privilégiant des plantes à croissance lente afin d'éviter une concurrence avec la céréale. Elle a permis, grâce à un cycle plus long, d'installer des systèmes racinaires deux à quatre fois plus denses que pour des semis de fin d'été. Il semblerait, par ailleurs, que la luzerne et le mélilot germent plus facilement en conditions sèches que les trèfles violets et hybrides (positionnement avec herse étrille).

Le semis avant moisson avec couverture par les pailles, testé la première année a été abandonné car trop aléatoire et salissant dans ce contexte climatique plutôt sec. Il en va de même pour le semis après moisson.

En revanche, le semis de fin d'été après déchaumage et retour de conditions plus favorables, avec des espèces à croissance rapide comme la vesce, la féverole ou le pois, a donné de bons résultats tout en apportant plus de sécurité. Les destructions mécaniques ont été réalisées au printemps (février-mars) suivies d'un labour avant le semis du maïs.

Période d'implantation, espèce et dose de semis	Nombre de mesures sur la période de trois ans	Azote mesuré dans l'engrais vert avant sa destruction en kg/ha	Rendement du maïs	Gain de rendement par rapport aux témoins phacélie
<b>Semis sous couvert (printemps)</b>				
Luzerne (25 kg/ha)	2	120,5	126,75	54,3
Mélilot (20 kg/ha)	3	173,0	128,3	50,0
Trèfle violet (25 kg/ha)	2	120,5	104,8	32,4
Trèfle Hybride (15 kg/ha)	2	100,5	106,3	33,9
<b>Semis avant moisson</b>				
Phacélie (15 kg/ha)	1	55	78	
Trèfle incarnat (30 kg/ha)	1	171	76	- 2,7
Trèfle de Perse (15 kg/ha)	1	121	83,4	4,2
<b>Semis après moisson</b>				
Vesce commune (150 kg/ha)	2	213	110,1	27,2
<b>Semis de fin d'été</b>				
Vesce commune (150 kg/ha)	3	151	123,0	47,4
Vesce commune (100 kg/ha)	1	165	129,6	63,9
Pois (150 kg/ha)	2	128 (1 seule mesure)	110	40,0
Féverole (200 kg/ha)	2	209,5	104,9	32,5
Trèfle de Perse (15 kg/ha)	2	91,5	125,8	49,7
Trèfle hybride (15 kg/ha)	1	53	114,6	28,1
Trèfle d'Alexandrie (25 kg/ha)	2	86,5	123,0	46,9
Trèfle incarnat (30 kg/ha)	3	114,5	89,9	12,6
Phacélie (15 kg/ha)	2	95 (1 seule mesure)	71,8	-
<b>Témoin sol nu</b>	<b>2</b>		<b>76,1</b>	<b>-</b>
10 t/ha de compost de fumier de volaille (pratique agriculteur)	3		124,1	48,6

C'est en fait la luzerne et le mélilot sous couvert de céréales qui donnent les meilleurs résultats avec des gains de productivité de plus de 50 q/ha en comparaison des témoins phacélie. Ces plantes rivalisent avec la technique employée par l'agriculteur (10 t/ha de compost de fumier de volaille) et concrètement apportent autant d'azote au maïs, soit environ 100 kg de N/ha. Si l'on considère que la minéralisation d'un couvert, avec ce mode de travail du sol, relargue entre 10 et 40 % de l'azote la première année, on peut admettre que cette technique permet d'enrichir le profil de 200 à 300 kg de N/ha en seulement dix mois.

En fin d'été ; la vesce ressort aussi comme une plante intéressante. Lorsque les conditions de l'année sont favorables, elle peut se révéler un excellent producteur d'azote avec 227 kg de N/ha (azote mesuré dans l'engrais vert avant sa destruction) en 2002, et jusqu'à 317 kg de N/ha pour une implantation juste après moisson. La féverole donne également des résultats similaires avec 256 kg de N/ha en 2004. La production des trèfles est en revanche plus limitée et ne se situerait qu'entre 50 et 100 kg de N/ha sur la même période.

Cette expérimentation renforce l'intérêt économique des couverts végétaux et montre qu'il est possible de réinjecter dans les sols d'importantes quantités d'azote naturel et gratuit qui balance largement l'investissement dans des semences spécifiques. C'est également un moyen de compenser sans frais une partie de l'azote réorganisé par la matière organique en TCS et SD tout en limitant les risques de faim d'azote souvent rencontrée les premières années dans les cultures qui suivent un couvert végétal.

Si la réglementation interdit l'utilisation de légumineuses dans de nombreux secteurs, elle n'intervient pas sur les couverts d'été où il reste possible d'autoproduire librement de l'azote. Il est difficile d'envisager des implantations précoces sous couverts de céréales en agriculture de conservation, à cause de l'utilisation des herbicides et notamment des sulfonilurées mais aussi de la forte densité des céréales en fin de cycle. L'implantation à la moisson ou juste après moisson est plus facile à réussir de par le faible état de salissement à cette période et la rugosité et porosité de surface que développe le recul TCS.

s'est même permis de faire un foin l'année dernière. A l'automne suivant, le blé est à nouveau implanté en direct dans le couvert qui sera géré de la même manière. Ainsi, il est possible de produire deux à trois blés successifs avant que la luzerne ne s'essouffle.

Cette approche, seulement possible en semis direct, ouvre de nouvelles pistes extrêmement intéressantes au niveau :

- des coûts, le couvert étant implanté pour deux ou trois années,
- de l'économie d'azote : la fertilisation a été divisée par deux sans vraiment d'impact négatif,
- de la structuration profonde du sol : les racines de luzerne fissurent et assèchent le sol en profondeur;

→ de l'enrichissement du sol en carbone : plus forte production, avec une légumineuse et en continu,

→ de la collecte possible de produits annexes : récolter une coupe de foin en seconde culture. Cette expérience ouvre la voie à d'autres itinéraires incluant des plantes vivaces, notamment des légumineuses, en couverture permanente. Bien qu'un peu plus tendu à gérer, ce concept permet de s'affranchir d'emblée des soucis de faim d'azote que rencontrent trop souvent les TCSistes. C'est d'ailleurs sûrement un moyen de limiter beaucoup de risques lors du passage au semis direct sous couvert.



*Avec le développement de l'agriculture de conservation, les couverts végétaux ne sont plus que de simples Cïpan. Progressivement, ils retrouvent toute leur dimension agronomique comme structurateurs de sol, promoteurs de la fertilité ou encore fournisseurs d'azote. De plus, leur mise en œuvre ouvre de nouvelles pistes en matière de gestion du salissement, voire d'entrée vers les approches de lutte intégrée. Ainsi au travers des multiples options et idées qui peuvent être observées et testées, les plantes sont de plus en plus perçues comme des outils. Tout en étant plus complexes à gérer, leurs impacts sont plus diffus et difficiles à évaluer que des intrants classiques, mais c'est leur intégration qui permettra de construire demain des agroécosystèmes performants et économes.*

Frédéric THOMAS



*B. Brugnens : la luzerne implantée en direct est bien présente dans le tournesol mais attend que celui-ci perde ses feuilles pour vraiment occuper l'espace.*



*Luzerne maintenue vivante avec de petites doses d'Allié dans la culture de blé.*



*À gauche : blé sur couvert de luzerne en première année après tournesol. À droite : une bande de luzerne conservée en couvert. L'ensemble de la parcelle ressemblera à cette bande à la fin du mois d'août.*

## AGRI-STRUCTURES, VOTRE PARTENAIRE EN TCS



**SEMEFLEX** 6 mètres porté repliable en semis de printemps

Matériels de guidage, agriculture de précision et gestion de l'azote

Le **SEMEFLEX** sème en TCS, sur labour ou en direct que les conditions soit sèches ou humides, son rouleau arrière souple favorisant un bon contact terre graine.

Les dents de semis montées sur 4 rangées passent même avec une forte densité de végétation.

Le **SEMEFLEX** peut aussi être utilisé en déchaumage avec ou sans implantation d'engrais verts.

Le **SEMEFLEX** se décline en 4, 6 et 8 mètres.

Contact: **Yves Barbereau**

6 rue de Lorraine • 37390 ND dOé

Tél/fax : 02.47.55.27.00 • Port:06.07.46.52.79



**RAVITAILLEUR 1300** à 1700 L pour engrais ou semences (montage avec ou sans relevage)