

>> EDITION 2019



G

UIDE

MAGELLAN

SEMIS DIRECT

Du couvert annuel ... au couvert permanent





Conception : GIEE Magellan

Partenariat :

- Expérimentations : Chambre d'Agriculture de la Nièvre



Remerciement :

- RMT Systèmes de Culture Innovants pour l'appui à la méthodologie concernant nos tours de plaine et ateliers de co-conception



Edito



Il y a 4 ans, naissait une grande et belle aventure technique, humaine et très enrichissante : le GIEE MAGELLAN.

Au travers de nos expériences cumulées, nous avons pu observer et valider des hypothèses dans des contextes pédo-climatiques divers et variés.

Les années passant, nous avons souhaité réunir et mettre par écrit nos résultats afin que tout à chacun puisse en prendre connaissance et éventuellement le mettre en pratique sur son exploitation, à son rythme.

Cet ouvrage ne doit pas être vu comme un mode d'emploi mais plutôt comme un guide, dans lequel chacun peut puiser des informations pour réaliser ses expériences correspondant à son niveau et à ses objectifs.

Nous tenons à remercier nos partenaires pour leur soutien et leur appui :

- La Chambre d'Agriculture de la Nièvre pour la réalisation des expérimentations.

Jérôme SEGUINIER

Président du GIEE MAGELLAN



SOMMAIRE

1- PRESENTATION DU GIEE MAGELLAN	7
Partie 1 : Origine du groupe	8
Partie 2 : Objectifs du groupe	9
Partie 3 : Fonctionnement du groupe	10
Partie 4 : Communication	13
2- LE SEMIS DIRECT SOUS COUVERT	15
Chapitre 1 : Les pratiques en SDCV	16
Chapitre 2 : Les points clés avant de se lancer	20
Partie 1 : Les étapes avant de se lancer	20
Partie 2 : Mon sol est-il prêt pour le semis direct ?	21
Partie 3 : Connaitre la fertilité chimique de son sol	26
Partie 4 : Choisir les bons couverts	29
Partie 5 : Concevoir un nouveau système de culture	29
Chapitre 3 : Le semis direct sous couvert permanent	30
Partie 1 : Les objectifs du SDCV	30
Partie 2 : Interactions culture / couvert	32
Partie 3 : Les résultats attendus	34
3- LES COUVERTS VEGETAUX : DE L'ANNUEL AU PERMANENT	35
Chapitre 1 : Les couverts végétaux / les fondamentaux	36
Partie 1 : Les rôles des couverts végétaux	36
Partie 2 : Les couverts végétaux annuels	41
Partie 3 : Les points clés de l'implantation	54
Partie 4 : La destruction des couverts	62

Chapitre 2 : Les couverts permanents	68
Partie 1 : Pourquoi les couverts permanents	68
Partie 2 : Les différents couverts permanents	72
Partie 3 : L'implantation des couverts permanents	84
Partie 4 : Entretenir son couvert en interculture	87
Chapitre 3 : Le choix des couverts en fonction des cultures suivantes	90
Chapitre 4 : Les mélanges de couverts	92
Partie 1 : Les règles de base des mélanges de couverts	92
Partie 2 : Calculer les doses de chaque couvert	93
Partie 3 : Utilisation du tableur ACACIA	94
Partie 4 : Quelques exemples de couverts	96

4- IMPLANTATION EN SDCV : LES POINTS CLES **99**

Chapitre 1 : Des semoirs adaptés à chaque situation	100
Partie 1 : Choisir son semoir	100
Partie 2 : Les caractéristiques des semoirs	101
Chapitre 2 : Les points clés au moment du semis	106
Partie 1 : Nivelier son sol	106
Partie 2 : Semer sur un sol propre	106
Partie 3 : Soigner le semis	112
Partie 4 : Avoir une date de semis adaptée	115
Partie 5 : Gérer les pailles	115
Chapitre 3 : Associer les cultures pour sécuriser l'implantation	118
Partie 1 : Définition & objectifs	118
Partie 2 : Association avec le colza	119
Partie 3 : Association avec les céréales d'hiver	130
Partie 4 : D'autres associations testées	134

5- CONDUITE EN SDCV : LES POINTS CLES	135
Chapitre 1 : Fonctionnement du sol et nutrition des plantes	136
Partie 1 : Les mécanismes en jeu	136
Partie 2 : La localisation d'engrais au semis	139
Partie 3 : Les apports en végétation	141
Partie 4 : Les autres minéraux du sol	146
Chapitre 2 : Désherbage et régulation du couvert	148
Partie 1 : Raisonnement des interventions herbicides	148
Partie 2 : Le développement des couverts permanents	151
Partie 3 : Les facteurs de régulation des couverts	152
Partie 4 : Exemples de conduites selon les cultures	153
Chapitre 3 : Lutter contre les bio-agresseurs	170
Partie 1 : Des ravageurs à surveiller	170
Partie 2 : Les leviers à mobiliser	171
6- CONSTRUIRE UN SYSTÈME EN SDCV	175
Chapitre 1 : Les ateliers de co-conception	176
Chapitre 2 : Construire une nouvelle rotation	180
Partie 1 : Bien intégrer les couverts permanents	180
Partie 2 : Choisir les bonnes cultures	185
Partie 3 : Choisir les bonnes successions	186
Partie 4 : Bien démarrer en SDCV	189

01

Présentation du GIEE



AGRONOMIE SEMIS DIRECT
Nutrition des plantes
LEGUMINEUSES
Couverts Végétaux
Economie
VIE DU SOL
Systèmes de culture





Témoignage

Retrouver une présentation du GIEE et les témoignages des membres du groupe en cliquant sur le lien :



<https://www.youtube.com/watch?v=QAmxoPr8-cM>

GIEE MAGELLAN : Origine, fonctionnement & axes de travail



>> PARTIE 1 : ORIGINE DU GROUPE

Les sols Nivernais sont caractéristiques des zones intermédiaires : ils sont très hétérogènes et leur potentiel est limité.

Les CETA et GDA de la Nièvre travaillent régulièrement sur la thématique des couverts pour améliorer la qualité de leurs sols souvent déficitaires en matières organiques.

Pour des raisons économiques et agronomiques, certains agriculteurs se sont orientés vers les Techniques Culturelles Simplifiées. Au bout de 15 ans, face à des problèmes de gestion des adventices, de structure de sol et de minimisation des charges de mécanisation, l'idée d'un groupe sur le semis direct et semis sous couvert a émergé en 2014, suite à la demande d'un agriculteur du CETA Entre Loire et Allier pour que la Chambre d'Agriculture de la Nièvre organise un accompagnement sur ce changement de pratiques et acquière des références technico-économiques.



Inauguration du groupe en mai 2015 à Chevenon (58).

Le groupe s'est alors créé en février 2015 autour de 7 agriculteurs et s'est organisé en association loi de 1901. En mars 2017, 32 exploitations composent le groupe (céréaliers et polyculteurs éleveurs principalement).

Très vite, le groupe a souhaité être labellisé GIEE pour porter son projet axé sur l'amélioration de la fertilité du sol et la maîtrise des paramètres techniques, économiques et environnementaux des conduites en semis direct et direct sous couvert permanent ou annuel.

Le groupe a reçu sa labellisation en avril 2015. Une journée de lancement en juin 2015 a été organisée à Chevenon pour communiquer sur le programme et les objectifs du GIEE.

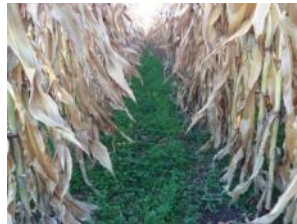
>> PARTIE 2 : OBJECTIFS DU GROUPE

Le programme d'action du GIEE se compose de 5 objectifs :

- Expérimenter les systèmes de semis direct et semis direct sous couvert pour mieux maîtriser la technique.

Le GIEE réalise des essais fertilisation azotée pour connaître l'effet à long terme de l'utilisation de couverts temporaires ou permanents de légumineuses sur la nutrition de la plante. Mais également des essais maîtrise du couvert permanent, où nous testons différents moyens de régulation du couvert permanent afin de ne pas pénaliser la culture en place.

Jusqu'à présent, les couverts testés sont le trèfle, la luzerne et le lotier.



- Echanger sur les pratiques pour avancer ensemble.

Afin de partager ses expériences, 5 tours de plaine sont organisés chaque année, ainsi que 2 à 3 ateliers de co-conception pour approfondir nos connaissances des systèmes de culture de chacun.

Une page FaceBook spécifique est disponible pour partager nos photos et nos itinéraires techniques. Un espace sur l'application VIBER permet d'échanger rapidement et de partager nos expériences.



La page FaceBook du groupe est consultable à l'adresse suivante : @GIEEMAGELLAN.

N'hésitez pas à nous suivre !

- Evaluer les systèmes de cultures.

Les références chiffrées sur les systèmes de culture en semis direct et semis direct sous couvert sont peu nombreuses. L'objectif du groupe MAGELLAN est d'aller au bout de la démarche en allant jusqu'au calcul économique, mais aussi jusqu'à l'évaluation environnementale et sociale de cette technique.

- Faciliter et accompagner les systèmes en semis direct et semis direct sous couvert.

Le groupe MAGELLAN a également pour objectif d'aider les agriculteurs souhaitant tester cette technique sur leurs parcelles en leur fournissant un appui pour le semis (prestation avec le semoir spécifique) et les accompagnant dans la conduite technique.

- Communiquer sur les résultats.

Par l'intermédiaire de documents écrits mais également par le biais d'ouvertures de ferme ou de visites d'essais ouvertes au plus grand nombre.



>> PARTIE 3 : FONCTIONNEMENT DU GROUPE

L'activité du groupe s'articule autour de 4 axes :

- Les ateliers de co-conception
- Les tours de plaine
- Les expérimentations

❶ - Les ateliers de co-conception

Les références pour la construction et le pilotage de systèmes de culture en semis direct sous couvert sont peu nombreuses. Le principe de ces rencontres est de profiter, en salle, des ressources qu'offrent le partage d'expérience au sein du groupe.

Les agriculteurs sont mis en position de conseillers. Nous utilisons la méthodologie mis en œuvre dans les ateliers COPERNIC.

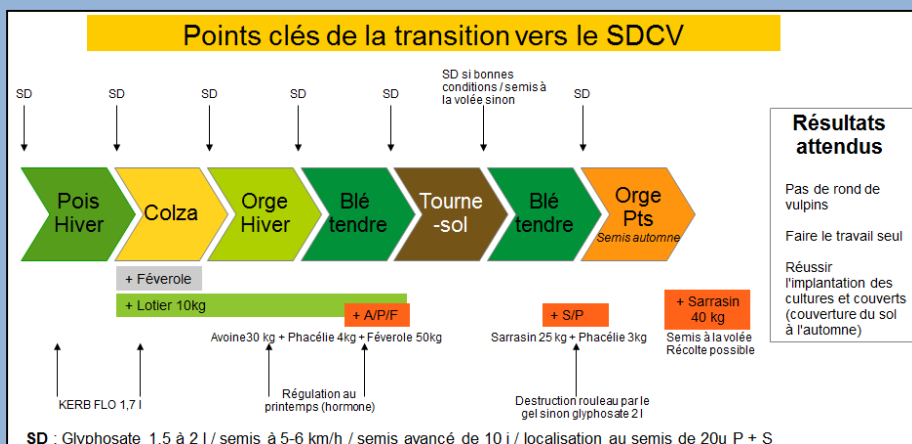


La finalité est de proposer à l'agriculteur recevant le groupe un nouveau système de culture correspondant à ses objectifs économiques, agronomiques, environnementaux et sociaux.

Dans un premier temps, les agriculteurs exposent les solutions qu'ils proposeraient s'ils étaient le conseiller de l'agriculteur.

Dans un deuxième temps, le groupe s'inspire des solutions proposées pour construire un nouveau système de culture. L'objectif est d'aider les agriculteurs à choisir les bons leviers agronomiques et surtout à bien les combiner.

Quel est l'intérêt de ces ateliers de co-conception dans le fonctionnement du groupe ?



Ci-dessus le résultat d'un atelier de co-conception pour aider un agriculteur engagé dans une démarche de transition vers le semis direct sous couvert à construire un système de culture.

A gauche : les solutions proposées par le groupe.

A droite : le nouveau système produit collectivement. Ce système de culture n'est pas une solution « clé en main » mais une façon d'appréhender la combinaison de leviers.

② - Les tours de plaine MAGELLAN

Nous avons vu dans la partie précédente que les ateliers de co-conception avaient pour objectif d'aider les agriculteurs à construire un nouveau système de culture en semis direct sous couvert.

Par contre, nous le savons, nos systèmes de culture ne sont pas figés. Ils évoluent en fonction de nos résultats techniques (maîtrise ou non des adventices) ou économiques (opportunité de culture selon les cours).

Pour poursuivre le travail de groupe et l'implication du groupe dans l'accompagnement vers le semis direct, nous réalisons des tours de plaine spécifiques où les agriculteurs sont au centre du système de culture. Il n'a pas vocation à être descendant mais bien transversal où chacun peut s'exprimer et partager son expérience. L'objectif est de se rendre chez un agriculteur du groupe est d'apporter l'expertise du groupe dans le pilotage du système de culture.

Ces tours de plaine se déroulent en plusieurs étapes :

ETAPES	DUREE
1- Présentation de l'exploitation - Contexte - Présentation du résultat attendu	15 minutes
2- Présentation des consignes - Echange dans le groupe	10 minutes
3- Exploration de la parcelle - Les agriculteurs arpentent la parcelle et collectent des indices - Diagnostic de la parcelle	30 minutes
4- Echange en groupe - Mise en commun des Observations / Diagnostic / Propositions d'amélioration (Post-it).	15 minutes
5- Bilan - Ce que l'agriculteur a retenu et souhaite mettre en place - Ce que le groupe a retenu	15 minutes

Ce déroulé a été réalisé dans le cadre du CASDAR CHANGER.

Qu'est ce que cela donne en pratique ?



Sur les photos ci-contre, nous voyons des agriculteurs du groupe en train d'observer le sol et de faire un diagnostic de la parcelle.

A la fin de la phase 3, le groupe se réunit et partage ses observations et la façon dont il les interprète. Fort de ces remarques, les agriculteurs proposent des pistes d'amélioration (phase 4).

A la fin de la séquence, nous faisons le bilan de ce que le groupe a retenu et ce que l'agriculteur recevant le groupe souhaite mettre en application (phase 5).

③ - Les expérimentations

En complément des ateliers ou des tours de plaine, le groupe a besoin de références techniques pour progresser dans la maîtrise du semis direct sous couvert.

Les thématiques travaillées sont issues des propositions du groupe.



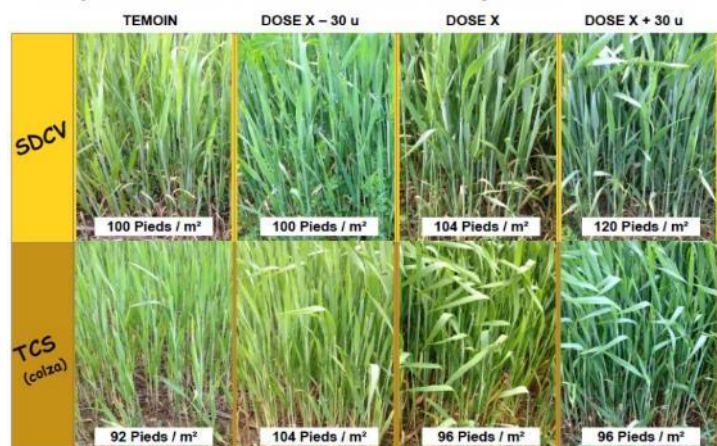
Nos expérimentations se répartissent en 2 catégories :

- Les essais analytiques où nous étudions 1 seul paramètre,
- Les essais « système » où l'ensemble de la conduite est étudié (rotation x pratiques culturales).

Exemples d'essais analytiques :

- essais « densité de semis »
- essais « engrais localisé »
- essais « adaptation de la fertilisation azotée en SDCV »
- essais « comparaison de couvert en SDCV »
- essais « screening herbicides en couverture permanente »

➤ Comparaison SDCV / TCS sur le site de Suilly-la-tour – 2015 / 2016



Nous ferons référence tout au long de ce document aux expérimentations que nous avons mené de 2013 à 2017.

Ces essais analytiques sont réalisés en micro-parcelles.

Essais « Systèmes » :

Les essais « Systèmes » sont conduits chez les membres du groupe. Ils sont suivis sur plusieurs années. L'objectif est de décrire les pratiques culturales et les règles de décision mais également de réaliser des études économiques et environnementales.

Les cultures sont suivies du semis à la récolte (dynamique de végétation, mauvaises herbes, maladies, ...).



Faire du lien entre les réunions



Pour progresser ensemble, nous avons mis en place plusieurs outils pour continuer à garder le contact entre les membres du groupe.

Le premier est une application mobile : VIBER. Par le biais de cet outil, nous échangeons nos photos et posons nos questions pour avoir l'avis du groupe. La réactivité est le point fort de cet outil.

Le deuxième outil est une newsletter qui a plusieurs objectifs :

- Faire passer de l'information technique,
- Partager plus en détail les expérimentations ou systèmes mis en œuvre dans le groupe.

>> PARTIE 4 : LA COMMUNICATION

En complément de la page FaceBook, le GIEE Magellan communique largement sur ses pratiques et résultats.

- Réunions « grand public ».

Le GIEE Magellan propose des journées de communication à destinations des agriculteurs, enseignants, étudiants, ...

Plusieurs thématiques ont été proposées : « choix & maîtrise du couvert permanent », « démonstration de semoirs de semis direct », « nutrition des plantes & protection des cultures », ...



Le GIEE Magellan fait une fois par an, une visite sur une de ses plateformes.

- Accueil de groupes sur les exploitations des membres du groupe.

Chaque membre du GIEE expérimente à l'échelle de son exploitation des systèmes de culture maximisant la vie du sol et les moyens naturels de régulation pour atteindre la triple performance. Ces fermes sont ouvertes pour échanger sur nos pratiques et visiter des parcelles.

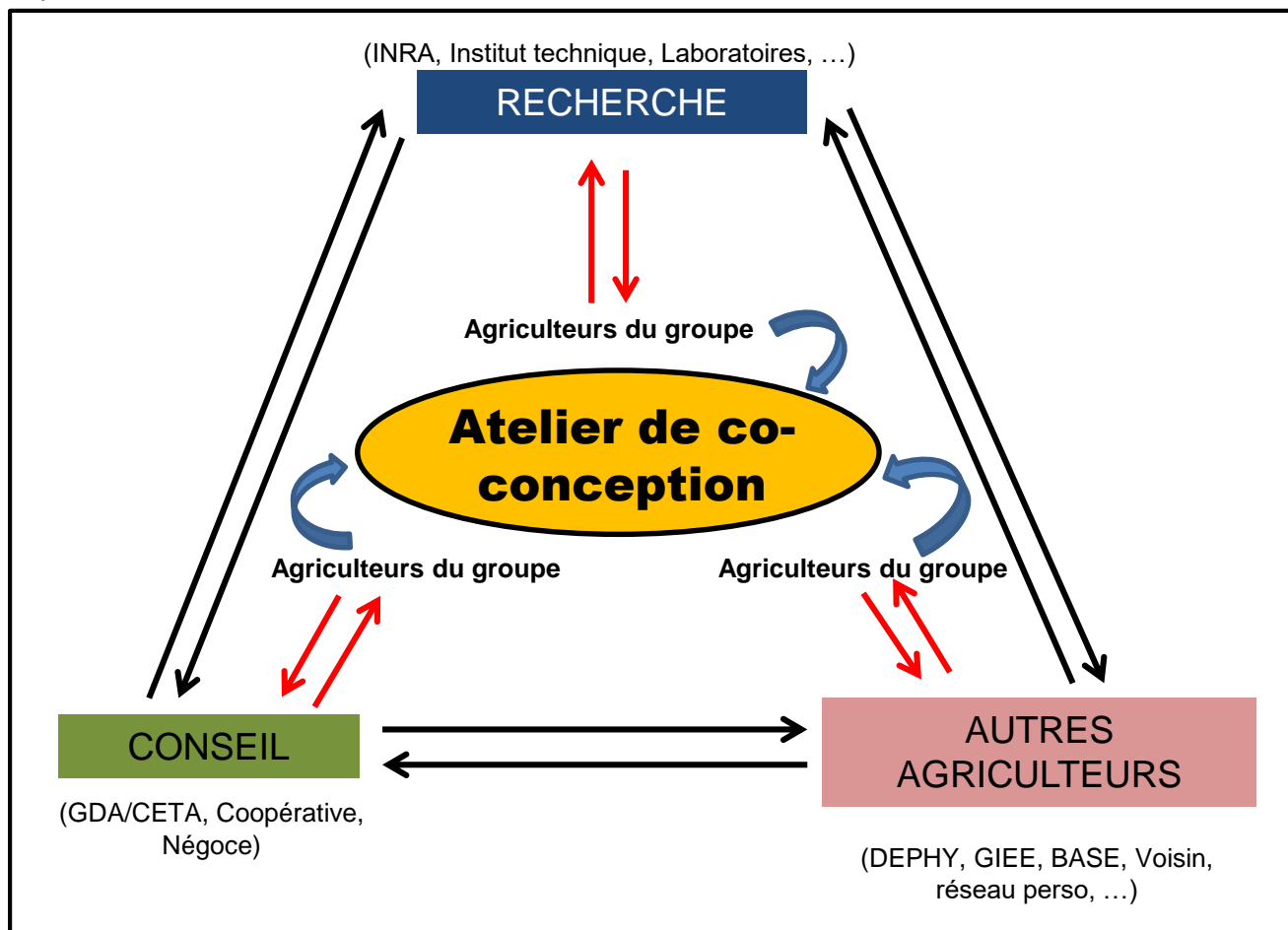
- Formation (couverts végétaux, transition vers le semis direct sous couvert).

PRINCIPE GENERAL DE NOTRE FONCTIONNEMENT

→ Remettre les agriculteurs au centre du processus de décision dans les exploitations

Loin du schéma classique de transfert d'information (information descendante), notre groupe mise sur la transversalité et le partage d'expériences pour progresser vers la maîtrise des systèmes en semis direct sous couvert.

La figure ci-dessous illustre notre fonctionnement où l'objectif est de remettre l'agriculteur au centre du processus de décision.



02

Le semis direct sous couvert



AGRONOMIE SEMIS DIRECT
Nutrition des plantes
LEGUMINEUSES
Couverts Végétaux
Economie
VIE DU SOL
Systèmes de culture



CHAPITRE 1

LES PRATIQUES EN SDCV



Rappel

Les 3 piliers de l'agriculture de conservation :

- Absence de travail du sol
- Couverture du sol
- Diversification des assolements



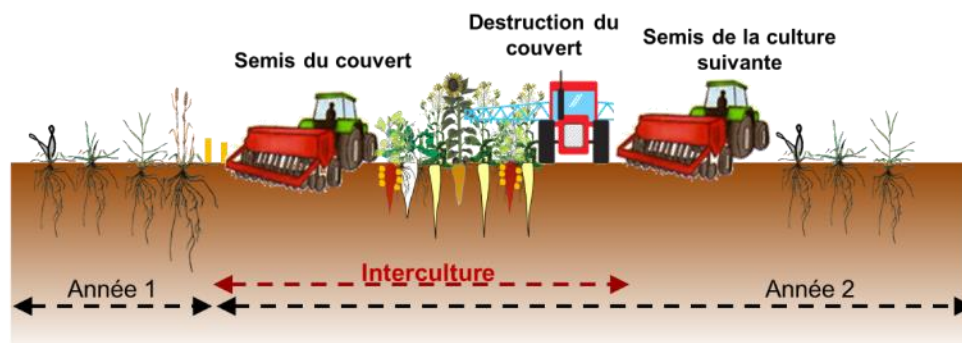
Il existe plusieurs pratiques de semis dans un couvert.

En effet, celles-ci diffèrent selon :

- L'état du couvert au moment du semis : il peut être vivant ou mort (détruit ou exporté).
- La durée de présence sur la parcelle : soit uniquement en interculture (mélange de couverts annuels), soit pluri-annuel (de 1 à 3 ans) pour des couverts à base de légumineuses pérennes.

1- QUELQUES EXEMPLES POSSIBLES

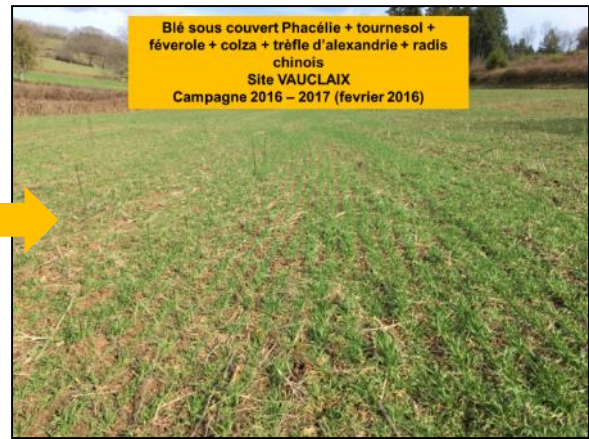
① - SEMIS DANS UN COUVERT D'INTERCULTURE



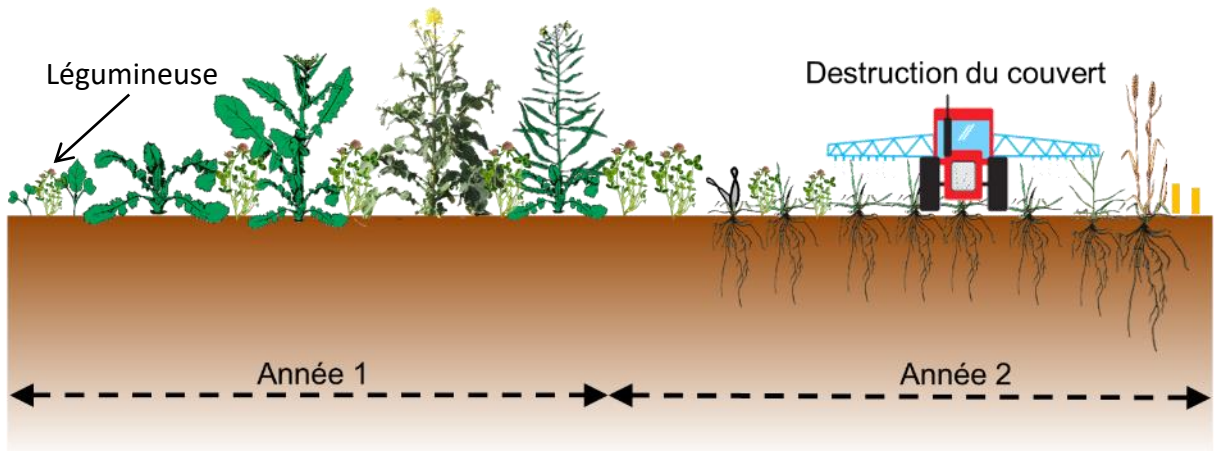
Le couvert est semé après la moisson de la culture précédente et se développe en interculture.

En règle générale, ces couverts sont composés de 5-6 espèces voire plus.

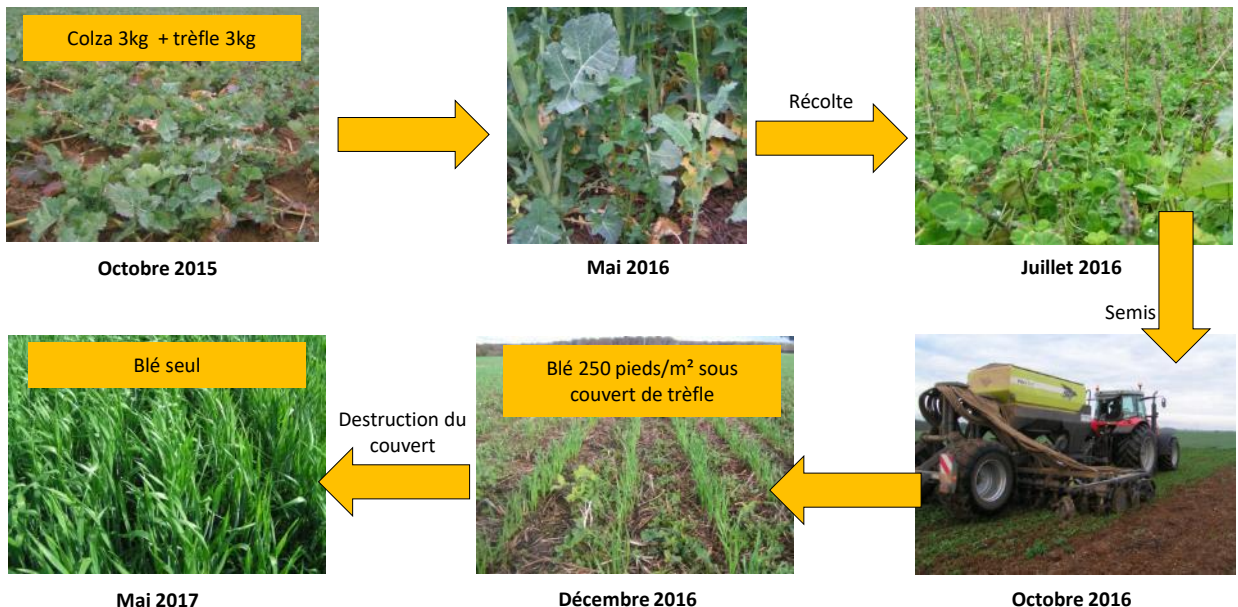
La destruction du couvert est réalisée soit avant, soit après le semis, de façon chimique ou mécanique.



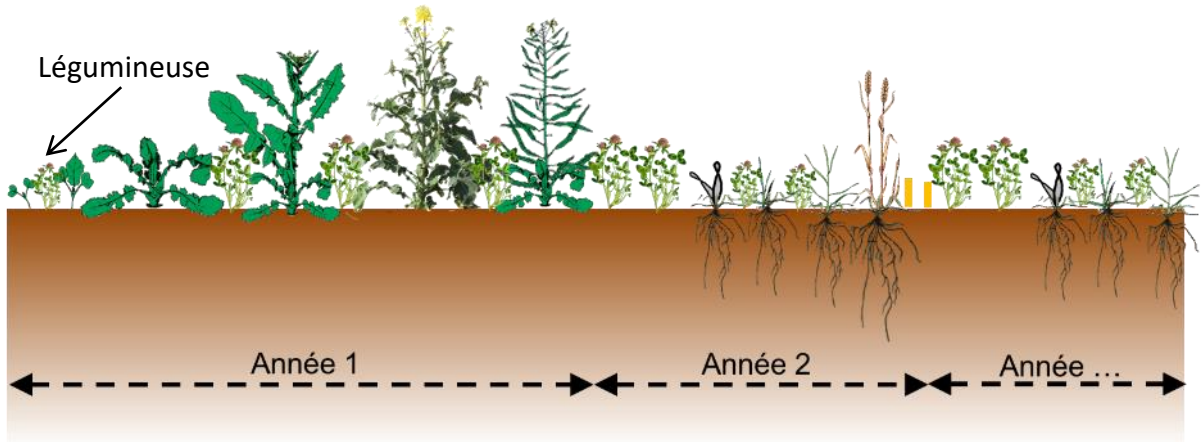
② - SEMIS DANS UN COUVERT DE LEGUMINEUSES IMPLANTE L'ANNEE PRECEDENTE ET DETRUIT DANS LA CULTURE SUIVANTE



Le couvert de légumineuses est implanté une année donnée (ici un colza) et maintenu jusqu'à la culture suivante. Sa destruction peut avoir lieu au semis, durant l'automne voire en sortie hiver.



③ - SEMIS DANS UN COUVERT MAINTENU PLUSIEURS ANNEES



Le couvert de légumineuses est implanté une année donnée (ici un colza) et maintenu plusieurs années (en réalité 3 ans maxi dans nos essais). Le couvert est régulé soit mécaniquement, soit chimiquement.



Nous reviendront tout au long de ce document sur l'intérêt que nous portons à cette technique.

Ces stratégies ne sont pas exclusives mais peuvent co-exister au sein de nos systèmes de cultures en fonction des années, des types de sols ou des rotations.

Il est important d'évoluer à son rythme !!!

L'appropriation de chacune de ces techniques demande du temps, c'est pourquoi le travail en groupe, par la multiplicité des situations et l'échange de pratiques, permet de gagner rapidement en compétences et sécurise la mise en œuvre sur nos exploitations.

2- COMPARAISON DES STRATEGIES POSSIBLES

Il n'y a pas de stratégie idéale.

Il convient de connaître les avantages et inconvénients de chacune pour bien les utiliser.

Le tableau ci-dessous récapitule les intérêts et limites de chacune des stratégies décrites.

	Couverts annuels d'interculture	Couvert implanté l'année précédente et détruit dans la culture	Couvert maintenu plusieurs années
Facilité de mise en œuvre	Réussite de l'implantation du couvert dépendante de l'humidité du sol et de la pluviométrie en interculture. Le choix des espèces et leur quantité est à raisonner en fonction de la culture suivante. Attention aux applications tardives de sulfonyleurées qui peuvent pénaliser la croissance du couvert.	L'association du couvert avec une culture sécurise son implantation. La croissance du couvert en interculture est donc facilitée et moins dépendante de la pluviométrie après moisson.	L'association du couvert avec une culture sécurise son implantation et son installation pour plusieurs années. Attention aux choix des herbicides et des doses utilisées qui peuvent, selon les couverts, pénaliser voire détruire prématurément le couvert.
Technicité demandée	++	++	+++ (régulation du couvert)
Effets recherchés	<ul style="list-style-type: none"> - Effet structure de sol / qualité d'implantation en SD / portance des sols - Fourniture d'éléments minéraux - Etouffement des adventices - Stimulation de l'activité biologique du sol - Enrichissement en matières organiques - Stimulation de la faune auxiliaire par le maintien d'un habitat 		
Coût global	Coût du couvert (30 à 40 €) + coût d'implantation (30 à 50 €). Au final : 60 à 90 €/an	Coût du couvert (50 à 70 €), amortis sur 12 à 18 mois. Pas de coût d'implantation supplémentaire car semis en même temps qu'une culture. Au final : €/an	Coût du couvert (50 à 70 €) amortis sur 3 ans mini. Pas de coût d'implantation supplémentaire. Au final : €/an
Utilisation du couvert	Exportation possible en interculture en fonction de la composition du couvert	Exportation possible en interculture en fonction de l'espèce choisie	Exportation possible en interculture en fonction de l'espèce choisie
Impact sur les bioagresseurs	Suivre les populations de mulots, de pucerons dans les couverts (avoine) et de limaces		Suivre les populations de taupins et de mulots au bout de 3 ans de couvert
Impact sur la nutrition des plantes	Remobilisation d'éléments minéraux mais libération progressive	Libération d'azote à la destruction du couvert. Remobilisation d'éléments minéraux mais libération progressive.	
Autres effets		Surveiller les bouchages de drains en fonction des espèces (luzerne, lotier)	

CHAPITRE 2



A retenir

Les étapes avant de se lancer :

- **Observer** son sol et vérifier la bonne structure (corriger si besoin),
- **Choisir** les couverts adaptés à votre sol et votre système,
- **Maitriser** dans la rotation le salissement.

LES POINTS CLES AVANT DE SE LANCER



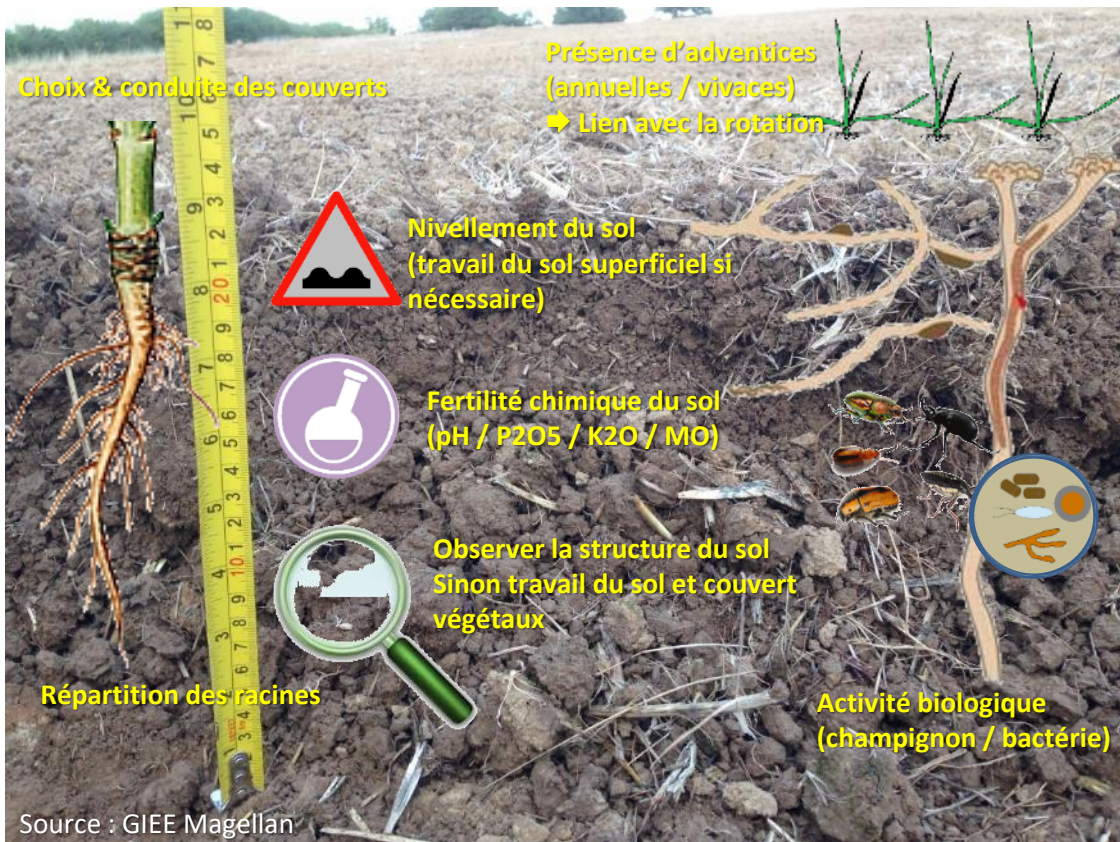
>> PARTIE 1 : LES ETAPES AVANT DE SE LANCER

Le semis direct sous couvert n'est pas une technique qui s'improvise !

Différentes étapes sont importantes à respecter pour assurer la réussite de sa transition vers le Semis Direct :

- ❶ **Observer son sol** : L'objectif est de vérifier la bonne structure de son sol. Si une zone compactée ou tassée apparaît, une correction par un passage d'outils mécaniques pourra être nécessaire.
- ❷ **Vérifier la fertilité chimique de son sol** : Dans la période de transition, il faut laisser le temps au sol d'augmenter sa fertilité, il convient alors de ne pas pénaliser l'alimentation des cultures. Faites des analyses de sol régulièrement pour connaître l'évolution des teneurs en éléments minéraux (P/K/S), en Matière Organiques (MO) et du pH. Corriger si nécessaire. Les premières années, la localisation d'engrais au semis et le recours à des couverts végétaux permettent de palier à ce manque de fertilité.
- ❸ **Choisir les bons couverts végétaux et bien les conduire** : Les couverts végétaux sont un point essentiel du système de culture en semis direct. L'objectif est que le travail des racines des plantes remplace le travail des outils mécaniques. Pour permettre une bonne efficacité des couverts, ils doivent être bien implantés et bien développés (2 voire 3 T MS/ha minimum). Le couvert doit donc être bien adapté au type de sol et aux cultures dans la rotation. Ils devront être conduits pour limiter les effets négatifs (date de semis et destruction).
- ❹ **Concevoir un nouveau système de culture** : En agriculture de conservation, la diversification des cultures est primordial. Il est illusoire en semis direct de vouloir maîtriser les adventices et les bio-agresseurs avec une rotation simple (exemple : colza / blé / orge). En complément des couverts et du non travail du sol, une rotation diversifiée permettra de contrôler le salissement des parcelles.

Les points de vigilance avant de se lancer en semis direct sont représentés dans l'illustration ci-dessous :



>> PARTIE 2 : MON SOL EST-IL PRÊT POUR LE SEMIS DIRECT ?

C'est le point le plus important car c'est l'état de votre sol qui guidera le processus de transition vers le semis direct.

1- LES CONSEQUENCES D'UNE MAUVAISE STRUCTURE

Une mauvaise structure entraine plusieurs effets négatifs :

- Un mauvais enracinement des cultures et donc une mauvaise valorisation des ressources du sol et des engrais apportés,
- Une mauvaise circulation de l'eau et donc une pénalisation de l'alimentation hydrique de la plante ou l'apparition de zones plus humides,
- Une plus grande consommation de fuel car les outils auront besoin de plus de puissance pour travailler le sol.

Les symptômes d'une mauvaise structure :

- Présence de zones à ressuyage plus lent,
- Des plafonnements de rendement,
- Des développements plus lents des cultures ou l'apparition de carences minérales malgré des analyses de sols correctes,
- Des plantes avec des racines partant à l'horizontale (cf photo ci-contre),
- Des zones hétérogènes dans le développement des couverts ou des cultures en fonction de la structure du sol.



Source : GIEE Magellan

L'observation du sol n'est pas qu'une affaire de spécialistes ! Avec quelques outils, il est possible de faire un diagnostic simple du sol en creusant quelques trous.




La bêche et un couteau sont les ustensiles indispensables à vos tours de plaine !

Il est conseillé de faire au moins 2 profils par parcelle. En référence, vous pouvez faire un profil sur l'accotement en bord de parcelles avec de l'enherbement pour observer le comportement du sol dans une zone riche en MO et en racines.

2- LES TYPES DE MOTTES

Une fois le profil réalisé, l'observation des mottes donne une indication sur le comportement du sol et guide le choix du travail du sol approprié.

Il existe différents types de mottes:

Types de mottes		Description
COMPACTES		Mottes angulaires. Pas ou peu de racines à l'intérieur des fragments. Très peu de porosité visibles et de fissures. Les racines présentes sont concentrées à la surface des mottes. Ces mottes se brisent très difficilement à la main.
FERMES		Mottes plutôt arrondies. Agrégats se brisant facilement entre les doigts. Faible porosité des agrégats (pores gossiers possible) et présence possible de fentes de retrait.
OUVERTES		Agrégats fins et arrondis Les agrégats se désagrègent très facilement entre les doigts. Présence de racines à l'intérieur et autour des agrégats. Présence de pores visibles.

Source : Agro-transfert et territoires

EN PLUS :

Rechercher des mottes avec des passages de vers de terre. Ces galeries sont des voies préférentielles de colonisation du sol par les racines. De plus, ces galeries riches en MO et nutriments stimulent la croissance des racines.



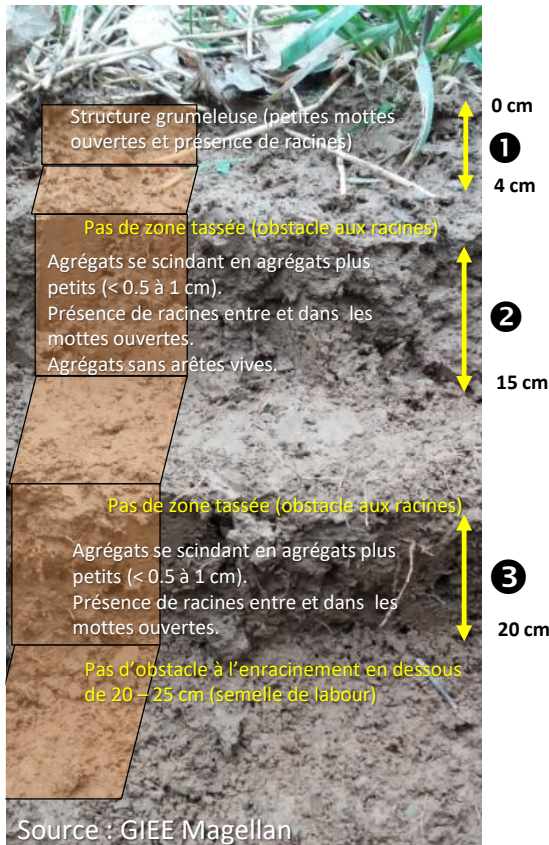
Source : Agro-transfert et territoires

Pour sécuriser le passage en semis direct sous couvert, votre profil doit comporter majoritairement des mottes ouvertes, afin de faciliter l'exploration du sol par les racines.

3- L'ETUDE DU PROFIL & CONSEILS

Regarder son sol et vérifier que la structure est favorable à une implantation en semis direct.

Le profil à rechercher se rapproche à celui-ci-dessous.

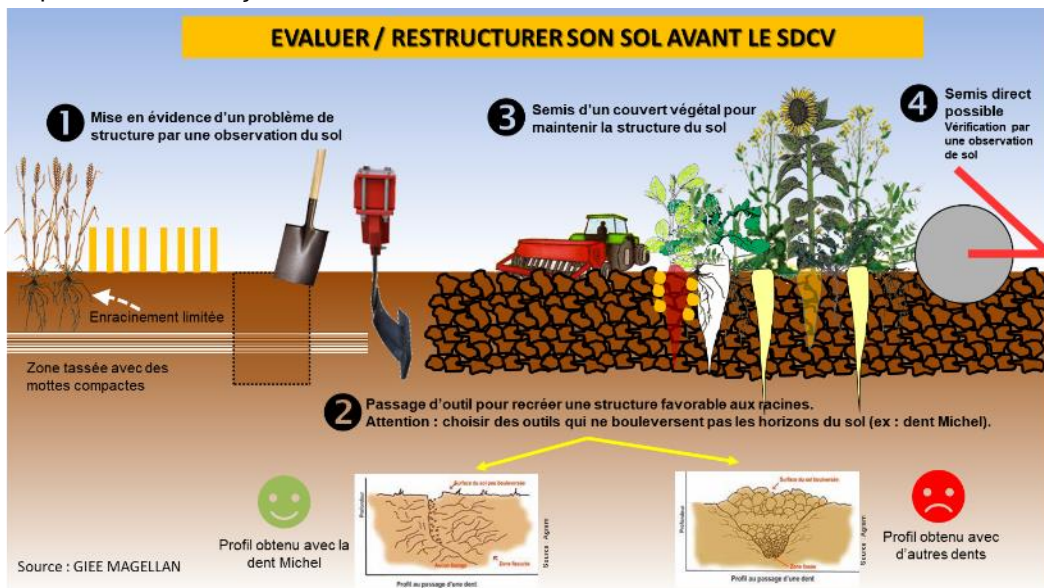


Horizon 1 : ancienne zone travaillée par le semoir (disque ou combiné herse rotative / semoir).
 Vérifier que les mottes visibles soient de petites tailles et traversés par des racines.
 En SD, cet horizon deviendra plus ferme, ce qui ne veut pas dire compacté !

Horizon 2 : ancienne zone travaillée par les outils de travail du sol (chisel, vibroculteur, ...).
 Regarder les mottes obtenues et vérifier qu'elles se « cassent » en agrégats plus petites avec des racines à l'intérieur.
 Passer une lame de couteau à l'horizontal pour vérifier qu'elle s'enfonce sans trop forcer.
 Vérifier en dessous de cette zone l'absence d'une zone plus tassée (résultat d'un ancien passage d'outils en condition humide ou de passages répétés à la même profondeur).

Horizon 3 : ancienne zone travaillée par les outils profonds de travail du sol (charrue, décompacteur).
 Vérifier que les racines traversent bien l'horizon (présence dans et entre les agrégats) .
 Les mottes doivent facilement se scinder en agrégats plus petits.

Si vous observez des défauts de structure (zone tassée avec absence de racines dans les mottes), il est conseillé de procéder de la façon suivante :



Le semis direct sous couvert

Adapter la profondeur de travail à la profondeur de la zone tassée. En TCS superficiel, des zones tassées apparaissent entre 8 et 15 cm. En TCS profond ou en labour, ces zones sont situées entre 15 et 25 cm.

Le couvert choisi doit comporter des plantes avec des racines pivotantes (crucifères, tournesol, féverole) pour descendre dans le profil mais également des plantes à racines fasciculées pour fragmenter et tenir le sol (graminées, phacélie, ...).

A RETENIR :

Un couvert ne récupère pas une structure dégradée, il participe au maintien d'une structure créée par un passage d'outils.

Si le sol est trop fermé et qu'il pénalise l'enracinement des cultures, un passage d'outils à dents (type décompacteur) est nécessaire.

4- EXEMPLES ET CAS PARTICULIERS

Source : GIEE Magellan



Sur cette photo, nous observons une zone tassée défavorable à la croissance des racines. Pour preuve, les racines ne pouvant traverser la zone tassée, la suite à la recherche de fissures ou fentes de retrait pour descendre en profondeur.

Cette zone compactée est issue d'un passage de vibroculteur en condition humide.

Avant d'implanter les cultures en semis direct, un passage d'outil sera nécessaire pour casser cette zone puis le semis d'un couvert permettra de conserver cette nouvelle structure.

Cette photo illustre le profil dans une parcelle sous couvert permanent de trèfle blanc. Nous voyons le travail des racines qui maintient le sol. L'activité biologique des racines et des micro-organismes du sol fragmentent les mottes et assurent leur cohésion.

Dans ce type de sol, le passage du semoir en semis direct est facilité et les conditions sont favorables à la croissance des jeunes plantes.



Source : GIEE Magellan

Source : GIEE Magellan



Cette photo à gauche illustre la différence entre 2 conduites.

La motte de gauche est issue d'une bande enherbée avec une forte densité racinaire et une structure grumeleuse.

À droite, un sol en semis direct qui montre une bonne structure. Le travail engagé dans cette conduite est en bonne voie !

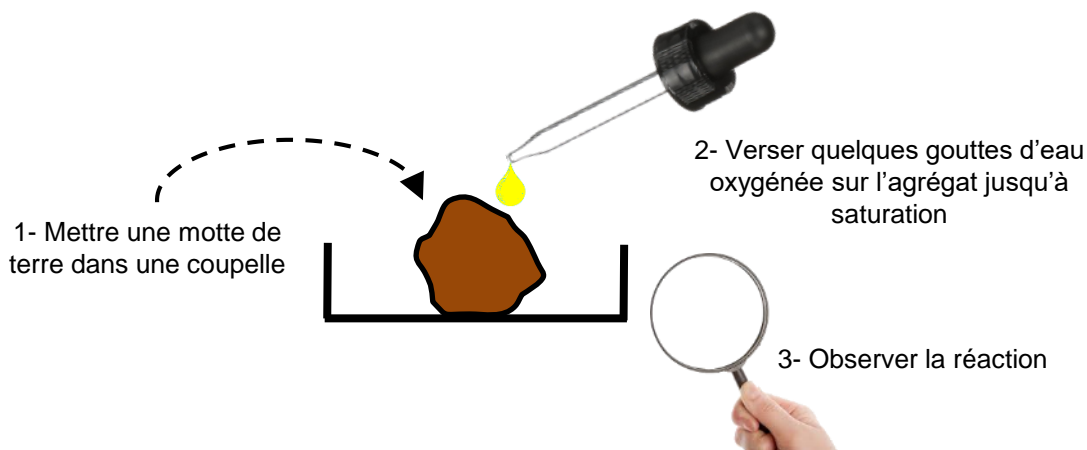
② LE TEST A L'EAU OXYGENEE :

Il existe deux types de matières organiques (MO) dans les sols :

- Les MO fugitives, facilement dégradables par les bactéries et illustrent les capacités de stimulation de l'activité microbienne,
- Les MO stables, dégradées lentement et s'accumulant dans le sol.

Pour connaître la proportion entre ces 2 fractions, nous réalisons le test à l'eau oxygénée.

MODE OPERATOIRE



Plus la production de bulles est forte, plus l'échantillon contient de la MO fugitive.

Ce test peut être réalisé à 2 profondeurs différentes (0-20 cm et 30-40 cm). Si vous trouvez de la MO fugitive en profondeur, cela signifie que celle-ci n'est pas utilisée et qu'elle est lessivée.

>> PARTIE 3 : CONNAITRE LA FERTILITE CHIMIQUE DE SON SOL

Il est primordial de connaître différents paramètres pour se lancer en semis direct sous couvert.

C'est pourquoi, il est conseillé de réaliser des analyses de sol avant de se lancer puis tous les 5 ans.

Il existe plusieurs méthodes pour analyser votre sol, chacune aillant leurs avantages et leurs inconvénients. C'est surtout l'évolution de chacun des paramètres au fur et à mesure de votre transition en semis direct qui est important.

Nous voudrions attirer votre attention sur 3 éléments :

- Le pH.
- La teneur en éléments minéraux & leurs interactions.
- Les matières organiques.

1- Le pH du sol

Il traduit la quantité d'ion H⁺ présent dans la solution du sol.

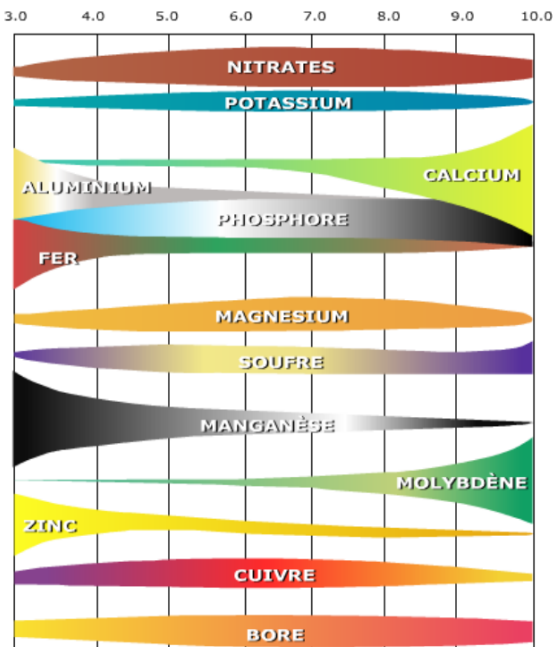
Sa mesure est importante car elle définit plusieurs paramètres :

- Le risque de toxicité pour les plantes. En dessous d'un pH de 5.5, le risque de toxicité par l'aluminium est important. La croissance des plantes est alors fortement affectée (zone avec une croissance ralentie et présence de racines épaissies).

L'objectif est d'avoir un pH entre 6.5 et 7.

Avec le développement du semis direct sur vos parcelles, l'acidité de surface sera à surveiller de près (nous y reviendrons dans le chapitre consacré à la nutrition du sol et aux amendements).

- La disponibilité des éléments minéraux. La figure ci-dessous illustre la disponibilité des éléments minéraux en fonction du pH.



Pour aller plus loin

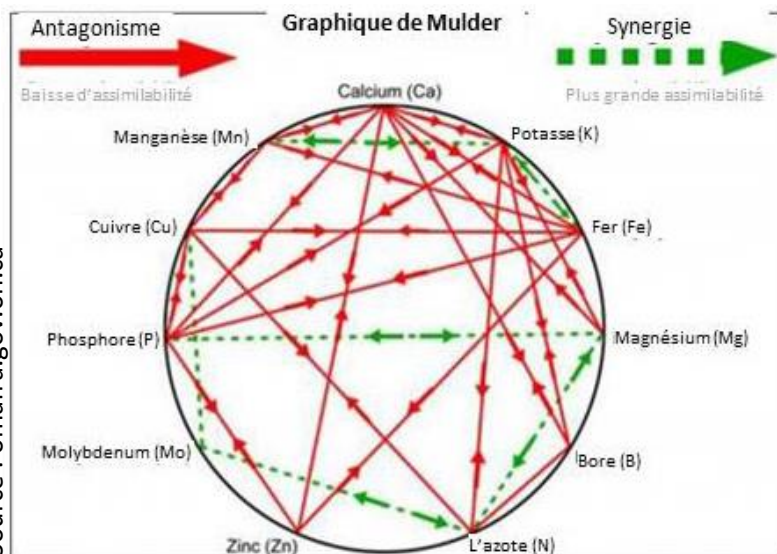
Lorsque vous réalisez une analyse de sol, il est mentionné 2 types de pH :

- Le pH eau qui correspond au pH réel de la solution du sol,
- Le pH KCl qui correspond à un pH théorique, une acidité potentielle vers laquelle les sols tendent sous l'influence des facteurs d'acidification (engrais, activité biologique, ...). Il correspond au pH plancher du sol. Celui-ci est toujours inférieur au pH eau.

C'est l'écart entre les 2 qui est important de noter :
 < 0.5 point : acidité de réserve faible.
 Entre 0.6 et 1 point : acidité de réserve moyenne.
 > 1 point : acidité de réserve élevée. Suivre régulièrement l'évolution du pH.

2- La teneur en éléments minéraux & leurs interactions

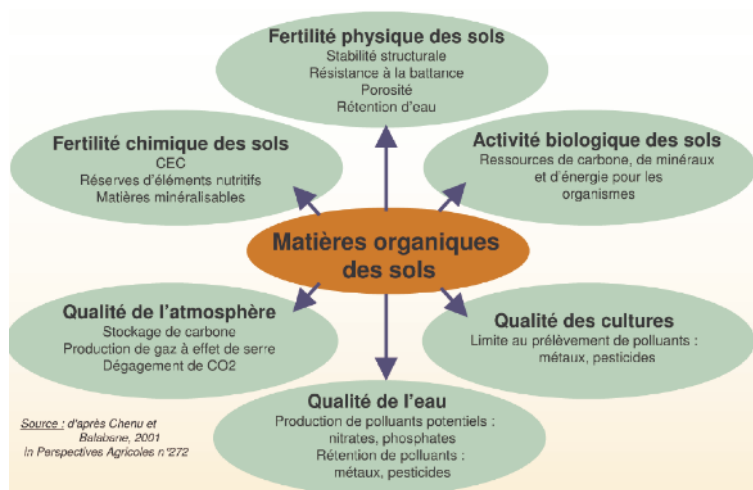
Dans les analyses de sol, il vous est fournit la teneur de différents éléments minéraux tels que le phosphore, le magnésium, le calcium ou le manganèse. Lorsque ces valeurs sont importantes, nous sommes satisfaits car des économies sont alors possibles. Il convient cependant d'être attentif aux interactions entre les éléments minéraux. En effet, la sur-représentation de certains éléments peuvent influencer positivement ou négativement l'assimilation d'autres éléments.



Par exemple, un excès de phosphore limite l'absorption de potassium ou de fer, par contre, il stimule l'assimilation du magnésium.

Source : omafra.gov.on.ca

3- LA TENEUR EN MATIERES ORGANIQUES



Les matières organiques du sol présentent plusieurs fonctions dans le sol. Il sont à maximiser pour tirer le plus de bénéfices.

L'un des impacts importants du semis direct sous couvert est l'augmentation du taux de matières organiques. Pour autant, avant de se lancer, il convient d'être vigilant sur la teneur en MO initiale.

La teneur optimale dépend du type de sol et notamment du taux d'argile.

La teneur optimale dépend du type de sol et notamment de la teneur en argile.

TENEUR EN MO	INTERPRETATION	
MO < 1.4%	So très pauvre en MO	
1.4 % < MO < 2 %	Sol pauvre en MO	
2 % < MO < 3 %	Argile < 22 %	Sol bien pourvu en MO
	22 % < Argile < 30 %	Sol moyennement pourvu en MO
	Argile > 30 %	Sol pauvre en MO (visez 3 à 4 %)
3 % < MO < 4 %	Sol bien pourvu en MO	
MO > 4 %	Teneur élevée en MO	

Source : Programme d'interprétation LANO / CA Basse Normandie

Au-delà de la teneur en MO, c'est son évolution dans le sol qu'il est important de connaître. Le rapport C/N peut être un indicateur intéressant.

Valeur du rapport C/N	6	8	9	10	11	12	14
Interprétation	Décomposition rapide de la MO		Bonne décomposition de la MO			Décomposition lente de la MO	

Une décomposition lente de la MO signifie que la MO s'accumule dans le sol mais sous l'effet de difficultés (conditions anaérobies – sol tassé, manque de stimulation de l'activité microbienne, acidité, ...).

Il est alors important de connaître les types de matières organiques qui composent votre sol :

- Les MO libres qui se dégradent rapidement (2 à 3 ans),
- Les MO liées qui se dégradent plus lentement (> 30 ans).

C'est la répartition entre ces 2 fractions qui permettra de connaître la dynamique d'évolution des MO.

>> PARTIE 4 : CHOISIR LES BONS COUVERTS ET BIEN LES CONDUIRE

Les couverts végétaux sont l'élément central des systèmes en semis direct sous couvert.

NE PAS OUBLIER : PAS DE COUVERT = PAS DE SEMIS DIRECT

S'ils présentent de nombreux avantages, Les couverts végétaux peuvent avoir des effets négatifs s'ils sont mal gérés. Des couverts mal conduits sont des voies d'entrée dans le système pour des bio-agresseurs ou des adventices.

Plusieurs points sont à réfléchir :

- Quels couverts choisir ? : Crucifères ? Légumineuses ? Associations ? Couvert annuel ou permanent ?
- Quand les planter ?
- Quand les détruire ? : Une destruction trop tardive remobilisera davantage d'azote du sol au détriment des cultures. Le stade Floraison reste un bon compromis.



Pour aller plus loin

Reportez-vous au chapitre « Les couverts végétaux : de l'annuel au permanent » pour plus de détails sur le choix des couverts et leurs conduite.

>> PARTIE 5 : CONCEVOIR UN NOUVEAU SYSTÈME DE CULTURES

Il est très difficile de tenir sur la durée avec un système de cultures à base de culture d'hiver (type colza / blé / orge). La diversification des cultures avec l'introduction de cultures de printemps est indispensable.

Une réflexion de votre rotation doit être entreprise en anticipant les problématiques de gestion des ravageurs mais surtout des adventices. Il ne faut pas oublier que même en semis direct sous couvert, la rotation est le premier levier agronomique à mobiliser !

Dans les situations les plus infestées en graminées (vulpin, ray-grass, brome), une voire deux cultures de printemps de suite sont souvent nécessaires pour réguler les populations d'adventices et sécuriser le passage au semis direct sous couvert.



Pour aller plus loin

Reportez-vous au chapitre « Construire une nouvelle rotation » pour plus de détails sur la conception de systèmes de cultures en semis direct.



CHANGER SON LOGICIEL

Bien plus que le changement de pratiques, c'est le changement de « logiciel » que vous devez être prêt à réaliser. En effet, il faut oublier une partie de vos références pour en accepter d'autres et être prêt à expérimenter pour mieux maîtriser cette technique plutôt que d'attendre une solution toute faite. Vous devrez également avoir un autre regard sur vos parcelles car le développement des plantes en semis direct est différent de celui de plantes en labour ou TCS (lié aux conditions de sol spécifiques).

CHAPITRE 3



A retenir

Cette technique présente de nombreux avantages mais demande à être bien maîtrisée, notamment dans le choix des couverts permanents et dans leur régulation.

LE SEMIS DIRECT SOUS COUVERT PERMANENT



>> PARTIE 1 : LES OBJECTIFS DU SDCV*

* *Semis Direct Sous Couvert*

Le principe est de faire co-exister deux cultures (une culture de vente et une légumineuse pérenne) sur une même parcelles pendant plusieurs années.

Le Semis Direct Sous Couvert Permanent de légumineuses vise plusieurs objectifs :

1- La double culture : l'objectif est d'augmenter la productivité sur un hectare en exportant le grain (et/ou la paille) de la culture principale (colza / céréales / maïs / tournesol / ...) ainsi que le fourrage (ou la graine) de la légumineuse fourragère. Ce critère permet également d'améliorer les performances économiques de cette technique.

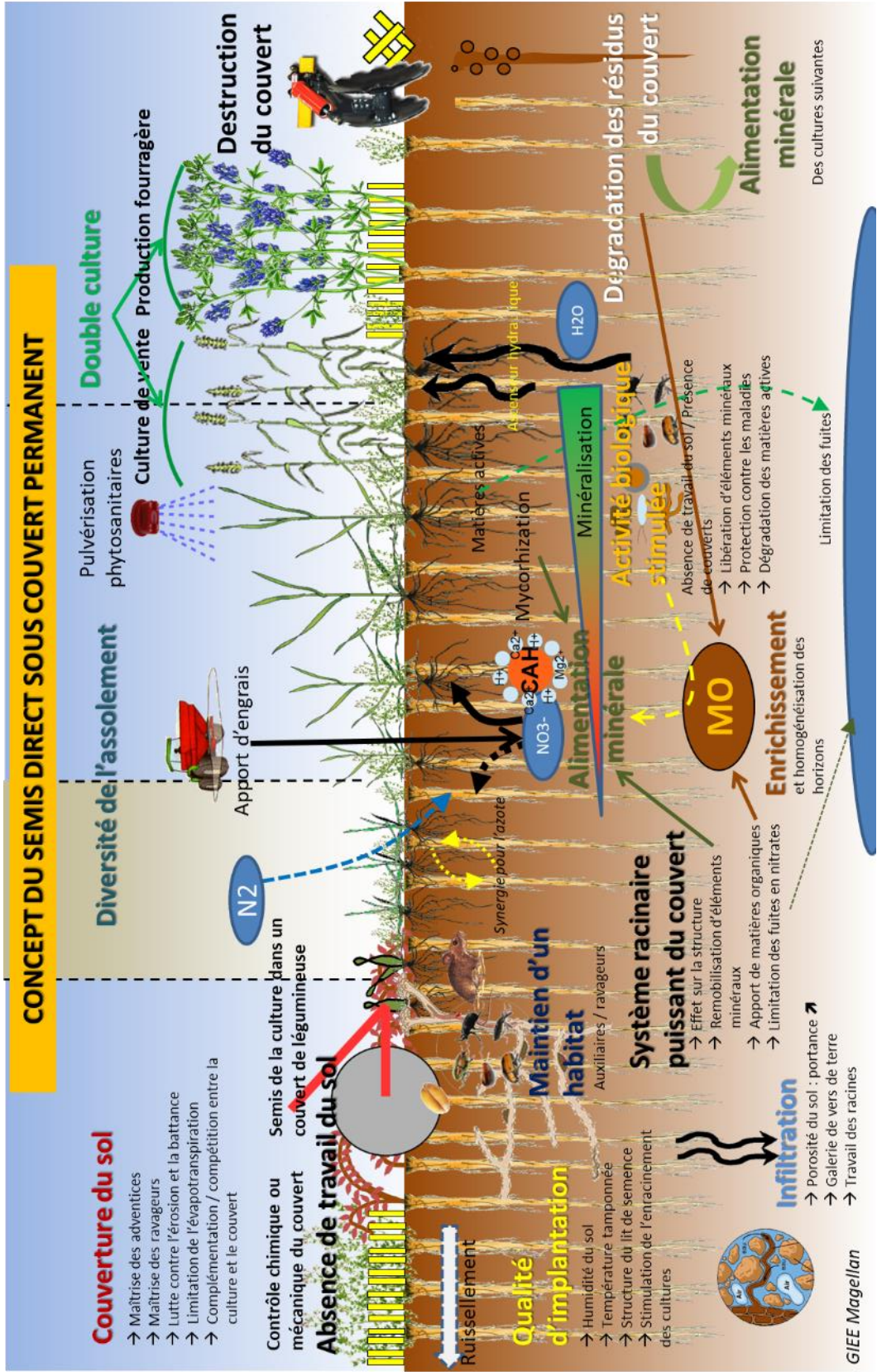
2- La maximisation des bénéfices agronomiques du semis direct : Le non travail du sol et la couverture végétale entraînent des effets positifs sur la portance des sols, l'augmentation de la teneur en matières organiques, une meilleure infiltration de l'eau et la lutte contre l'érosion.

3- La synergie avec le couvert permanent de légumineuse : La présence d'un couvert permanent permet grâce au réseau racinaire en place de créer des conditions favorables à l'implantation des cultures d'hiver (humidité, température tamponnée et activité microbienne. Le couvert permet également de maintenir un habitat propice au développement des auxiliaires de cultures (abri, alimentation, lieu de reproduction). Malheureusement, il peut être également un abri pour les ravageurs des culture comme les campagnols.

Le fait qu'un couvert soit déjà en place à l'implantation de la culture suivante, il limite en théorie la levée des adventices. Des économies de désherbage sont alors possibles dans des systèmes où la légumineuse est bien conduite et le système bien équilibré.

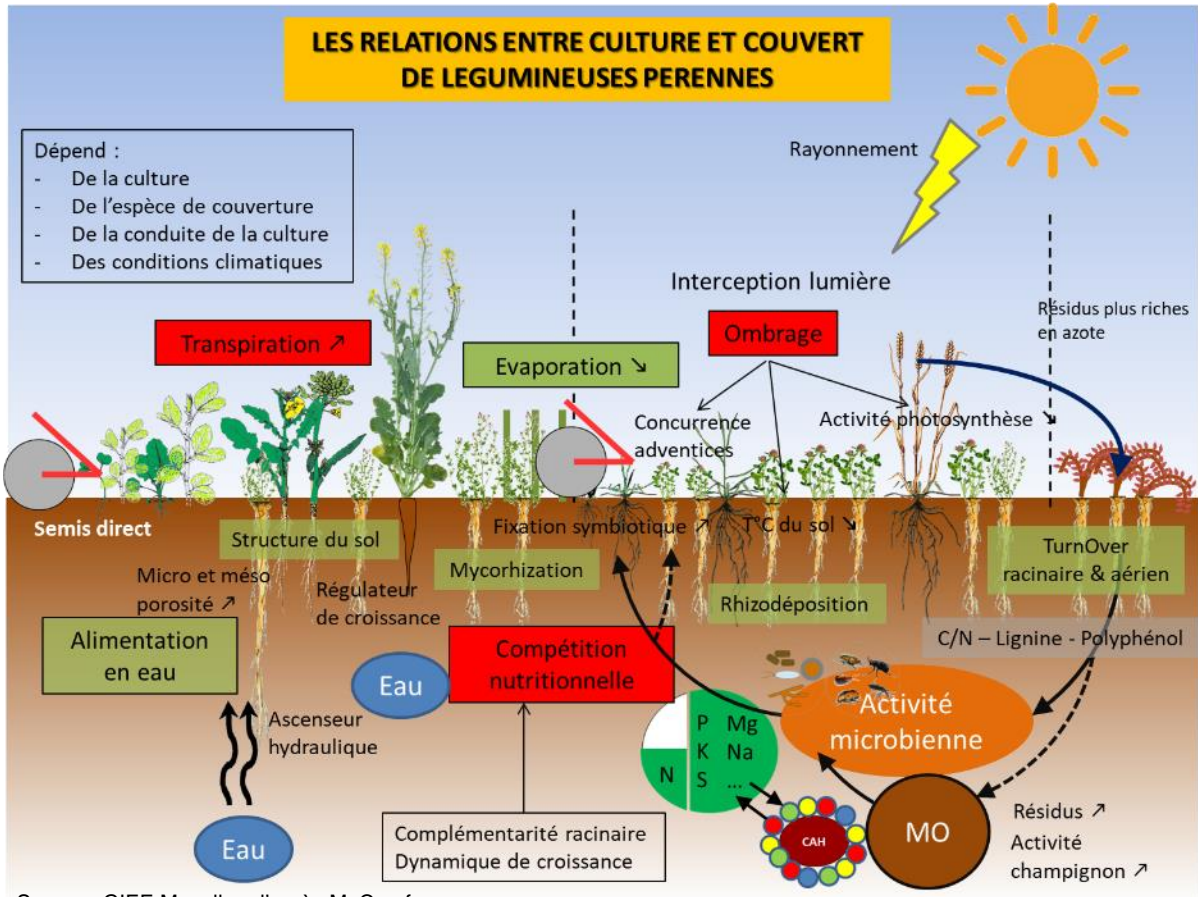
Les effets attendus des systèmes en semis direct sous couvert permanent de légumineuses

L'illustration ci-dessous récapitule les bénéfices attendus des semis direct sous couvert permanent de légumineuses.



>> PARTIE 2 : INTERACTIONS CULTURES / COUVERT

Les interactions entre les cultures et les légumineuses permanentes sont résumées dans l'illustration ci-dessous.



Légende :

■ Interaction négative

■ Interaction positive

La coexistence entre une culture annuelle et une légumineuse pérenne s'accompagne d'interactions positives et/ou négatives.

INTERACTIONS POSITIVES :

- **Diminution de l'évaporation** : la couverture du sol par la légumineuse pérenne limite l'évaporation du sol ce qui permet de conserver l'humidité du sol. Cet effet est notamment vrai en été lorsque le couvert permet de tamponner la température à la surface du sol ce qui préserve l'humidité.

- **Effet sur la structure du sol** : la présence quasi permanente de racines participe à maintenir une structure de sol favorable à une implantation en semis direct. Cet effet est d'autant plus fort que la structure de sol initiale était correcte. En fonction des légumineuses choisies, l'effet sur la structure pourra être soit en profondeur (luzerne ou lotier), soit en surface (trèfle blanc). Certains couverts comme le lotier permettent d'améliorer la méso-porosité et donc d'augmenter la quantité d'eau retenue.

- **Alimentation en eau** : Les légumineuses pérennes consomment de l'eau mais participent également à la remontée capillaire d'eau depuis les horizons inférieurs grâce à leurs racines. Cet effet est notamment visibles pour les couverts à enracinement profond comme la luzerne ou le lotier.
- **Mycorhization** : Le non travail du sol et la sécrétion de composés riches en glucide dans le sol stimulent la présence de micro-organismes dans les premiers centimètres du sol (champignon et notamment les mycorhizes).
- **Rhizodéposition** : Elle représente une perte de carbone et d'azote par les racines. Elle a plusieurs origines (source : LEVA Angers) :
 - La sénescence des racines et des nodosités,
 - L'exsudation de composés solubles,
 - La sécrétion de mucilage
- **TurnOver racinaire et aérien** : La fixation symbiotique chez les légumineuses fourragères représente entre 80 et 90% des besoins (alors qu'elle est de 60% chez le pois protéagineux). Les tissus végétaux qui tombent au sol et se décomposent lors de la croissance des plantes injecteront de l'azote dans le système. Il en est de même lors du renouvellement des racines ou des nodosités des plantes. Par ailleurs, nous observons une diminution de la fixation symbiotique avec l'augmentation de la teneur en azote dans le sol. Pour maximiser cette production d'azote, une réflexion globale sur la fertilisation azotée des cultures doit être entreprise.

INTERACTIONS NEGATIVES :

- **Transpiration** : Lors de leur croissance, les légumineuses transpirent ce qui représente une perte d'eau au détriment de la culture de vente.
- **Compétition nutritionnelle** : Nous l'avons vu plus haut, les légumineuses en se décomposant injectent dans le sol de l'azote. Malgré tout, lorsque de l'azote est présent dans le sol, la légumineuse le prélèvera en priorité avant de fixer l'azote de l'air. Cette consommation se fera au détriment de la culture de vente. Heureusement, la plupart des cultures (colza, céréales) sont plus efficaces que les légumineuses pour absorber l'azote du sol. Tout est une histoire de compromis.
Mais la compétition s'exerce également pour les autres éléments nutritifs du sol (phosphore, soufre, magnésium, potassium, ...). La régulation du couvert en limitant sa croissance aura tout son intérêt pour limiter cet effet négatif.
- **Ombrage** : C'est sans doute l'effet négatif le plus préjudiciable sur le rendement des cultures de vente.
La lumière est le moteur de la croissance des plantes via la photosynthèse. Les légumineuses pérennes en couvrant le sol intercepte une grande partie de la lumière ce qui participe à la régulation de la flore adventice. Mais si le couvert n'est pas suffisamment bien contrôlé, il peut, par un effet d'ombage, limiter la photosynthèse de la culture de vente, ce qui aura un impact sur le rendement et la qualité de la production.
Cet ombrage a également pour effet de tamponner la température de surface du sol. Si les écarts sont moins importants, la remontée de la température est plus lente que dans les situations sans couvert. Cela aura une incidence sur le rythme de développement des cultures est devra être pris en compte dans l'itinéraire technique (date de semis, densité de semis, localisation d'engrais, variété avec une vigueur de départ, ...).



Effet d'ombage d'un couvert de lotier sur un blé

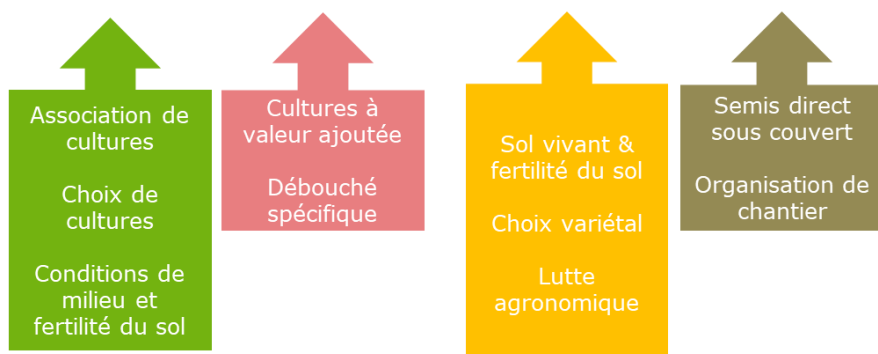
Source : GIEE Magellan

>> PARTIE 3 : LES RESULTATS ATTENDUS EN SDCV

Le Semis Direct Sous Couvert Permanent ou Annuel est un moyen et non une finalité.

Notre objectif est de retrouver de la rentabilité en investissant dans l'agronomie.

$$\text{Rendement} \times \text{Prix} - \left(\text{Charges opérationnelles} + \text{Méca} + \text{MO} \right) = \text{Marge Direct}$$



Nous visons la triple performance (économique, environnementale et sociale) :

1- PERFORMANCE ECONOMIQUE :

- Economie de charges opérationnelles grâce à un sol vivant et des pratiques permettant d'avoir des plantes robustes (choix de variétés ou d'espèces peu sensibles aux maladies et ravageurs, associations d'espèces, utilisation d'alternatives aux produits phytosanitaires (extraits de plantes). Nous cherchons à maximiser les services écosystémiques des légumineuses dans les systèmes de culture.
- Economie de charges de structure par le non travail du sol.
- Un des objectifs du Semis Direct Sous Couvert Permanent est de viser la double culture (culture de vente et exportation de fourrage en interculture).
- Recherche de débouchés spécifiques pour valoriser les nouvelles pratiques.

2- PERFORMANCE ENVIRONNEMENTALE ET AGRONOMIQUE :

- Amélioration de la fertilité du sol et de la teneur en carbone des sols.
- Réduction de la quantité de matières actives (herbicides, fongicides, insecticides, ...) appliquée dans les parcelles (sur des sols vivants).
- Valorisation des couverts sur l'optimisation de la nutrition des plantes et la protection des cultures.
- Retour de la régulation naturelle des bioagresseurs.
- Complémentarité culture / élevage grâce à la possibilité de production de fourrage (couvert permanent ou annuel).

3- PERFORMANCE SOCIALE :

- Valorisation de l'image de l'agriculture par une meilleure prise en compte des attentes des consommateurs,
- Présence de couverts végétaux qui agrémentent le paysage,
- Donner un second souffle au métier d'agriculteur (formation continue en agronomie, formation et échanges avec d'autres agriculteurs).

03

Les couverts végétaux : de l'annuel au permanent



AGRONOMIE SEMIS DIRECT
Nutrition des plantes
LEGUMINEUSES
Couverts Végétaux
Economie
VIE DU SOL
Systèmes de culture



CHAPITRE 1



A RETENIR

Les couverts sont indispensables à tout système en semis direct.

Ils présentent des atouts indéniables mais ils demandent à être bien gérés.

Il convient de bien distinguer les couverts d'été et les couverts d'hiver.

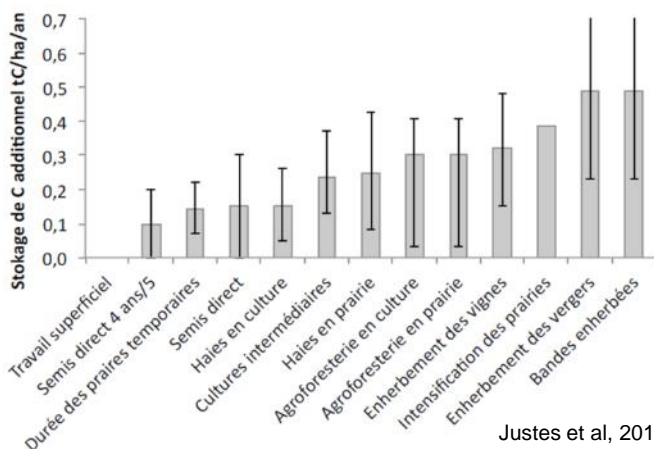
LES COUVERTS VEGETAUX : Les fondamentaux



>> PARTIE 1 : LES ROLES DES COUVERTS VEGETAUX

Les couverts végétaux présentent plusieurs intérêts dans nos systèmes de culture.

1- Enrichissement du sol en matières organiques



Justes et al, 2012

Dans nos sols peu pourvus en matières organiques (< 2%), le recours aux couverts végétaux permet d'augmenter le stock de matières organiques dans les premiers horizons du sol. Des références INRA indiquent un gain de 0,24 t C / ha/an (Justes et al, 2012).

L'effet des couverts végétaux sur la teneur en matières organiques est supérieur à celui de la réduction du travail du sol.

Néanmoins, la combinaison des deux leviers améliore leur efficacité.

L'enjeu de l'amélioration de la teneur en matières organiques est primordial :

- Amélioration de la teneur en eau (les matières organiques retiennent 9 fois plus d'eau que les argiles),
- Amélioration de la structure du sol par une meilleure cohésion des agrégats du sol grâce à un complexe argilo-humique plus efficient.

Pour preuve, moins nos sols sont pourvus en matières organiques, plus ils deviennent difficiles à travailler (augmentation du poste carburant et des besoins en traction).

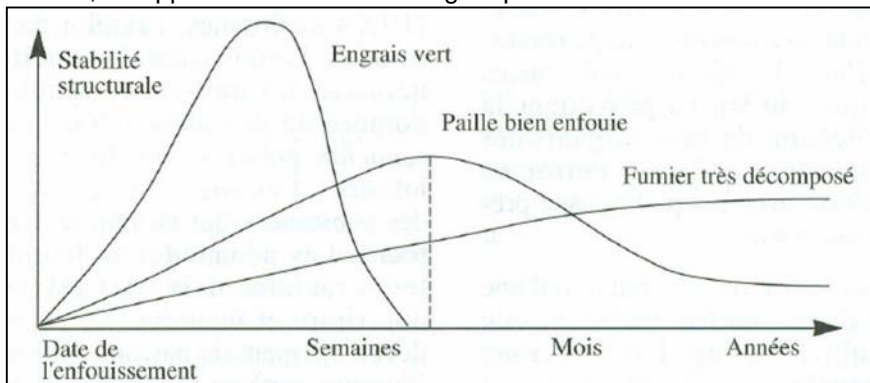
- Augmentation des réserves du sol en azote.

2- Effet sur la structure du sol

Les racines exercent un travail sur le sol en permettant de créer des voies préférentielles de circulation de l'eau, en maintenant la portance du sol, en apportant de la matière organique.



Source : CA58



Attention, un couvert végétal ne restaure pas une structure dégradée. Il la maintient !

Dans les parcelles les plus compactées (confirmé par un profil de sol), un passage d'outils est obligatoire pour « casser » la zone concernée. Ce n'est qu'une fois la structure restaurée que le couvert sera important pour la maintenir.

Source : CA58



Les couverts végétaux ont également un rôle de protection du sol.

Le couvert encore en place ou la présence de résidus à la surface du sol après sa destruction, limite les effets

- de la pluie (réduction de la battance et érosion hydrique)
- du vent (érosion éolien).

3- Effet sur les conditions d'implantation

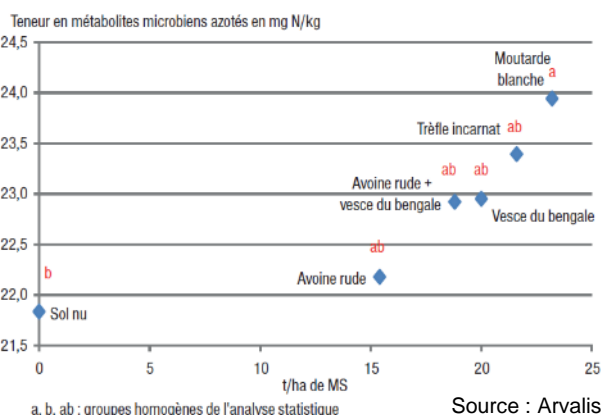
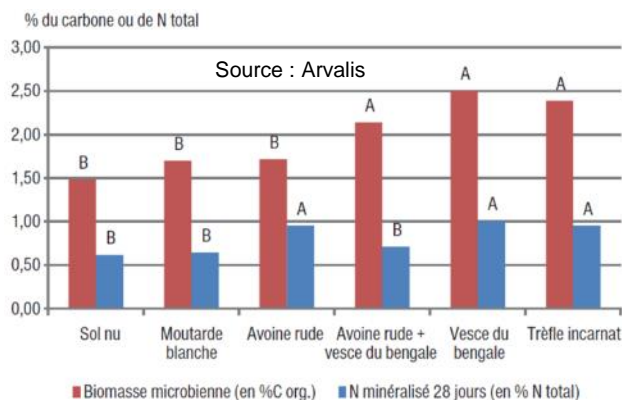
La présence du couvert crée des conditions de sol favorables au bon développement des semences (humidité, température tamponnée, structure du lit de semence).

Ceci est d'autant plus vrai en semis direct !!

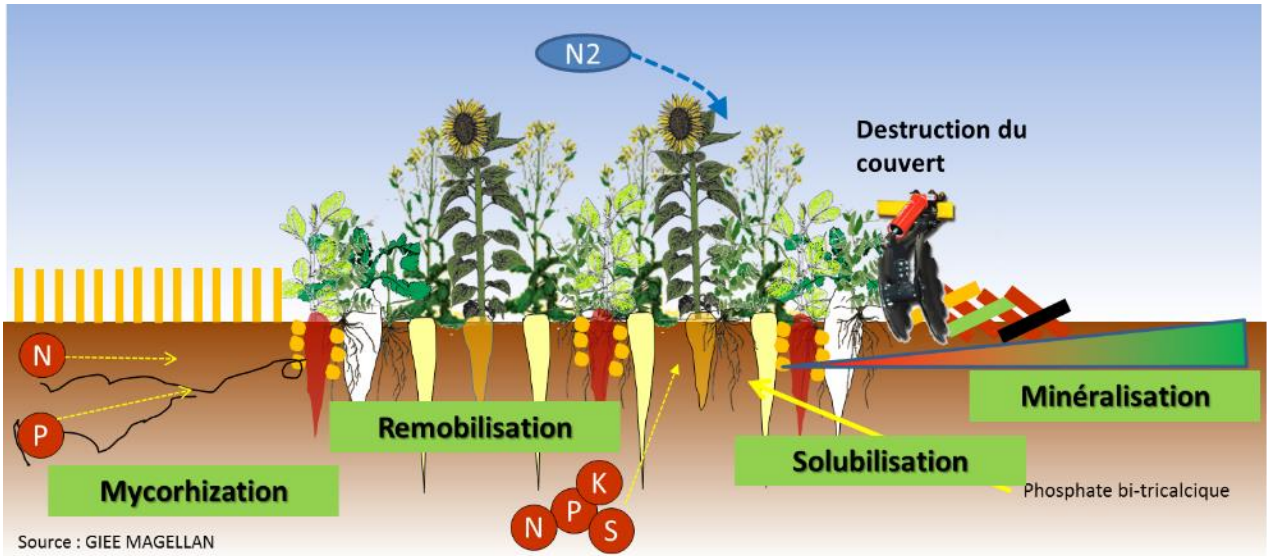
Devise des SDistes : « S'il n'y a pas de couvert, il n'y a pas de semis direct !!! »

4- Effet sur la stimulation de la vie du sol

Les couverts, notamment les légumineuses, stimulent l'activité microbienne du sol.



5- Effet sur la nutrition des plantes



Les couverts ont un effet sur l'amélioration de la nutrition des plantes à plusieurs titres :

-La remobilisation d'éléments : Pour leur croissance, les couverts vont absorber des éléments minéraux à partir de la solution du sol et les mettre à l'abri du lessivage, de la rétrogradation ou du phénomène d'insolubilisation avec des éléments minéraux (calcium).

La quantité d'éléments captés sera dépendant du type de couvert et de sa biomasse au moment de sa destruction.



La quantité d'éléments minéraux a été capté par le couvert est mesurable grâce à des analyse de plantes. Elle peut également être estimée avec le logiciel MERCI.

ATTENTION : Remobilisation ne veut pas dire fertilisation !!!

La vitesse à laquelle ces éléments vont se libérer pour alimenter les plantes est aujourd'hui difficile à estimer.

-La mycorrhization : Les racines de certaines espèces du couvert, exceptées les crucifères et les chénopodiacées, vont s'associer avec des champignons pour augmenter la surface d'exploration du sol et ainsi permettre d'améliorer la qualité de la nutrition des plantes du couvert.

Lors de la destruction du couvert, les mycorrhizes resteront encore actives environ 3 semaines. Pour permettre à la culture suivante de bénéficier de ces avantages, il est important que ses racines soient présentes le plus rapidement possible. Le semis direct sous couvert est alors une bonne façon de permettre ce relai.

Attention, ces champignons sont sensibles au travail du sol et à la présence de phosphore minéral.

- La minéralisation :

Nous avons vu plus haut que les couverts, notamment les légumineuses, favorisent la biomasse microbienne, ce qui aura un impact sur la quantité d'azote qui sera minéralisée. Cette quantité d'azote est dépendante du type de couvert, de sa biomasse et de sa date de destruction (rapport C/N).

Le tableau ci-dessous illustre la fourniture d'azote selon le couvert.

	Niveau de croissance du couvert	Fourniture azotée (kg N/ha) à la culture suivante			
		Céréales de printemps, Betteraves, ...		Maïs, Pommes de terre, ...	
		Destruction précoce ¹	Destruction tardive ²	Destruction précoce ¹	Destruction tardive ²
Crucifères (moutarde, navette, radis, ...)	Faible ou moyen	10	15	0	10
	Elevé	15	20	5	15
Seigle, phacélie, tournesol	Faible ou moyen	0	5	0	5
	Elevé	10	10	5	10
Ray grass italien et autres graminées	Faible ou moyen	10	15	5	10
	Elevé	15	20	10	15
Légumineuses	Faible ou moyen	25	30	20	25
	Elevé	30	30	30	30
Mélanges Graminée + légumineuse Crucifère + légumineuse	Faible ou moyen	15	20	10	15
	Elevé	20	20	20	20

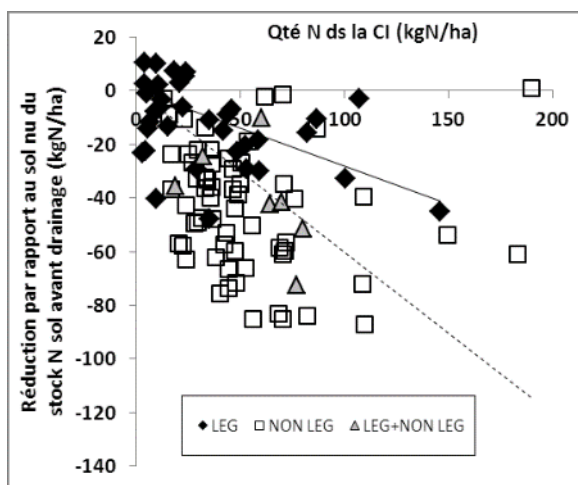
¹Destruction précoce : d'octobre à décembre ²Destruction tardive : janvier et au-delà (Source : COMIFER 2012 et Perspectives agricoles n° 357)

- La solubilisation :

Par l'action de molécules excrétées par les racines (acides organiques, ...), les couverts vont permettre de rendre solubles des composés rendus indisponibles pour les plantes (exemples : le calcium qui bloque le phosphore dans des complexes bi ou tri calciques).

6- Piégeage de l'azote

Les couverts durant leur croissance vont absorber de nombreux éléments nutritifs dont de l'azote. Cette alimentation diminuera la quantité qui sera lessivée durant la période hivernale. Les couverts ont donc un rôle environnemental.



Essais 1991-2012 ARVALIS/ITCF/CREAS/CRAB/CT FDGEDA 10/CA51

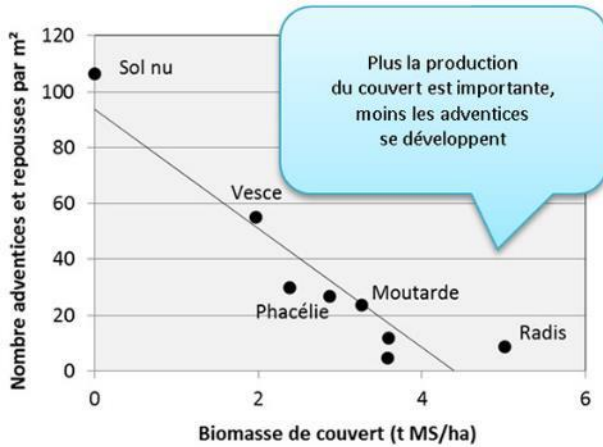
Les essais menés depuis les dernières années ont démontré :

- Que les légumineuses étaient capables de capter l'azote du sol et donc de jouer un rôle environnemental.
- Que les associations de légumineuses avec des non légumineuses (graminées ou crucifères) avaient le même effet que les non légumineuses seules
- Que l'association crucifères + légumineuses est plus performante que l'association graminées + légumineuses.

7- Gestion des adventices

Les couverts par leur biomasse et la date de semis peuvent dans certaines situations contrôler le niveau de salissement (étouffement des adventices ou effet allélopathique).

Cela nécessite cependant d'avoir des couverts développés afin de maximiser cet effet.

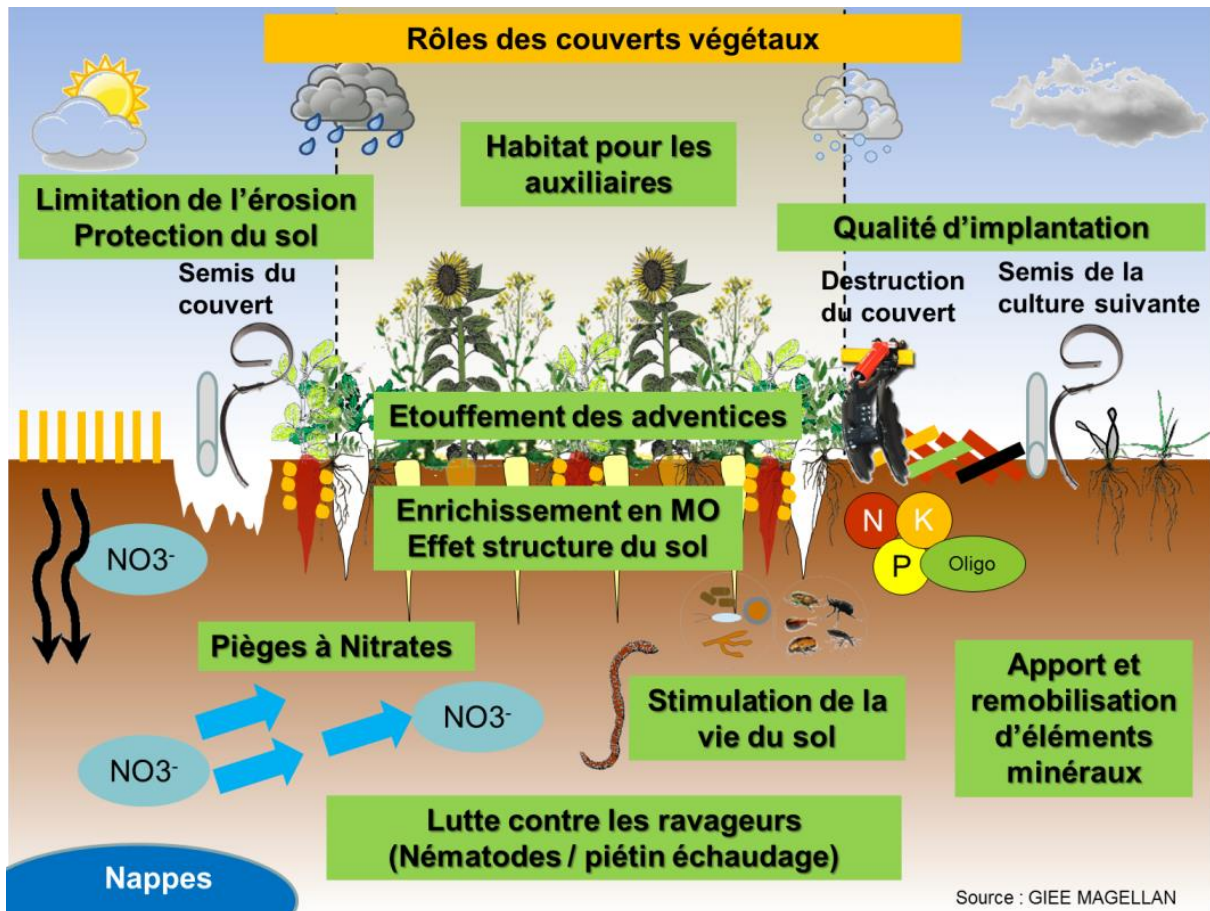


Dans cet essai sur l'impact de différents couvert d'interculture sur le salissement (essai Arvalis, Boigneville, 2011), nous remarquons que pour bénéficier de l'effet étouffement des adventices, il faut des couverts bien implantés, à croissance rapide et à forte biomasse (> 3 T MS/ha).

L'effet allélopathique est rencontré avec des espèces telles que l'avoine, le seigle ou le sarrasin. Mais bien souvent, la période d'interculture (3 mois) ne leur permet pas d'exprimer leur potentiel.

A RETENIR

Les rôles des couverts sont résumés dans l'illustration ci-dessous :



► ► Attention également aux effets indésirables :

- Maintien de la présence de ravageurs (limaces, pucerons vecteurs de la JNO,
- Effet dépressif sur le rendement de la culture suivante si destruction trop tardive de couverts à C/N élevé,
- Difficulté d'implantation de la culture suivante selon le couvert choisi et le matériel présent sur l'exploitation, ...).

>> PARTIE 2 : LES COUVERTS VEGETAUX ANNUELS

Il existe différentes espèces de couverts végétaux annuels.

Au-delà des objectifs en terme d'effets sur la structure du sol, sur l'activité microbienne, sur le piégeage d'azote ou la remobilisation d'éléments, le choix des couverts sera fonction d'époque de semis et de la durée de végétation souhaitée.

Les couverts végétaux se répartissent en 2 catégories :

- Les couverts d'été pour interculture courte,
- Les couverts d'hiver pour interculture longue.

1 - LES COUVERTS D'ETE

❶ Les couverts d'été correspondent à plusieurs utilisations :

Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre - Décembre	Janvier - Février	Mars - Avril
Interculture courte : entre 1 céréale d'hiver et 1 céréale ou pois d'hiver							
Céréale 1	Interculture courte			Céréale 2			
Association culture de vente + plantes compagnes							
		Colza + plantes compagnes légumineuses					
			Céréales + plantes compagnes				

Les caractéristiques de ces couverts sont les suivantes :



- Implantation rapide,
- Aptitude à germer même en conditions sèches,
- Sensibilité au gel marquée,
- Fourniture d'azote au sol,
- Cycle végétatif rapide (récolte de graines possible),
- Production de biomasse et couverture du sol.

Ces couverts en interculture courte peuvent être valorisés en fourrage en fonction de la biomasse obtenue.

Pour maximiser leurs bénéfices, ils doivent être semés tôt après la moisson (reportez vous à la partie implantation des couverts). Attention cependant à la présence d'adventices ou de repousses qui peuvent gêner le développement du couvert.

❷ Les espèces possibles

▶▶ LES GRAMINEES

Toutes les graminées ne sont pas adaptées à des semis précoces.

Les graminées les mieux adaptées sont l'avoine brésilienne, le moha fourrager ou le sorgho. Elles présentent un bon effet structurant et une forte production de biomasse.

Caractéristiques des graminées utilisables en interculture courte

NOM	Densité de semis (kg/ha)	Coût (€/kg)	Date de semis			Caractéristiques			Facilité d'implantation	Sensibilité au gel	Appétence limaces
			avant le 5/08	du 05 au 25 août	Au-delà du 25 août	Piégeage d'azote	Étouffement des adventices	Production de biomasse			
Alpiste des canaries	15 kg	2.5				++	++	++	+++	-5°C	Faible
Avoine blanche	80 kg	0.5				++	++	++	++	-7°C	Faible
Avoine Brésilienne	35 kg/ha	1.8				++	++	++(+)	++	-10°C	Faible
Millet des oiseaux	30 kg/ha	3.2				++	+	++	++	-1°C	Faible
Millet Perlé	15 kg/ha	3				++	+++	+++	++	-1°C	Faible
Moha Fourrager	25 kg/ha	1.5				++	+++	+++	+	0°C	Forte
Sorgho Fourrager	25 kg/ha	2.4				+++	+++	+++	+	-1°C	Moyen



Quelques caractéristiques des espèces de graminées :

- Alpiste des canaries : Espèce intéressante en alternative à l'avoine par sa moindre sensibilité aux maladies et ravageurs. Bon développement et vigueur de départ.
- Avoine blanche ou noire : Sensibilité aux maladies (rouille et JNO). Eviter sa destruction à proximité de parcelle de céréales au stade 3F pour éviter les déplacements de populations de pucerons.
- Avoine brésilienne / rude / strigosa : Production de biomasse plus importante que l'avoine blanche ou noire. Moins sensible aux maladies. Attention à la faim d'azote après des avoines brésiliennes développés. Bon effet étouffement des adventices.
- Millet des oiseaux : Espèce gélive. Sensible à la concurrence des adventices. Bonne tolérance à la sécheresse. Intérêt en sol peu profond. Levée rapide.
- Moha fourrager : Bonne production de biomasse. Privilégier les semis précoces. Possibilité de l'associer avec un trèfle pour augmenter la biomasse et la valeur alimentaire. Bonne tolérance à la sécheresse. Utilisation en dérobée. Effet restructurant moins important que celui du sorgho.
- Sorgho fourrager : Bonne production de biomasse. Bonne tolérance à la sécheresse. Très bon effet restructurant grâce à un système racinaire puissant. Utilisation en dérobée. Destruction facilitée par sa sensibilité au gel. Effet allélopathique intéressant dans le contrôle des adventices. Demande une bonne qualité de semis. Débouché en alimentation animale si la hauteur est d'au moins 60 cm. A priori moins concerné par les dégâts de sangliers que le maïs.

Les différents types de sorghos :

Types de sorgho	Caractéristiques et utilisations
Type Sudan x Sudan	Utilisation en multi-coupe (pâturage, fourrage ou ensilage).
Type Bicolor x Bicolor (sucrier)	Utilisation en ensilage mono-coupe. Forte biomasse.
Type Sudan x Bicolor (hybrides)	Selon les variétés utilisation en multi-coupes. Débouché en alimentation animale si la hauteur de végétation est supérieure à 60 cm.
Type Bicolor x Bicolor	Sorgho grain ou ensilage selon les variétés.
Sorgho fibre	Utilisation en méthanisation



A droite, sorgho Bicolor à épis destiné à l'ensilage mono-coupe. A gauche, un sorgho sudan x sudan pour une utilisation en multi-coupe. (Source : Terre-net)

►► **LES CRUCIFERES**

Les crucifères sont intéressantes en interculture courte car :

- Elles ont une bonne faculté de germination même en condition sèche,
- Elle présente une bonne vigueur de départ,
- Elle assure une production de biomasse sur une durée courte,
- Elle présente un bon effet sur la structure du sol.

Attention à la densité de semis. Pour éviter qu'elles ne prennent toute la place disponible, **veiller à planter au maximum 15 à 20 grains/m² soit environ 1,5 kg/ha.**

Sur ces dates de semis précoces, surveiller la pression altises en début de cycle surtout dans les systèmes colza.

Caractéristiques des crucifères utilisables en interculture courte

NOM	Densité de semis (kg/ha)	Coût (€/kg)	Date de semis			Caractéristiques			Facilité d'implantation	Sensibilité au gel	Appétence limaces
			avant le 5/08	du 05 au 25 août	Au-delà du 25 août	Piégeage d'azote	Etouffement des adventices	Production de biomasse			
Radis chinois	7-10 kg/ha	5.5				++++	+++	++	+++	-8°C	Faible
Cameline	2-3 kg/ha	6.8				++	+++	+	++++	-5 à -10°C	Faible
Radis fourrager	10 – 12 kg/ha	4				++++	+++	++++	+++	-13°C	Faible
Moutarde blanche	8 – 10 kg/ha	2.5				++++	+++	+++	+++	- 7°C	Faible
Moutarde brune	3 – 4 kg/ha	7				++++	+++	+++	+++	- 7°C	Faible
Moutarde d'Abyssinie	6 kg/ha	5				++++	+++	+++	+++	- 10°C	Faible



Quelques caractéristiques des espèces de crucifères :

- Radis chinois : floraison plus tardive que la moutarde blanche, effet allélopathique intéressant, plus sensible au gel que la moutarde blanche.
- Cameline : bon effet étouffement des adventices.
- Radis fourrager : bonne production de biomasse mais souvent difficile à détruire.
- Moutarde brune : plus tardive à floraison que la moutarde blanche. Effet intéressant contre les maladies du sol (piétin échaudage).
- Moutarde d'Abyssinie ou chou d'Ethiopie : bonne production de biomasse à l'automne permettant une exploitation en fourrage. Plus tardive à floraison que les autres crucifères. Se lignifie moins que la moutarde.
- Moutarde blanche : bonne vigueur de départ. Sensible au stress hydrique et/ou azoté (mise à fleur rapide). Effet dépressif sur la culture suivante si trop développé.

A NOTER : il existe des différences variétales. Renseignez-vous bien avant d'implanter vos crucifères.



Radis chinois :
 stade jeune à gauche
 ←
 racine à droite →



Moutarde d'Abyssinie :
 stade jeune à droite →



Source : CA58

Source : CA58

Source : CA58

►► LES LEGUMINEUSES

Véritable base de vos couverts d'été, ceux-ci présentent plusieurs avantages en couverts d'été :

- Elles apportent de l'azote au sol,
- Elles stimulent l'activité microbienne,
- Elles se plaisent bien dans les associations,
- Elles présentent des systèmes racinaires variés qu'il est intéressant de combiner.

Comme toutes les plantes de jours courts, les légumineuses apprécient les semis précoces. Privilégier les espèces de type printemps pour assurer une croissance rapide et une meilleure sensibilité au gel. Les semis de variétés type hiver sont possibles en semis précoces après moisson pour atteindre le stade floraison (stade de forte sensibilité au froid) avant les premières gelées.

Elles présentent cependant l'inconvénient d'être exigeante en terme de qualité de semis (bonne préparation du lit de semence, semis direct sur sol frais) et nécessite de l'humidité pour bien germer.

Caractéristiques des légumineuses utilisables en interculture courte

NOM	Densité de semis (kg/ha)	Coût (€/kg)	Date de semis			Caractéristiques			Facilité d'implantation	Sensibilité au gel	Appétence limaces
			avant le 5/08	du 05 au 25 août	Au-delà du 25 août	Piégeage d'azote	Étouffement des adventices	Production de biomasse			
Féverole de printemps	160 – 180 kg/ha	0.2				+ à ++	++	+++	++	- 5°C	Faible
Pois Fourrager	100 kg/ha	1.6				+ à ++	++	+++	+	- 10°C	Moyen
Gesse	50 kg/ha	1.6				+ à ++	+++	++	+	- 10°C	Faible
Trèfle d'Alexandrie	15 kg/ha	3				+ à ++	++	++	+	- 4°C	Moyen
Fenugrec	30 kg/ha	2				+ à ++	+++	++	+	- 7°C	Faible
Lentille	30 kg/ha	2.2				+ à ++	++	++	+	- 7°C	Faible
Pois protéagineux	180 kg/ha	0.25				+ à ++	++	++	+	- 10°C	Moyen
Vesce commune	50 kg/ha	1.3				+ à ++	+++	+++	+	- 10°C	Moyen



Quelques caractéristiques des espèces de légumineuses :

- **Féverole de printemps** : un incontournable des couverts d'été. Véritable usine à azote. En raison de la taille de sa graine, la plante nécessite de l'humidité pour germer. Profondeur de semis : 2-3 cm. Résistante aphanomyces.
- **Pois fourrager** : bon effet étouffement des adventices. A utiliser en mélange (20 à 25 kg maxi pour éviter la sur-représentation dans le couvert). Bonne croissance même en conditions sèches.
- **Pois protéagineux** : Développement plus lent que les pois fourragers et production de biomasse plus faible.
- **Gesse** : bonne production de biomasse et forte production d'azote. Faible appétence vis-à-vis des limaces. Adaptée au sol argilo-calcaire.
- **Trèfle d'Alexandrie** : légumineuse très bien adaptée au couvert d'été. Intéressante en mélange pour explorer la strate inférieure. Bonne vigueur de départ.
- **Fenugrec** : Bonne vigueur de départ. Odeur caractéristique : attention dans les zones à gibier.
- **Lentille** : Bonne vigueur de départ. Intéressante en mélange pour explorer la strate inférieure. Effet allélopathique possible sur les levées d'adventices. Adaptée au sol argilo-calcaire.
- **Vesce commune** : Installation rapide et bonne concurrence vis-à-vis des adventices. Effet variétale important. L'utilisation de vesce pourpre serait également possible à 40 kg/ha.

►► **LES AUTRES FAMILLES**

D'autres espèces présentent un intérêt en couvert d'été.

Caractéristiques des autres espèces utilisables en interculture courte

NOM	Densité de semis (kg/ha)	Coût (€/kg)	Date de semis			Caractéristiques			Facilité d'implantation	Sensibilité au gel	Appétence limaces
			avant le 5/08	du 05 au 25 août	Au-delà du 25 août	Piégeage d'azote	Etouffement des adventices	Production de biomasse			
COMPOSES											
Tournesol	30 kg/ha	0.5				+++	++	+++	+	- 2°C	Forte
Nyger	8 – 10 kg/ha	3.3				+++	++	++	+	- 1°C	Forte
POLYGONACEES											
Sarrasin	30 – 40 kg/ha	2.1				+++	++	++	+	- 2°C	Moyen
HYDROPHYLLACEES											
Phacélie	8 – 12 kg/ha	4.5				++	+++	++	+	- 4 à - 13°C	Faible
LINACEES											
Lin	40 kg/ha	0.5				++	++	+	+++	- 4°C	Faible



Quelques caractéristiques des espèces :

- **Tournesol** : Intérêt en condition sèche. Bon effet structurant. Bonne production de biomasse. Intérêt en association pour effet tuteur. Dose pratique : 3 à 5 kg/ha. Intérêt en conditions sèches.
- **Nyger** : bon effet étouffement des adventices si bon développement. Attention à sa sensibilité aux limaces.
- **Sarrasin** : Bonne vigueur de départ. Adapté au sol superficiel. Mise à graine possible avec risque d'infestation des cultures suivantes. Implantation délicate. Intérêt dans le maintien des auxiliaires.
- **Phacélie** : Implantation délicate. Intérêt en association pour explorer la strate intermédiaire.
- **Lin** : Bon effet structurant de l'horizon superficiel. Effet intéressant contre les insectes (altises).



3 Les associations cultures + plantes compagnes

Nous aborderons plus en détails cette thématique dans une partie spécifique (reportez-vous à la partie « Sécuriser l'implantation par les associations » en page 118).

2 - LES COUVERTS D'HIVER

❶ Les couverts d'hiver correspondent à plusieurs utilisations :

Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fev	Mars	Avr
En interculture avant culture de printemps précoce (pois, orge, lentille)										
			Couvert végétal					Semis		
En interculture avant culture de printemps tardive (maïs, tournesol, soja)										
			Couvert végétal						Semis	
Stratégie double couvert (cf page)										
		Couvert végétal 1		Couvert végétal 2					Semis	



Période optimale



Période encore possible
Ou travail du sol



Semis de la culture suivante

A cette période, les conditions de semis sont souvent meilleures, ce qui élargit l'éventail des cultures possibles.



Les caractéristiques de ces couverts sont les suivantes :

- Production de biomasse,
- Résistance au froid plus ou moins marquée,
- Croissance en sortie hiver,
- Fourniture d'azote au sol,
- Couverture du sol.

Ces couverts seront semés plutôt en fin d'été (septembre / octobre) en fonction de la date de semis de la culture suivante.

En effet, pour ne pas pénaliser la culture suivante (lignification) et/ ou constituer un stock de semences qui pourrait germer dans la culture suivante et augmenter le coût du poste désherbage, il est conseillé de ne pas les laisser venir à graine.

❷ **Les espèces possibles**

►► LES GRAMINEES

Les graminées ont plusieurs intérêts dans les couverts d'interculture longue :

- Apport de biomasse, notamment en carbone / sucre, ce qui va stimuler l'activité microbienne,
- Par leur système racinaire, les graminées vont aider à restructurer le sol,
- Couverture du sol, ce qui va limiter la présence des adventices.

Attention à bien gérer le rapport C/N du mélange à base de graminées au moment de la destruction. Des graminées trop développées et donc au C/N élevé, auraient un effet dépressif sur la culture suivante. Les résidus du couvert consommant l'azote du sol pour se dégrader au détriment de la nutrition de la culture de vente.

Caractéristiques des graminées utilisables en interculture longue

NOM	Densité de semis (kg/ha)	Coût (€/kg)	Date de semis			Caractéristiques			Facilité d'implantation	Sensibilité au gel	Appétence limaces
			avant le 5/08	du 05 au 25 août	Au-delà du 25 août	Piégeage d'azote	Etouffement des adventices	Production de biomasse			
Avoine Brésilienne	35 kg/ha	1.8				++	++	++	++	-10°C	Faible
Avoine Blanche / noire	80 kg/ha	0.5				++	++	++	++	-7°C	Faible
Seigle Fourrager	60 kg/ha	0.5				++	++	++	++	Peu sensible	Faible
Seigle Forestier	25 kg/ha	1.9				++	++	++	++	Peu sensible	Faible
Triticale	160 kg/ha	0.5				++	++	++	++	Peu sensible	Faible
Moha Fourrager	20 kg/ha	1.5				++	+++	+++	++	0°C	Forte
Sorgho Fourrager	25 kg/ha	2.4				+++	++	+++	+	-1°C	Moyen
Ray-grass Italien	15 – 25 kg/ha	2				+++	++	+++	+	Peu sensible	Moyen



Quelques caractéristiques des espèces :

- Avoine Brésilienne ou avoine rude, avoine strigosa : Meilleure vigueur de départ que l'avoine noire ou blanche, notamment en conditions sèches. Forte production de biomasse. Peu sensible aux maladies, notamment la rouille. Gélive si semis précoce. Bonne concurrence vis-à-vis des adventices. Système racinaire plus développé que l'avoine blanche ou noire. Effet allélopathique.
- Avoine blanche ou noire : Couvert économique. Bonne concurrence vis-à-vis des adventices. Peu sensible aux limaces. Effet allélopathique.
- Seigle Fourrager : Bonne production de fourrage. Bon effet restructurant grâce à un bon système racinaire. Effet dépressif sur la culture suivante si trop lignifié (C/N élevé). Rustique et s'adapte à de nombreux types de sol. Effet allélopathique.
- Seigle Forestier ou multicaule : installation plus rapide que le seigle fourrager. Meilleure capacité de tallage. Bonne résistance au froid. Production de biomasse plus importante que le seigle fourrager. Effet dépressif sur la culture suivante si la plante est trop lignifiée (C/N élevé). Rustique et s'adapte à de nombreux types de sol. Effet allélopathique. Bon effet restructurant.
- Triticale : Intérêt dans les associations à vocation fourragère. Bonne production de biomasse. Intérêt dans les associations avec des légumineuses (pois fourrager, féverole, vesce).
- Moha Fourrager : Forte production de biomasse. Semis précoce après moisson. Intérêt en production fourragère. Floraison 50 – 60 jours après semis.
- Sorgho Fourrager : Forte production de biomasse. Intérêt en production fourragère. Rustique. Implantation délicate. Valorisation en alimentation animale si la hauteur est supérieure à 70 cm. Effet allélopathique. Forte capacité à restructurer le sol grâce à son système racinaire puissant.
- Ray-grass Italien : Forte production fourragère. Implantation délicate. Installation rapide. Bon système racinaire.



►► LES CRUCIFERES

Les crucifères sont intéressantes en interculture longue car :

- Elles ont une bonne faculté de germination quelque soit le type de sol,
- Elle présente une bonne vigueur de départ,
- Elle assure une production de biomasse,
- Elle présente un bon effet sur la structure du sol,
- Elle capte l'azote du sol.

Caractéristiques des crucifères utilisables en interculture longue

NOM	Densité de semis (kg/ha)	Coût (€/kg)	Date de semis			Caractéristiques			Facilité d'implantation	Sensibilité au gel	Appétence limaces
			avant le 5/08	du 05 au 25 août	Au-delà du 25 août	Piégeage d'azote	Étouffement des adventices	Production de biomasse			
Radis chinois	7-10 kg/ha	5.5				++++	+++	++	+++	-8°C	Faible
Cameline	2-5 kg/ha	6.8				++	+++	+	++++	-5 à -10°C	Faible
Radis fourrager	10 – 12 kg/ha	4				++++	++++	++++	+++	-13°C	Faible
Moutarde blanche	8 – 10 kg/ha	2.5				++++	++++	+++	+++	-7°C	Faible
Moutarde brune	3 – 4 kg/ha	7				++++	+++	+++	+++	-7°C	Faible
Moutarde d'Abyssinie	6 kg/ha	5				++++	+++	+++	+++	-10°C	Faible
Navette	7 – 10 kg/ha	2.5				++++	++++	+++	+++	-13°C	Faible



Quelques caractéristiques des espèces de crucifères :

- Radis chinois : floraison plus tardive que la moutarde blanche, effet allélopathique intéressant, plus sensible au gel que la moutarde blanche.
- Cameline : bon effet étouffement des adventices.
- Radis fourrager : bonne production de biomasse mais souvent difficile à détruire.
- Moutarde brune : plus tardive à floraison que la moutarde blanche. Effet intéressant contre les maladies du sol (piétin échaudage).
- Moutarde d'Abyssinie ou chou d'Ethiopie : bonne production de biomasse à l'automne permettant une exploitation en fourrage. Plus tardive à floraison que les autres crucifères. Se lignifie moins que la moutarde.
- Moutarde blanche : bonne vigueur de départ. Sensible au stress hydrique et/ou azoté (mise à fleur rapide).
- Navette : Forte capacité d'étouffement des adventices mais assez difficile à détruire. Peu sensible au gel.

►► LES LEGUMINEUSES

Véritable base de vos couverts, ceux-ci présentent plusieurs avantages en interculture longue:

- Elles apportent de l'azote au sol,
- Elles stimulent l'activité microbienne,
- Elles se plaisent bien dans les associations,
- Elles présentent des systèmes racinaires variés qu'il est intéressant de combiner.

Elles présentent cependant l'inconvénient d'être exigeante en terme de qualité de semis (bonne préparation du lit de semence, semis direct sur sol frais) et nécessite de l'humidité pour bien germer.

Privilégier les espèces de printemps pour des destructions précoces (avant orge de printemps ou pois) et les espèces de type hiver avant les cultures de printemps tardif (maïs, soja ou tournesol).

Attention à la sensibilité de certaines espèces à l'aphanomyces.

Caractéristiques des légumineuses en interculture longue

NOM	Densité de semis (kg/ha)	Coût (€/kg)	Date de semis			Caractéristiques			Facilité d'implantation	Sensibilité au gel	Appétence limaces
			avant le 5/08	du 05 au 25 août	Au-delà du 25 août	Piégeage d'azote	Étouffement des adventices	Production de biomasse			
Féverole de printemps	160 – 180 kg/ha	0.2				+ à ++	++	+++	++	- 5°C	Faible
Pois Fourrager	100 kg/ha	1.6				+ à ++	++	+++	+	- 10°C	Moyen
Gesse	50 kg/ha	1.6				+ à ++	+++	++	+	- 10°C	Faible
Trèfle d'Alexandrie	15 kg/ha	3				+ à ++	++	++	++	- 4°C	Moyen
Trèfle violet	15 kg/ha	7				+ à ++	++	++	+	- 4°C	Moyen
Trèfle incarnat	15 kg/ha	3				+ à ++	++	++	+	- 4°C	Moyen
Trèfle blanc	2 – 3 kg/ha	3				+ à ++	++	++	+	- 4°C	Moyen
Trèfle hybride	2 – 4 kg/ha	5.4				+ à ++	++	++	+	- 4°C	Moyen
Trèfle de Micheli	5 – 7 kg/ha	3.9				+ à ++	++	++	+	- 4°C	Moyen
Trèfle de perse	10 – 15 kg/ha	4				+ à ++	++	++	+	- 4°C	Moyen
Trèfle squarrosom	10 – 15 kg/ha	2.6				+ à ++	++	++	+	- 7°C	Moyen
Trèfle vésiculé	15-20 kg/ha	2.7				+ à ++	++	++	+	- 4°C	Moyen
Fenugrec	30 kg/ha	2				+ à ++	+++	++	+	- 7°C	Faible
Lentille	30 kg/ha	2.2				+ à ++	++	++	+	- 7°C	Faible
Pois protéagineux	200 kg/ha	0.25				+ à ++	++	++	+	- 10°C	Moyen
Vesce commune	40 kg/ha	1.3				+ à ++	++	+++	+	- 10°C	Moyen
Vesce velue	35 kg/ha	2.7				+ à ++	+++	+++	+	Moyen	Moyen
Vesce Pourpre	40 kg/ha	2				+ à ++	++	+++	+	- 10°C	Moyen

En gras : espèce pluriannuel



Quelques caractéristiques des espèces de légumineuses :

- **Féverole de printemps** : un incontournable des couverts d'été. Véritable usine à azote. En raison d'un fort PMG, la plante nécessite de l'humidité pour germer. Profondeur de semis : 2-3 cm. Résistante Aphanomycès. Remplacement possible par de la féverole d'hiver pour des destructions en sortie hiver ou exploitation en production fourragère. Par sa couleur noire après destruction, favorise le réchauffement du sol.
- **Pois fourrager** : bon effet étouffement des adventices. A utiliser en mélange (20 à 25 kg maxi pour éviter la sur-représentation dans le couvert). Utilisation possible en production fourragère.
- **Pois protéagineux** : Développement plus lent que les pois fourragers et production de biomasse plus faible.
- **Gesse** : bonne production de biomasse et forte production d'azote. Faible appétence vis-à-vis des limaces. Adaptée au sol argilo-calcaire. Bonne croissance en jours courts.
- **Fénugrec** : Bonne vigueur de départ. Odeur caractéristique : attention dans les zones à gibier. Nécessite de la chaleur pour pousser.
- **Lentille** : Bonne vigueur de départ. Intéressante en mélange pour explorer la strate inférieure. Effet allélopathique possible sur les levées d'adventices. Adaptée au sol argilo-calcaire. Sensible à l'Aphanomycès.

- Les vesces : il existe différents types de vesces avec leurs caractéristiques propres.

	Vesce commune	Vesce velue	Vesce pourpre ou du Bengale
Exemples de variétés	<u>Printemps</u> : Nacre, Améthyste, Marianna, Kwarta, Toplesa <u>Hiver</u> : Jose, Topaze , Rubis	<u>Printemps</u> : Massa <u>Hiver</u> : Goliat, Savane, Villana	Bingo, Violine, Popany
Facilité d'implantation	+++	++	+++
Facilité de destruction	+++	++	+++
Sensibilité au gel	Bonne	Moyenne	Bonne
Commentaires	<ul style="list-style-type: none"> - Nécessité de la chaleur pour pousser. - Type de vesce le plus sensible au gel. 	<ul style="list-style-type: none"> - Attention à sa présence dans les cultures suivantes (agressivité) - Destruction mécanique ou chimique compliquée - Développement plus lent que la vesce commune. - Pousse bien en conditions froides. - Bonne tolérance au froid. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nécessite de la chaleur pour pousser. - Bonne tolérance au froid (différence variétale). - Cycle en 90 jours.

En gras : variété ne multipliant pas l'aphanomyces.

Pour chaque espèce, il existe des comportements variétaux.

Il existe également une autre vesce, la vesce de Pannonie, qui est une vesce d'hiver, très résistante au froid (exemple : la variété Detenicka résiste à une température de -18°C). Utilisation possible en fourrage. (bon niveau de production et valeur alimentaire intéressant).



Source : Terre-net

Comme beaucoup de légumineuses, les vesces aiment être accompagnées de plantes à port dressé qui feront office de tuteurs.

Les vesces d'hiver résistent à des températures de -10°C alors que les vesces de printemps seront détruites à des températures inférieures à -7°C .

- Les trèfles : il existe différents types de trèfles avec leurs caractéristiques propres.

Types de trèfle	Caractéristiques de sol					Pérennité	Vitesse d'installation	Commentaires
	Sain et profond	Alternance hydrique	Hydromorphe	Acide et séchant	Séchant et calcaire			
d'Alexandrie	■	■	■	■	■	1 an	+++	Sensible au froid. Installation rapide. A éviter en sols argileux et acides. Peu adapté aux terres de craie.
Incarnat	■	■	■	■	■	1 an	+++	Déconseillé en sol séchant. Peu sensible au froid. Bonne production de biomasse. Présence hivernale intéressante.
de Perse	■	■	■	■	■	1 an	+++	Type très polyvalent. Proche du trèfle Incarnat. Restitution d'azote un peu inférieure à celle du trèfle d'Alexandrie. Adapté aux sols lourds et humides. A éviter en sols acides. Peu sensible au froid. Méllifère.
de Micheli (ou Balansa)	■	■	■	■	■	1 an	+++	Préfère les sols acides. Supporte bien la concurrence dans les associations. Type le moins concurrentiel vis-à-vis des adventices. Non gélif. Non vecteur du sclérotinia.
Squarrosom	■	■	■	■	■	1 an	+++	Même productivité que le trèfle d'Alexandrie mais en étant moins sensible au froid.
Vésiculé (ou Trèfle flèche)	■	■	■	■	■	1 an	+++	Intérêt en conditions chaudes et séchantes.
Violet	■	■	■	■	■	2-3 ans	++	Peu résistant à la sécheresse et à la chaleur.
Blanc	■	■	■	■	■	4-5 ans	++	Installation lente. Peu sensible au froid. Préfère les sols profonds.

+++ Rapide

++ Moyenne

+ Lente

TRES BIEN	BIEN	MOYEN	MAUVAIS
-----------	------	-------	---------

Source : GNIS, AFPP, GIEE MAGELLAN



Sources : Parnet et Co, Nature-sol.fr, Jardisem.fr, Agriconomie.com, semence-biologique.fr, fr.Wikipedia.org

►► LES AUTRES FAMILLES

D'autres espèces présentent un intérêt en couvert d'hiver.

Caractéristiques des autres espèces utilisables en interculture longue.

NOM	Densité de semis (kg/ha)	Coût (€/kg)	Date de semis			Caractéristiques			Facilité d'implantation	Sensibilité au gel	Appétence limaces
			avant le 5/08	du 05 au 25 août	Au-delà du 25 août	Piégeage d'azote	Étouffement des adventices	Production de biomasse			
COMPOSES											
Tournesol	30 kg/ha	0.5				+++	++	+++	+	- 2°C	Forte
Nyger	8 – 10 kg/ha	3.3				+++	++	++	+	- 1°C	Forte
POLYGONACEES											
Sarrasin	30 – 40 kg/ha	2.1				+++	++	++	+	- 2°C	Moyen
HYDROPHYLLACEES											
Phacélie	8 – 12 kg/ha	4.5				++	+++	++	+	- 4 à - 13°C	Faible
LINACEES											
Lin	40 kg/ha	0.5				++	++	+	+++	- 4°C	Faible



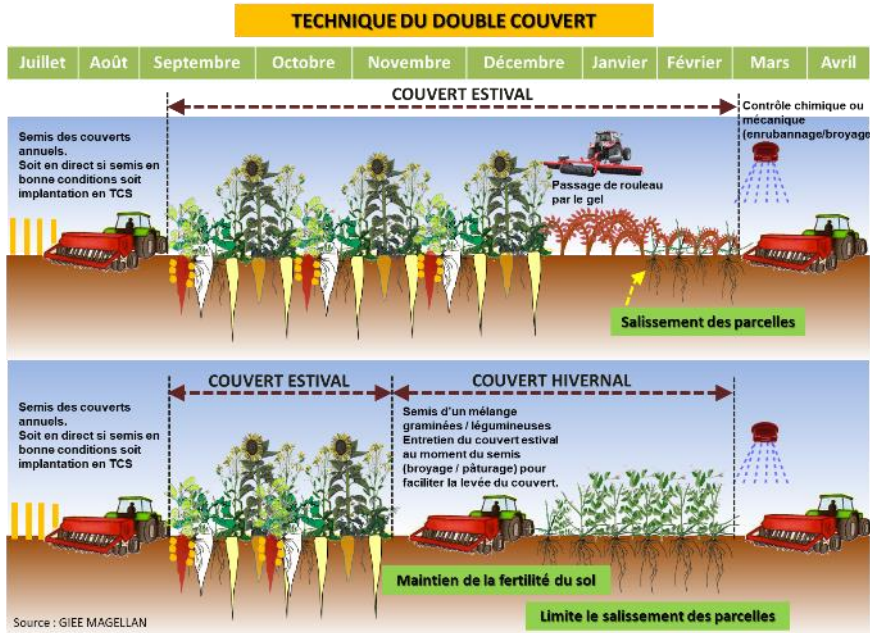
Quelques caractéristiques des espèces :

- **Tournesol** : Intérêt en condition sèche. Bon effet structurant. Bonne production de biomasse. Intérêt en association pour effet tuteur. Dose pratique : 3 à 5 kg/ha. Après destruction, la tige noircie, ce qui favorise le réchauffement du sol en sortie hiver. Très sensible au gel.
- **Nyger** : bon effet étouffement des adventices si bon développement. Attention à sa sensibilité aux limaces. Très sensible au gel.
- **Sarrasin** : Bonne vigueur de départ. Adapté au sol superficiel. Mise à graine possible avec risque d'infestation des cultures suivantes. Implantation délicate. Très sensible au gel.
- **Phacélie** : Implantation délicate. Intérêt en association pour explorer la strate intermédiaire. Famille botanique différente des espèces cultivées (casse le cycle des maladies).
- **Lin** : Bon effet structurant de l'horizon superficiel.

3 – LA TECHNIQUE DU DOUBLE COUVERT

Lors des intercultures longues avant des cultures de printemps à implantation tardive (avril/mai), le couvert implanté en juillet / août peut disparaître durant l'hiver. Le sol sera alors nu par endroit et des adventices peuvent apparaître (vulpin, ray-grass, matricaire, ...).

La mise en œuvre de 2 couverts successifs avec chacun leur spécificité dans leur composition représente alors une alternative intéressante.



Exemple de couvert estival :

Tournesol 8 kg + Phacélie 1.5 kg + Radis chinois 1.5 kg + Féverole 30 kg + Niger 1.3 kg (+ sarrasin 5 kg).

Exemple de couvert hivernal :

Triticale 80 kg + pois fourrager 30 kg

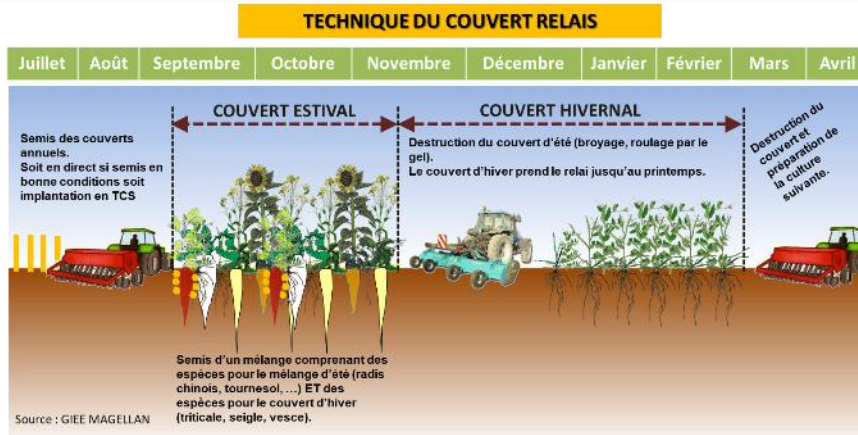
EXEMPLE DE SUCCESSION DE COUVERTS D'INTERCULTURE

- Couvert 1 implanté en été (après la moisson) : composé de tournesol / phacélie / radis chinois / féverole / niger / sarrasin / ...

Une fois que ce couvert atteint le stade floraison, il a joué son rôle. Une exportation est possible pour alimenter les animaux. Une destruction chimique ou mécanique (rouleau / broyage). Le second couvert peut alors être semé.

- Couvert 2 implanté de mi à fin octobre : mélange graminées + légumineuses (triticale + pois fourrager / blé / féverole / blé + triticale + avoine hiver + vesce + féverole + pois fourrager).

Ce mélange pourra être ensilé avant l'implantation de la culture de printemps.



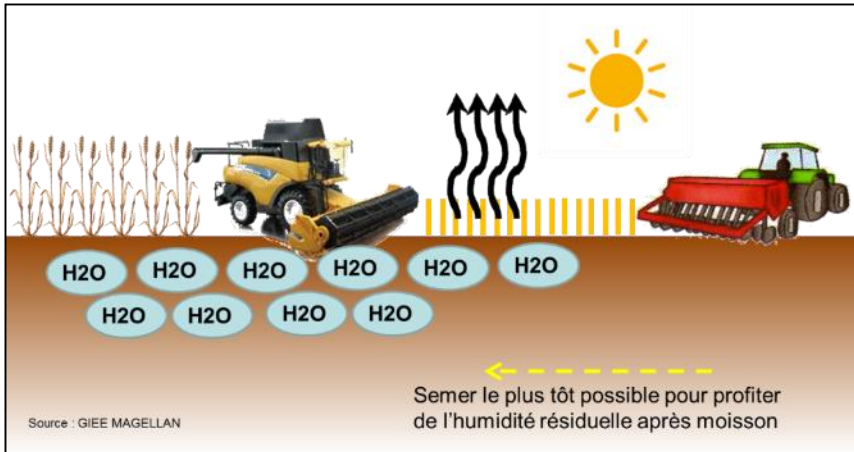
Exemple de couvert intégrant le couvert estival et le couvert relais hivernal :

Tournesol 8 kg + Phacélie 1.5 kg + Radis chinois 1.5 kg + Féverole 30 kg + Niger 1.3 kg + seigle fourrager 30 kg + vesce velue 17 kg.
 Possibilité de remplacer le mélange seigle + avoine par 12 kg de trèfle incarnat (avant maïs par exemple).

>> PARTIE 3 : LES POINTS CLES DE L'IMPLANTATION

L'implantation des couverts végétaux est une des opérations les plus difficiles à mettre en œuvre, tant les facteurs de réussite comme d'échec sont nombreux. Le facteur année est très important, mais nous pouvons néanmoins identifier des points clés indispensables.

1- SEMER TOT SUR UN SOL FRAIS



Pour se développer, les couverts ont besoin d'humidité et de température.

Plus vous pourrez semer tôt, plus les couverts profiteront de l'humidité résiduelle pour germer et se développer. En effet, à maturité, les céréales n'absorbent quasiment plus d'eau, ce qui maintient de l'humidité dans les premiers centimètres du sol.

En plus de l'humidité, les semis précoces permettent à la plante d'emmagasiner plus de lumière et de température, ce qui est favorable à leur croissance.

→ **Vérifier avant de semer que l'humidité du sol sera suffisante pour permettre la levée des couverts.** Dans le cas contraire, le risque de voir la graine s'imbibier puis se dessécher par manque d'eau est important ! Dans ce cas, mieux vaut attendre que le sol se dessèche puis implanter les couverts sur un sol sec qui attendra la prochaine pluie significative pour faire germer les graines.



Il est communément conseillé de semer les couverts tôt après la moisson, en général dans les 4 jours.

Cette pratique est facile à mettre en œuvre dans des systèmes céréaliers, mais est beaucoup plus compliquée dans des systèmes de polyculture élevage où le temps de ramassage de la paille rallonge le délai. Par ailleurs, les conditions de pressage et ramassage peuvent entraîner des problèmes de tassement qui nuiraient au développement du couvert.



Ne pas vous précipiter !

Des semis trop précoces s'exposent davantage aux bioagresseurs :

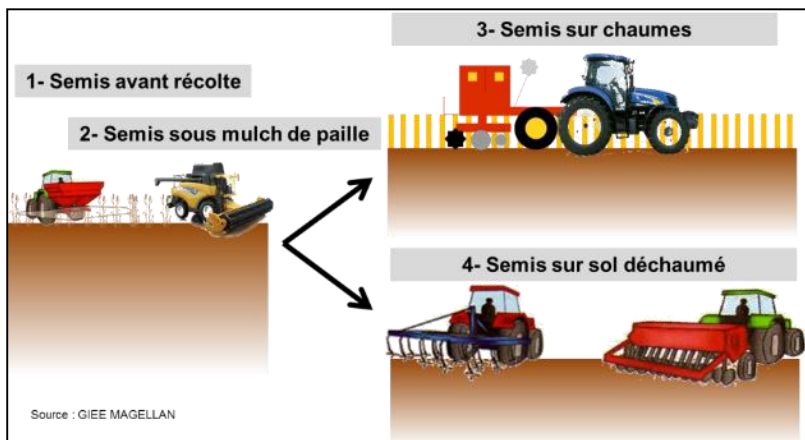
- les levées d'adventices ou de repousses de céréales qu'il serait très difficile de contrôler.
- De même, vous rendrez les plantes semées plus vulnérables à la pression de ravageurs telles que les altises.

Attention à la rémanence des herbicides !

L'implantation d'un couvert s'anticipe dès la culture précédente. Veillez à ne pas utiliser d'herbicides de la famille des sulfonyles (ATLANTIS, ARCHIPEL, ALLIE, MONITOR, ATTRIBUT, ...) trop tardivement sur avril pour ne pas pénaliser la croissance des couverts.

2- CHOISIR LE BON MODE D'IMPLANTATION

Il existe différents mode d'implantation des couverts végétaux :



Chacun présente des avantages et des inconvénients, mais surtout des espèces adaptées à la technique.

Certaines espèces se satisferont d'un semis à la volée alors que d'autres auront besoin d'un lit de semence bien préparé.

►► SEMIS AVANT RECOLTE

Cette technique de semis concerne les semis de couverts au Delimbe, DPS12 ou distributeur à engrais, un mois avant le semis. Le DPS12 offre cependant la meilleure régularité de semis.



Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - Semis précoce - Profite de l'humidité résiduel - Coût modéré (10 – 12€/ha) - Débit de chantier : 10 ha/h - Période plus calme au niveau de l'organisation du travail 	<ul style="list-style-type: none"> - Risque de prédation des graines (limaces) - Nécessité de pluie après épandage - Choix d'espèces important - PMG > 10 g (vesce, radis, sarrasin) - Possible avec colza et moutarde mais largeur maxi de 18 m (PMG < 6 g)

Toutes les espèces ne sont pas adaptées à cette technique. Le tableau ci-dessous récapitule les caractéristiques des espèces utilisables.

	Grosses graines (Vesce, pois, féverole, gesse)	Graines moyennes (Avoine, sarrasin, tournesol, lentille)	Graines de faible densité (Phacélie, ray-grass)	Petites graines (Radis, moutarde, lin, trèfle, lotier)
Semis à la volée	Vesce	Sarrasin		Radis, moutarde



FOCUS : Semer à la volée des grosses graines et des petites graines

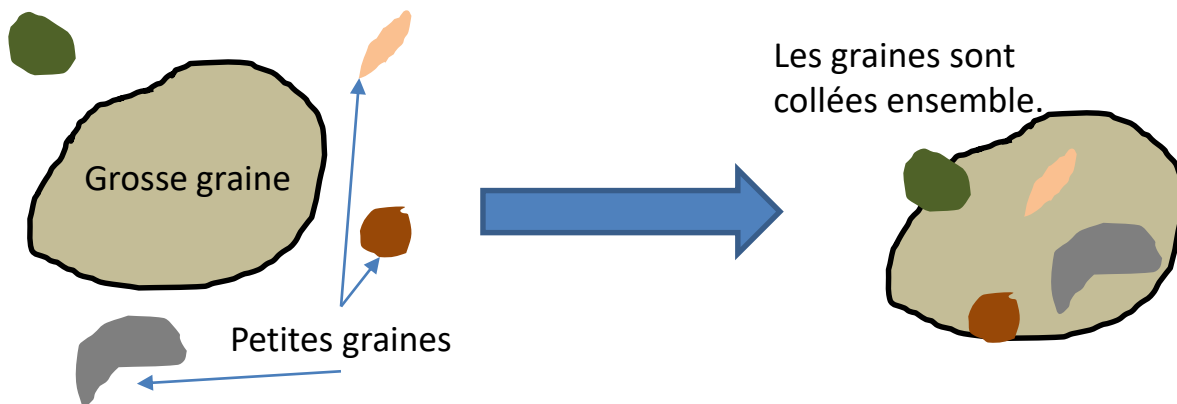
La difficulté lorsque vous souhaitez semer à la volée, qui plus est avec un distributeur à engrais, est de gérer des tailles différentes de graines. En effet, 2 problèmes se posent :

- Les mélanges de couverts avec des tailles et des densités différentes sont difficiles à mettre en œuvre. Un triage des graines dans le distributeur rendra la répartition du semis très aléatoire (au départ, beaucoup de petites graines et à la fin, davantage de grosses graines).
- Le choix de la largeur d'épandage sera très difficile à définir car les grosses graines seront propulsées loin alors que les petites graines se retrouveront autour du passage de tracteur.

Pour pallier à cette situation, nous avons essayé de faire coller des petites graines sur des grosses graines pour améliorer la répartition et permettre d'avoir plusieurs espèces différentes, notamment certaines déconseillées en semis à la volée.

LE PRINCIPE

Le but est de faire coller sur une grosse graine (Pois protéagineux, féverole, ...) des graines plus petites pour faciliter l'épandage.



Pour arriver à ce résultat, il faut :

1 à 2 colles



1 asséchant

Pour faire adhérer les graines entre elles

Pour éviter la formation d'amas de graines

CHOIX DES GROSSES GRAINES SUPPORT :

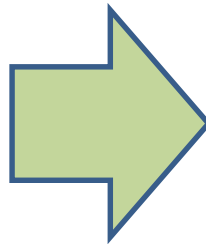
- Privilégier les graines avec peu d'aspérités pour que la « colle » enrobe bien toute la surface et permettre au maximum de petites graines d'y adhérer.
- Choisir des couverts avec des doses de semis permettant un grand nombre de pieds par m² pour assurer la régularité et la couverture du sol. Exemple : en théorie, la répartition du mélange sera meilleure avec comme support des couverts semés à 100 pieds/m² plutôt qu'avec un couvert de grosse graine semé à 30 grains/m².

LA RECETTE DU GIEE MAGELLAN

Composition	%	Poids / ha (kg)
Pois protéagineux	72	97
Couvert Magellan	4.5	6
Sirop de glucose	7.3	9.8
Mélasses	2.5	3.4
Farine	13.7	18.5

Dans notre cas, nous avons décidé de faire coller les petites graines de notre couvert d'interculture **MAGELLAN** (sorgho, trèfle d'Alexandrie, moutarde d'Abyssinie, de radis chinois et de phacélie) sur une grosse graine, à savoir le pois protéagineux. Notre choix s'est porté sur le pois car par rapport aux autres légumineuses à grosse graine, elle s'enrobe bien et la densité de semis permet un nombre important de grain par m² (environ 100).

Le sirop de glucose et la mélasses joue le rôle de colle et la farine d'asséchant.



Un peu de cuisine et de matériel pour essayer différentes formules. Au final, le résultat attendu : les petites graines adhèrent parfaitement à la grosse graine.



ORDRE D'INCORPORATION DANS LA BETONNIERE :

- 1- Mettre les grosses graines,
- 2- Incorporer le sirop de glucose et la mélasses mélangés,
- 3- Ajouter les petites graines,
- 4- Incorporer la farine pour limiter la formation d'amas.

ASTUCE : Pour un meilleur mélange, retirer les pales de la bétonnière afin d'assurer une bonne homogénéisation « en douceur » du mélange.

LES POINTS DE VIGILANCE :

- L'intérêt de cette technique est de profiter de la fraîcheur du sol. Malgré tout, il est important de positionner le semis à la volée au plus près d'un épisode de pluie pour sécuriser la levée avec une humidification des graines et un effet « recouvrement » des petites graines en cas de forte pluie,
- A quelle date semer à la volée ? Pas facile de répondre mais 1 mois avant la moisson semble être un bon compromis pour permettre au couvert de prendre de l'avance,
- Attention au réglage du distributeur pour éviter que les graines ne viennent directement sur l'épi et entraîne des dommages (perte de graines),
- Du fait d'un semis plus précoce qu'à l'accoutumé, il faut être encore plus vigilant sur les résidus d'herbicides qui pourraient pénaliser la croissance et le développement du couvert.

►► SEMIS AU MOMENT DE LA RECOLTE (SOUS LA COUPE)

Source : BASE



Cette implantation nécessite un équipement spécifique qui se monte sur la moissonneuse batteuse pour écarter les graines sous le flux de paille.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - Semis précoce - Profite de l'humidité résiduel - Coût modéré (7 – 8€/ha) - Pas de passage supplémentaire 	<ul style="list-style-type: none"> - Débit de chantier faible (2 ha/h) - Risque de prédation des graines (limaces) - Choix d'espèces important (petites graines)

Toutes les espèces ne sont pas adaptées à cette technique. Le tableau ci-dessous récapitule les caractéristiques des espèces utilisables.

	Grosses graines (Vesce, pois, féverole, gesse)	Graines moyennes (Avoine, sarrasin, tournesol, lentille)	Graines de faible densité (Phacélie, ray-grass)	Petites graines (Radis, moutarde, lin, trèfle)
Semis sous la coupe				Radis, moutarde

►► SEMIS DIRECT SUR CHAUME

Cette technique consiste à semer directement le couvert après la moisson.

Source : GIEE MAGELLAN



Différents types de semoirs sont possibles (cf page ...). Malgré tout, les semoirs à dents (création de structure et de terre fine autour de la graine) sont ceux qui sécurisent le mieux la levée des plantes, surtout lorsqu'il reste de la paille.

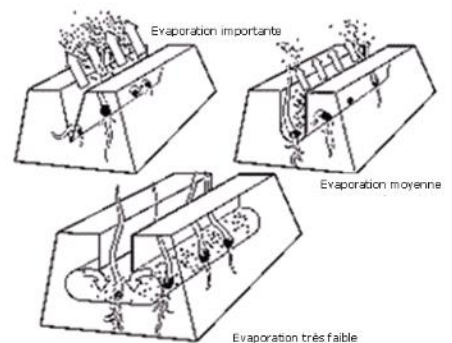
Le semis avec un semoir à disque est envisageable mais il devra respecter certaines dispositions (cf points suivants).



FOCUS sur les semoirs à dents

Nous observons une perte d'humidité en fonction de la forme des sillons et la position de la semence dans le sol (d'après CARTER, 1994).

Les dents en forme de T inversé semblent les plus appropriées.



Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - Semis précoce possible - Profite de l'humidité résiduel - Coût modéré (30 – 50€/ha) - Débit de chantier : 3 ha/h 	<ul style="list-style-type: none"> - Qualité de semis à surveiller (paille dans le sillon) - Risque de prédation des graines (limaces)

Beaucoup d'espèces sont adaptées à cette technique. Le tableau ci-dessous récapitule les caractéristiques des espèces utilisables.

	Grosses graines (Vesce, pois, féverole, gesse)	Graines moyennes (Avoine, sarrasin, tournesol, lentille)	Graines de faible densité (Phacélie, ray-grass)	Petites graines (Radis, moutarde, lin, trèfle)
Semis direct				

►► **SEMIS AVEC TRAVAIL DU SOL**

2 modalités sont possibles :



Source : Agroproof

- ① - Semis à la volée et passage d'outils pour enterrer les grains (opération pouvant se faire en un ou deux passages).

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - Bonne gestion des pailles et ravageurs - Bon contrôle de la qualité de semis - Débit de chantier important : 5 ha/h - Coût modéré (35€/ha) 	<ul style="list-style-type: none"> - Favorise la levée d'adventices - Nécessité d'adapter la profondeur à la taille des graines - Positionnement de la graine aléatoire - Assèchement du sol

Toutes les espèces ne sont pas adaptées à cette technique. Le tableau ci-dessous récapitule les caractéristiques des espèces utilisables.

	Grosses graines (Vesce, pois, féverole, gesse)	Graines moyennes (Avoine, sarrasin, tournesol, lentille)	Graines de faible densité (Phacélie, ray-grass)	Petites graines (Radis, moutarde, lin, trèfle)
Semis à la volée puis déchaumage ou roulage	Possible si le déchaumage recouvre bien les graines			



② - Semis au semoir après un passage d'outils pour préparer le lit de semence.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - Bonne gestion des pailles et ravageurs - Adapté à beaucoup de graines - Bon contact sol-graine 	<ul style="list-style-type: none"> - Favorise la levée d'adventices - Risque d'assèchement (semis d'hiver) - Débit de chantier : 1,5 ha/h - Coût (60€/ha)

Beaucoup d'espèces sont adaptées à cette technique. Le tableau ci-dessous récapitule les caractéristiques des espèces utilisables.

	Grosses graines (Vesce, pois, féverole, gesse)	Graines moyennes (Avoine, sarrasin, tournesol, lentille)	Graines de faible densité (Phacélie, ray-grass)	Petites graines (Radis, moutarde, lin, trèfle)
Déchaumage et semis au combiné				

3- LIMITER LA PRESENCE DE PAILLE

La présence de paille entraîne plusieurs inconvénients :

- Gène au moment du semis (dans le cas d'utilisation de semoirs à disques, paille coincée dans le sillon) ce qui va limiter le contact sol-graine,
- Concurrence vis-à-vis du couvert dans la consommation d'azote du sol,
- Maintien d'un environnement favorable à certains ravageurs (limaces par exemple).

Pour éviter ces effets négatifs, vous pouvez mettre en place certains leviers :

A la moisson,

- Veiller à bien écartier la paille et ainsi éviter l'effet «andain». Dans les anciens andains de paille, les couverts ont davantage de mal à se développer.
- Récolter des pailles hautes. Plus vous couperez haut, moins il y aura de pailles au sol et moins il y aura de consommation d'azote pour les dégrader.



Effet de la taille des brins de paille

Plus les brins de paille sont courts, plus ils seront rapidement dégradés par l'activité biologique du sol. En laissant des pailles hautes, même si celles-ci sont couchées au sol lors du semis, elles se dégraderont plus lentement, ce qui laissera plus d'azote disponible pour les couverts ou les cultures.

Après la moisson,

- L'exportation des pailles lorsqu'elle est possible limitera l'effet dépressif. Attention cependant au chantier de récolte qui lorsqu'il est fait en condition humide peut occasionner des tassements qu'il faudra corriger avant d'implanter une culture ou un couvert.

4- LIMITER LES RESIDUS D'HERBICIDES

L'implantation des couverts s'anticipe dès la culture précédente en adaptant le programme herbicide. Eviter l'utilisation de sulfonylurées pour réduire les risques de phytotoxicité sur le couvert. Préférer les hormones en application tardive sur dicotylédones car ils sont moins rémanents. De même, ces risques sont d'autant plus importants que les applications d'herbicides ont été réalisées tardivement au printemps (avril/mai). Exemple : rattrapage avec un herbicide à base de metsulfuron méthyl pour détruire des chardons au stade 2 Nœuds de la céréale.



Rémanence des herbicides

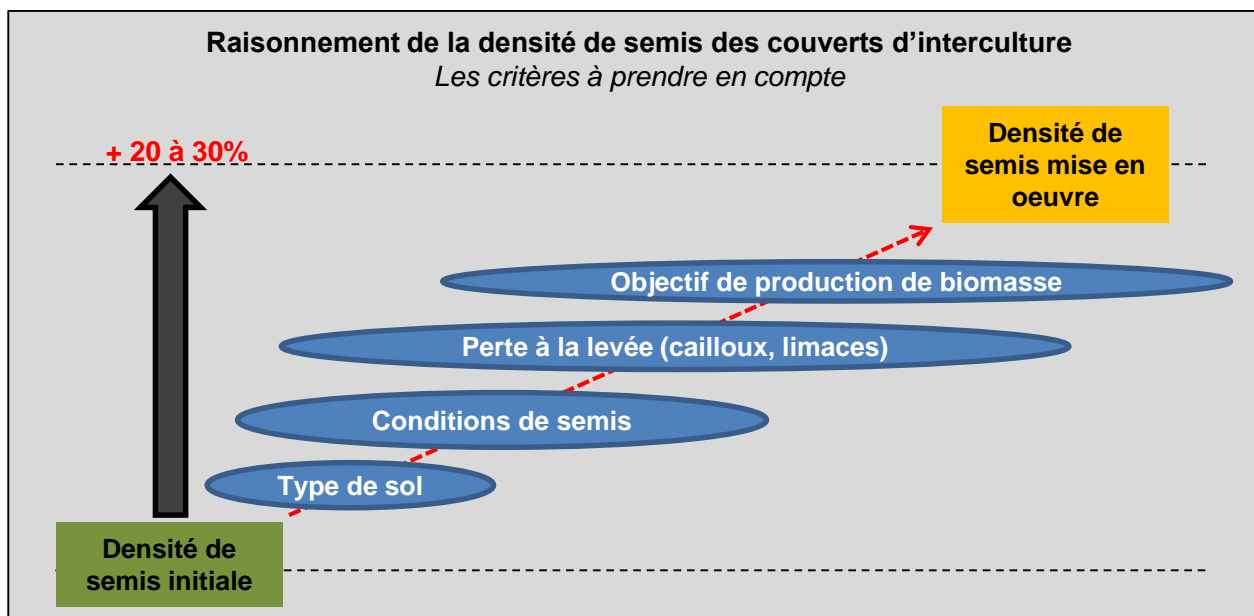
Toutes les sulfonylurées et les hormones ont un effet négatif sur les levées de couvert, cependant, certains d'entre eux sont plus néfastes que d'autres sur les couverts. Les résidus de MONITOR ou ATTRIBUT perturbent fortement la levée des couverts.

Ces substances actives étant hydrolysées dans le sol, leur effet sera moins prononcé les printemps et été humides. A contrario, en année sèche, leur impact sera plus grand. Dans ces conditions, pour limiter cet inconvénient, un travail du sol même léger pourra être effectué pour les diluer dans le sol.

5- ADAPTER LA DENSITE DE SEMIS

Les densités de semis que vous trouverez dans ce guide ou d'autres références sont données à titre indicatifs.

En règle générale, nous conseillons d'augmenter la densité de semis de 20 à 30% pour assurer une bonne couverture du sol et une production de biomasse suffisante (2 T MS/ ha minimum).



6- ETRE PRET AVANT LA MOISSON

Pour éviter les mauvaises manipulations ou les erreurs de mélange réalisés dans la précipitation, nous conseillons de préparer vos couverts avant la moisson afin d'être prêt à semer le plus tôt possible. Ceci est d'autant plus vrai dans le cadre de mélanges complexes.

Semer des couverts nécessite une organisation où bien souvent il est important d'avoir un peu de stock de couverts pour éviter d'être pris au dépourvu au moment du semis par des retards de livraison.

>> PARTIE 4 : LA DESTRUCTION DES COUVERTS

En semis direct sous couvert, il existe des possibilités de destruction du couvert qui ne nécessitent pas de perturber le sol. Nous vous les présentons dans la partie suivante.

►► LA DESTRUCTION CHIMIQUE

La destruction chimique s'appuie essentiellement sur 2 herbicides autorisés en interculture.

- Le glyphosate :

La présence de cette molécule ainsi que celle de son dérivé (AMPA) dans les eaux de surface, en fait un herbicide très controversé.

Dans beaucoup de systèmes en SDCV, cet herbicide est incontournable car il sécurise l'implantation en détruisant les adventices et les couverts. Il ne faut cependant pas en oublier ses inconvénients et tenter au maximum de réduire la dépendance des systèmes SDCV à cette molécule.

Spécialités commerciales	Composition	Réglementation			Conditions d'utilisation	Caractéristiques et choix des adjuvants		
		DAR (j)	ZNT (m)	DRE (h)		Acide	Neutre	Basique
Nombreuses spécialités	Glyphosate 360 g/l	30	5	24	Plage de températures : $8^{\circ}\text{C} < T^{\circ}\text{C} < 25^{\circ}\text{C}$ Hygrométrie > 70% Délai à la pluie 4 h Absence de stress hydrique. Préférer les faibles volumes d'eau. Sensible à la dureté de l'eau (nécessite d'ajouter un sel en fonction de votre analyse d'eau).	Acide	Neutre	Basique
		Herbicide soumis à des limitations (cf ci-dessous)				4.9	Huile	Mouillant

Le glyphosate étant sensible à la dureté de l'eau, corriger votre eau si la dureté est supérieure à 200 ppm.
 > 100 g de sulfate d'ammonium pour 100 l d'eau à 100 ppm de calcium.

En règle générale : 1 l d'Actimum / ha suffit

ATTENTION : Cet herbicide est voué à disparaître à moyen terme. Il est important de mettre en avant les autres méthodes (cf page 64).



Dose maximale d'utilisation


Les doses d'emploi ont été révisées en octobre 2004.

Usage	Catégorie	Dose maximale autorisée en g de substance active /ha
Interculture	Graminées annuelles	1080 g Soit 3 l de formulation 360 g/l
	Dicotylédones annuelles et bi-annuelles	2160 g Soit 6 l de formulation 360 g/l
	Vivaces	2520 g Soit 7 l de formulation 360 g/l
Céréales avant récolte		2160 g Soit 6 l de formulation 360 g/l

➔ La dose maximale tout usage cumulé par an est de 2880 g/l soit 8 l pour un herbicide à 360 g/l.

- **Le 2,4-D :**

Le CHARDOL 600 est le seul herbicide à base de 2,4-D autorisé en interculture. Il est intéressant car il permet de réduire la dose de glyphosate utilisée tout en améliorant l'efficacité sur dicotylédones, notamment des vivaces.

Spécialités commerciales	Composition	Réglementation			Conditions d'utilisation	Caractéristiques et choix des adjuvants		
		DAR (j)	ZNT (m)	DRE (h)		Acide	Neutre	Basique
CHARDOL 600 DH : 1,4 l/ha Formulation : SC	2,4-D 600 g/l	-	5	48	Plage de températures : 12°C < T°C < 25°C Hygrométrie > 70% Délai à la pluie 4 h Absence de stress hydrique.	Acide	Neutre	Basique
Restriction d'utilisation en fonction de la culture suivante (cf ci-dessous).								
					Huile Mouillant Sel Les hormones n'ont pas besoin d'adjuvant. Préférer les interventions aux températures optimales.			



Restriction d'utilisation


Attention à l'utilisation du 2,4-D avant semis car il peut perturber la levée des cultures suivantes.

Le tableau ci-contre indique les délais à respecter.

Culture suivante	Délai avant semis
Colza	Ne pas traiter
Culture légumière	Ne pas traiter
Betterave	2 mois
Céréales	7 jours
Maïs	15 jours
Pois d'hiver	1 mois
Pois de printemps	1 mois
Pomme de terre	2 mois
Tournesol	1 mois

- **Le Dicamba :**

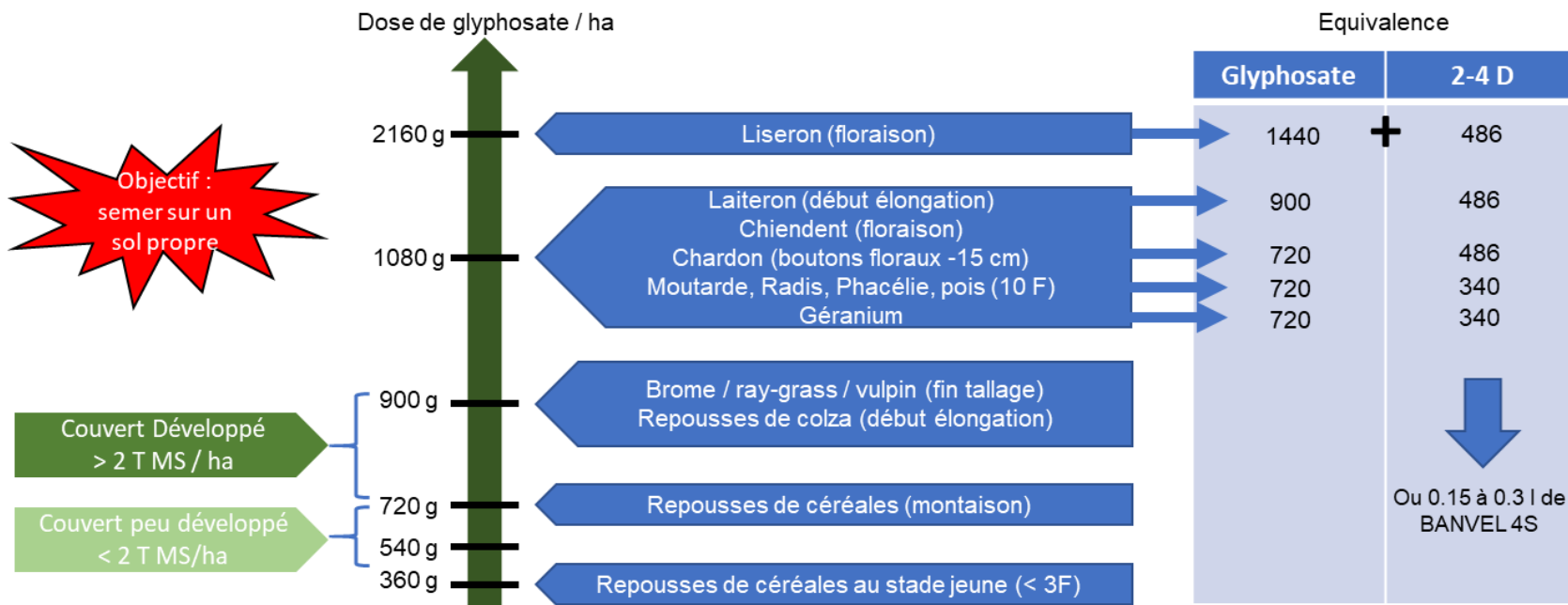
Le BANVEL 4S est également utilisable en interculture.

Spécialités commerciales	Composition	Réglementation			Conditions d'utilisation	Caractéristiques et choix des adjuvants		
		DAR (j)	ZNT (m)	DRE (h)		Acide	Neutre	Basique
BANVEL 4S DH : 0.6 l/ha Formulation : SL	Dicamba 480 g/l		5	24	Plage de températures : 15°C < T°C < 20°C Hygrométrie > 70% Délai à la pluie 4 h Absence de stress hydrique.	Acide	Neutre	Basique
Restriction d'utilisation en fonction de la culture suivante.								
					Huile Mouillant Sel Les hormones n'ont pas besoin d'adjuvant. Préférer les interventions aux températures optimales.			

Il apporte un plus sur dicotylédones vivaces (laiteron, liseron) ou des géraniums.

Pour limiter les risques de phytotoxicité, veuillez à appliquer le produit au moins 10 jours avant semis.

Raisonnement des doses d'herbicides chimiques selon les adventices visées et leur stade.



Grammes de glyphosate	Litres de Roundup (360 g/l)
360	1
540	1.5
720	2
900	2.5
1080	3

L'association du glyphosate avec du BANVEL 4S ou du 2-4 D se justifie pour la destruction d'adventices vivaces.

►► LA DESTRUCTION MECANIQUE SANS EXPORTATION DU COUVERT

Plusieurs outils peuvent être utilisés pour détruire le couvert et ainsi permettre l'implantation de la culture suivante :

METHODES	DESCRIPTION	COMMENTAIRES
BROYAGE	<p>Utilisation d'un broyeur.</p> <p>Débit de chantier faible : 1.5 ha/h pour un modèle de 3 m. Coût : 25 à 35 €/ha.</p>	<p>Mode de destruction intéressant pour toutes les espèces ne repoussant pas après broyage (moutarde, phacélie, féverole, tournesol, radis, ...). Il est donc peu efficace sur des couverts à base de graminées.</p> <p>Le broyage ne se fait pas toujours au ras du sol, si bien que certaines adventices (rampantes notamment – exemple liseron) peuvent ne pas être contrôlées par le passage.</p> <p>Le mulch laissé au sol peut être un inconvénient au moment du semis (gêne à la levée, maintien des ravageurs comme les limaces, limitation du réchauffement du sol, ...).</p>
ROLOFACA	<p>Le principe est de pincer la tige des couverts pour entraîner un dessèchement sans la sectionner pour que les tiges restent au sol. Ainsi le risque de bourrage entre les éléments semeurs est réduit, sans pour autant être supprimé.</p> <p>Le rouleau est équipé de lame pour pincer. Un laistage du rouleau est possible selon les modèles.</p> <p>Débit de chantier : 2 ha/h pour un modèle de 3 m. Coût : 15 à 20 €/ha.</p>	<p>Cette méthode présente un intérêt :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pour certaines espèces (plantes hautes : moutarde, avoine, seigle, féverole). Cette méthode n'est donc pas adaptée pour des espèces herbacées (trèfle, vesce, ...). - Pour certains stades des couverts. La période « épiaison – floraison » est la plus adaptée pour passer le rolofaca. A ce stade, la tige est plus fragile, si bien qu'après roulage, la plante ne se redressera pas. <p>Méthode présentant peu d'effet sur le contrôle des adventices. Il faut donc s'assurer d'avoir des couverts étouffants pour limiter la présence d'adventices.</p>
ROULAGE	<p>Le principe est de rouler le couvert pour écraser les plantes et ainsi entraîner leur dessèchement ou freiner leur développement (trèfle, luzerne).</p> <p>Ce roulage a également d'autres effets comme le rappuyage de la ligne de semis et la diminution des infractuosités du sol (perturbation des limaces dans leur déplacement).</p>	<p>Ce mode de destruction n'est pas adapté à des couverts avec des tiges souples (vesce, graminées au stade herbacé, ...).</p> <p>Passer après le semis, il permet également de mettre à jour davantage les adventices au pied du couvert et les rendre plus accessible au traitement.</p>

►► EXPORTATION DES COUVERTS

Dans les systèmes avec élevage, pour « nettoyer » la parcelle avant le semis, il est possible d'exporter le fourrage soit sous forme de pâturage, soit sous forme d'enrubannage.

Source : GIEE MAGELLAN



Pour limiter le tassement, il est conseillé de ne pas laisser séjourner trop longtemps les animaux sur la parcelle, quitte à intensifier un peu le chargement/ha pour accélérer la consommation de fourrage dans le temps imparti.

En fonction de votre troupeau, une gestion des refus par broyage peut être nécessaire avant le semis.

►► UTILISATION DE COUVERTS GELIFS

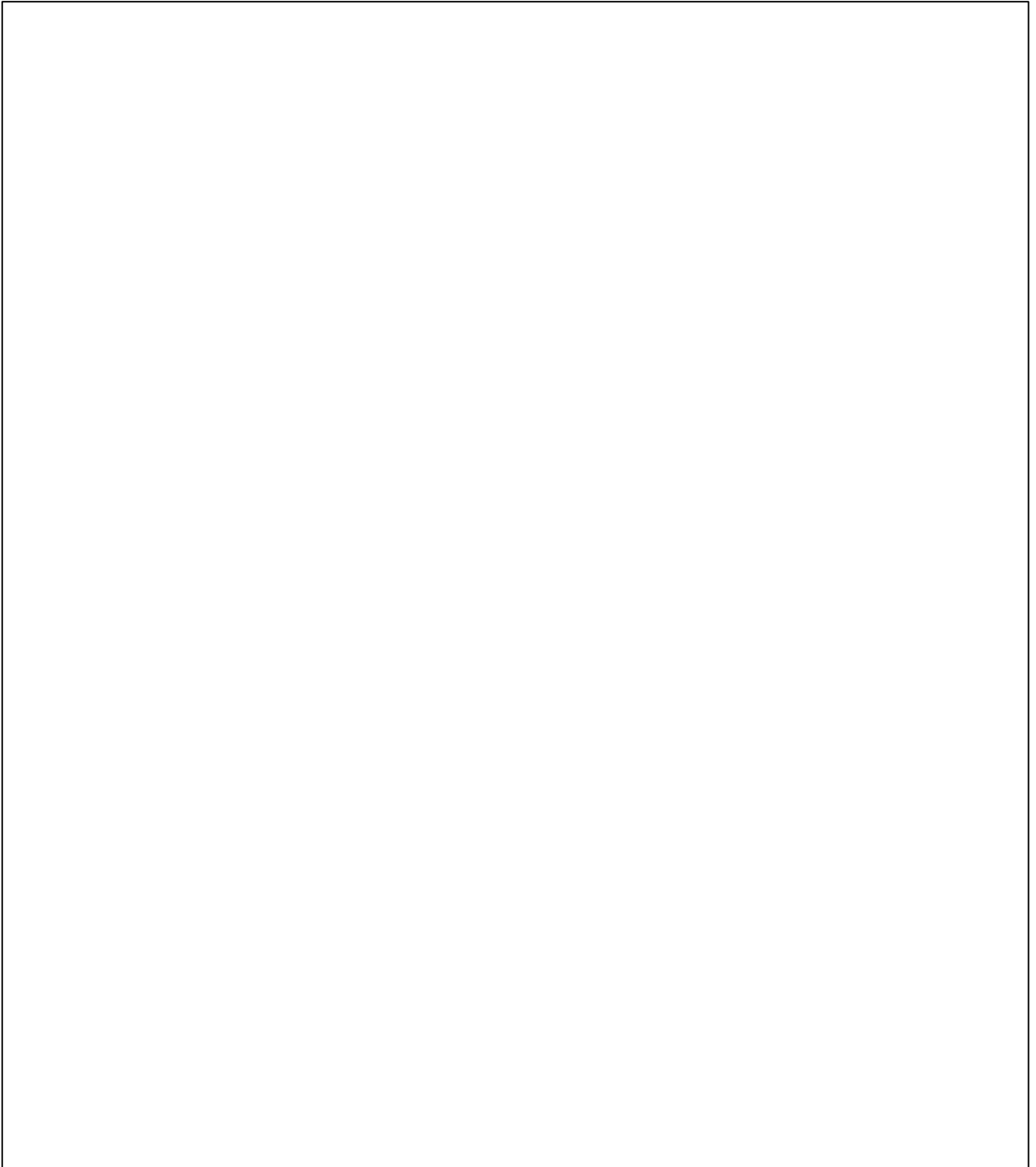
Une autre alternative concerne l'utilisation d'espèces gélives.

Le tableau ci-dessous récapitule la sensibilité de certaines espèces au gel. Attention, hormis certaines espèces très sensibles comme le niger, plusieurs jours de gel sont souvent nécessaires pour détruire les couverts.

Pour les espèces moyennement sensibles, le roulage par le gel améliore la destruction du couvert en le sensibilisant à l'effet du froid.

Sensibilité au gel	Exemples de couverts
Sensible	Niger, Tournesol, Sarrasin, Sorgho, Trèfle d'Alexandrie, Moha.
Moyennement sensible	Moutarde, Radis chinois, Féverole, Avoine, Vesce.
Peu sensible au gel	Ray-grass, Seigle, Trèfle incarnat, Radis fourrager.

MES NOTES



CHAPITRE 2



A RETENIR

Les couverts permanents présentent de nombreux avantages (agronomiques et économiques). C'est ce couvert qui va piloter le système. Des points de vigilance sont à respecter pour limiter les effets négatifs.

LES COUVERTS PERMANENTS



Nous avons vu dans le chapitre précédent les caractéristiques, les critères de choix et la conduite des couverts annuels d'interculture.

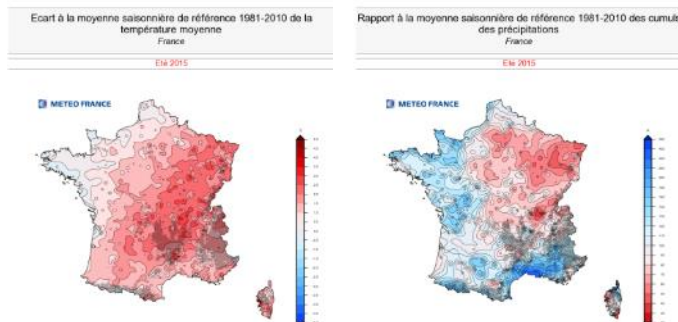
Cependant, d'autres types de couvert présentent des avantages en semis direct sous couvert : les couverts permanents à base de légumineuses fourragères.

>> PARTIE 1 : POURQUOI DES COUVERTS PERMANENTS

1- PRISE EN COMPTE DES ALEAS CLIMATIQUES EN INTERCULTURE

La qualité de l'implantation et la réussite des couverts sont dépendantes des conditions climatiques en interculture. En effet, un temps sec et des températures chaudes ne sont pas favorables à une croissance optimale des couverts (problèmes de levée). A titre d'exemple, les graphiques ci-dessous montrent la situation climatique de l'été 2015.

Les couverts permanents, avec leur implantation réalisée en même temps qu'une culture auront tout le cycle cultural pour se développer, ce qui représente une solution intéressante pour assurer la présence d'un couvert en interculture et sécuriser l'implantation de la culture suivante en semis direct.



Par rapport à un couvert annuel, un couvert en place à la moisson aura plus de facilité à repartir en végétation dès les premières précipitations car son système racinaire est déjà fonctionnel.

Il sera également moins sensible à la concurrence des adventices car il « occupe » déjà le terrain.

2- INTERETS ECONOMIQUES

La mise en œuvre de couverts permanents représente un intérêt économique par rapport aux couverts annuels. En effet, une fois semé, le couvert reste en place plusieurs années, en moyenne 3 ans.

Le tableau ci-dessous compare les intérêts économiques notamment au moment de l'implantation entre les 2 types de couverts.

	Couvert annuel	Couvert permanent (Implantation avec le colza)
Coût du couvert (€/ha)	35 € * (à renouveler chaque année)	50 à 70 € (pour 3 ans)
Coût d'implantation supplémentaire (€/ha)	30 à 50 € (selon le matériel et le type d'implantation)	0 € (implantation avec le colza donc pas de coût supplémentaire)
SOIT	Soit 65 à 85 €/an	Soit 16 à 23 €/ an sur 3 ans

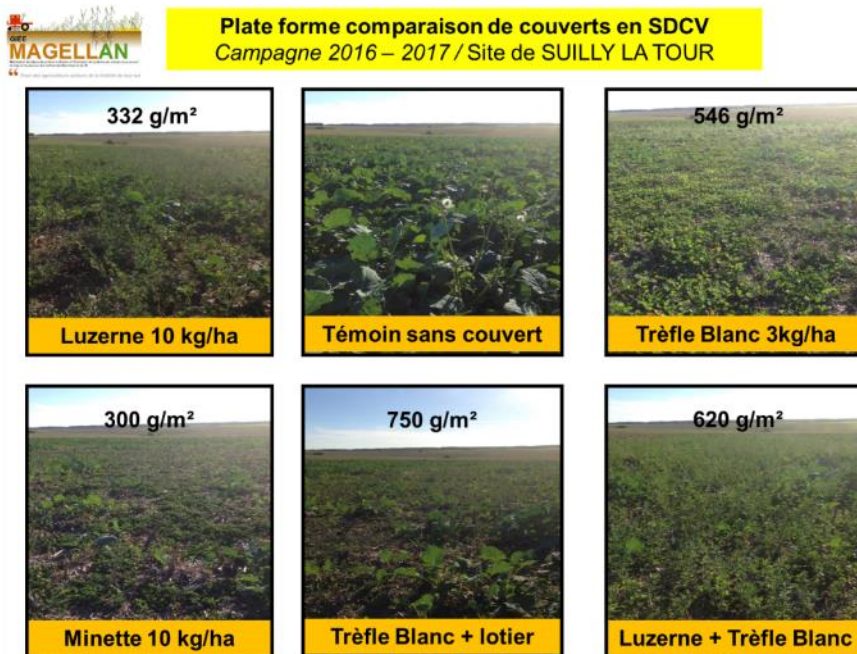
* Coût intégrant la présence de légumineuses dans le mélange.

3- LES BENEFICES AGRONOMIQUES

►► LA GESTION DES ADVENTICES

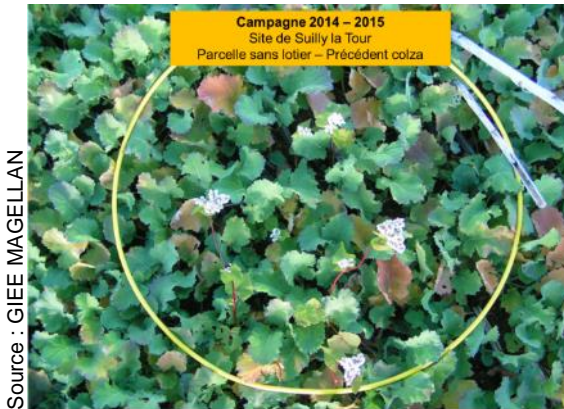
Les couverts permanents de part leur système racinaire laisseront en théorie peu de place aux adventices.

Les photos ci-dessous montrent la capacité des couverts permanents à gérer l'enherbement. Il s'agit de mesures de biomasses des couverts permanents réalisées en interculture entre un colza et une orge d'hiver sur notre site de Suilly la Tour (58).



Nous reviendrons plus tard sur le choix des couverts permanents et leur conduite mais nous pouvons retenir de cet essai que par rapport au témoin sans couvert, les couverts permanents ont réduit fortement la présence de repousses de colza en interculture.

Cet autre essai réalisé sur une même parcelle par le GIEE durant la campagne 2014 -2015 montre également la capacité d'un couvert permanent, ici un lotier en première année, à limiter la présence d'autres plantes (repousses de colza).



Source : GIEE MAGELLAN

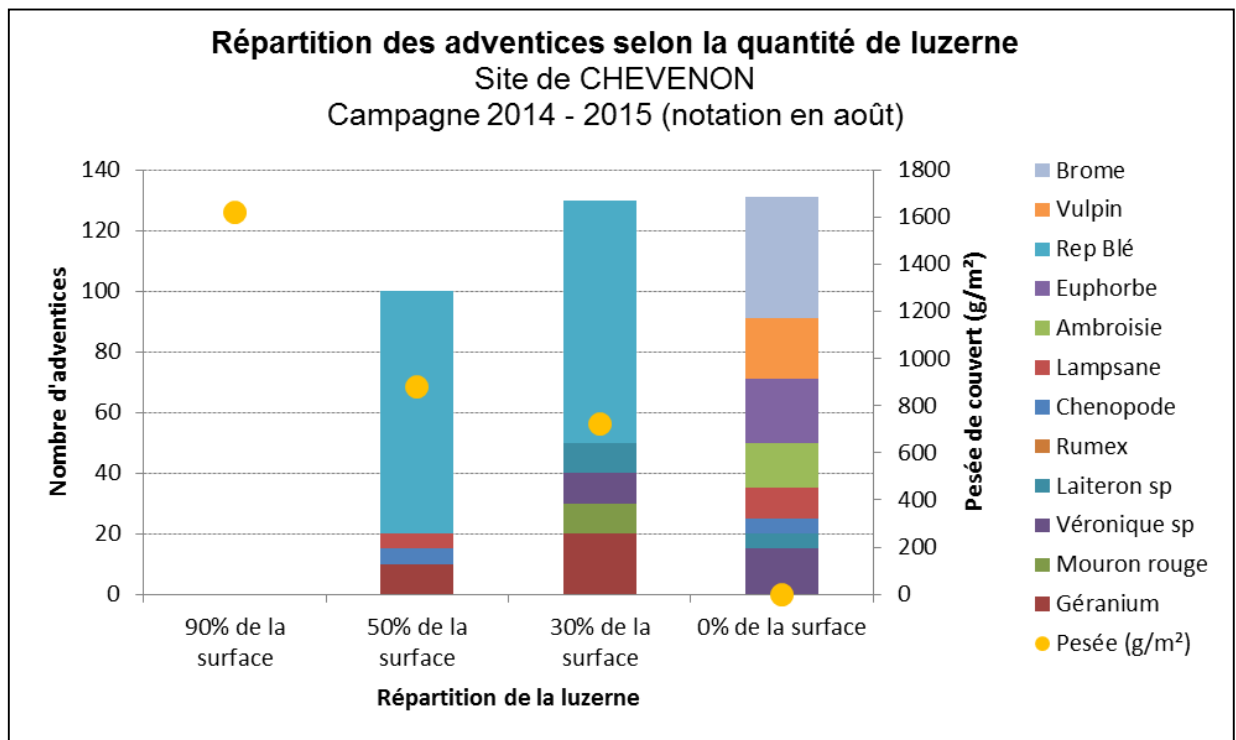


Source : GIEE MAGELLAN



La capacité d'un couvert permanent à étouffer les adventices dépend surtout de sa capacité à occuper l'espace avant que les mauvaises herbes ne soient présentes.

Le graphique ci-dessous illustre la répartition des adventices en fonction de la quantité de luzerne (% sur la parcelle et biomasse).



Un couvert dense et homogène est donc à rechercher en interculture mais également en végétation dans la culture précédente pour maximiser sa présence et ainsi limiter la présence d'adventices.

Dans cet objectif, la stimulation des ramifications des légumineuses pérennes est conseillée afin d'accroître leur compétitivité vis-à-vis des autres espèces. Dans ce cas, réalisez un broyage, un fauchage ou un pâturage.

►► LA NUTRITION DES PLANTES

Nous le verrons plus en détail dans la partie relative à la nutrition des plantes et l'adaptation de la fertilisation azotée mais la présence de légumineuses pérennes permet de jouer sur plusieurs tableaux :

- Fourniture d'azote grâce à la mise en place de nodosités (fixation de l'azote atmosphérique par les légumineuses). Cet azote sera disponible en partie en cours de culture selon l'espèce choisie mais surtout après la destruction du couvert (50 à 150 u N).
- Favorisation de la symbiose mycorhizienne qui augmente la surface explorée par les racines et augmente la biodisponibilité de certains éléments (phosphore).
- Stimulation de l'activité microbienne ce qui permet d'augmenter la minéralisation de la matière organique mais également la diversité des éléments fournis.



Source : GIEE MAGELLAN



Source : GIEE MAGELLAN

►► EFFET SUR LA MATIERE ORGANIQUE DU SOL

Nous avons réalisé des simulations avec le logiciel SIMEOS, afin de connaître l'effet des couverts permanents sur l'évolution de la teneur en matières organiques dans les sols.

Hypothèse de départ : Rotation Colza / Blé / Orge d'hiver.
 Sol limono-argileux – pas d'apport de matières organiques sur la parcelle.
 CaCO3 : 5g/kg / C org : 10%
 Paille exportée sauf celle du colza. Implantation en TCS.

Résultats & discussion

Nous vous présentons les résultats des différentes hypothèses que nous avons formulé. En premier lieu, les résultats de la situation initiale sont présentés ci-dessous :

Exploitation : Exploitation
 Parcelle : Parcelle
 Scénario : Scénario démo 1

Stock à l'équilibre : 41.32 T/ha

Année	Stock C 0-30 cm t/ha	Teneur moyenne sur Zone travaillée 0-17 cm		Teneur moyenne sur prof. de prélèvement 0-30 cm	
		Teneur C g/kg	Teneur MO %	Teneur C g/kg	Teneur MO %
0	42.00	10.00	2.00	10.00	2.00
2	42.04	10.10	2.02	10.01	2.00
4	42.07	10.19	2.04	10.02	2.00
6	42.09	10.28	2.06	10.02	2.00
8	42.10	10.35	2.07	10.02	2.00
10	42.11	10.43	2.09	10.03	2.01
12	42.12	10.49	2.10	10.03	2.01
14	42.12	10.55	2.11	10.03	2.01
16	42.11	10.61	2.12	10.03	2.01
18	42.11	10.66	2.13	10.03	2.01
20	42.10	10.70	2.14	10.02	2.00
25	42.07	10.81	2.16	10.02	2.00
30	42.03	10.89	2.18	10.01	2.00
35	41.98	10.95	2.19	10.00	2.00
40	41.93	11.01	2.20	9.98	2.00
45	41.88	11.05	2.21	9.97	1.99
50	41.83	11.09	2.22	9.96	1.99
100	41.49	11.22	2.24	9.88	1.98

Flux de biomasse végétale restituée au sol :
 Biomasse aérienne moy. restituée : 3.94 T de MS/ha/an
 Biomasse racinaire moy. restituée : 2.27 T de MS/ha/an

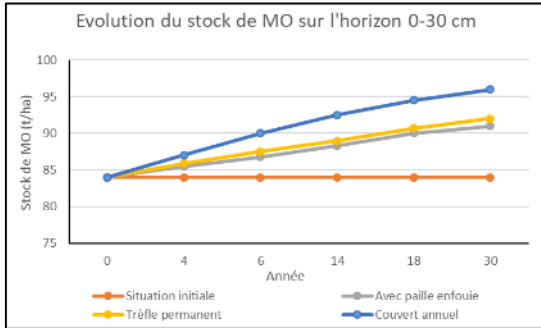
Evolution du stock de Matière Organique sur 0-30cm

Evolution du taux de Matière Organique de la couche travaillée

► Répartition sur la profondeur de prélèvement (30 ans)

Implantation TCS sans couvert et paille exportée

Si nous regardons les résultats sur l'horizon 0-30 cm, nous remarquons que la teneur en matières organiques n'évolue pas au cours de la période de simulation (30 ans). La non restitution des pailles (hormis celle du colza) est sans doute compensée par le travail du sol en TCS.



Nous avons formulé 3 hypothèses :

- Implantation TCS mais avec les pailles enfouies -> courbe verte,
- Implantation en SD avec un couvert de trèfle permanent (1 à 2 T de MS / an) -> courbe jaune,
- Implantation en SD avec des couverts annuels chaque année (2 à 3 T de MS / an) -> courbe bleue,
- La situation initiale (TCS, paille exportée) est représentée sur la courbe rouge.

Nous remarquons que, dans le contexte de notre simulation, l'enfouissement de la paille assure sur 30 ans, une augmentation du stock de MO sur l'horizon 0-30 cm. Il passe de 84 à 92 T / ha.

La mise en œuvre du semis direct et des couverts annuels assurent la meilleure fourniture de matières organiques au sol. Le stock de MO passe de 84 à 96 T/ha. La contrainte reste de réaliser 2 à 3 T de MS/an, ce qui en zone intermédiaire n'est pas toujours réalisable.

Le recours à un couvert de trèfle blanc permet un gain de MO proche de celui permis par l'enfouissement des pailles ! Avec un volume de biomasse nécessaire atteignable régulièrement !

►► EFFET SUR LA TEMPERATURE DU SOL

Nous avons réalisé des mesures de température à la surface du sol en août 2018.



A 11h30 : l'écart est de 7.7°C.

A 15h30, il est de plus de 15°C !

Cette manipulation montre l'intérêt de la couverture permanente des sols sur sa capacité à tamponner les variations du milieu pour maintenir d'un milieu favorable à l'activité des micro-organismes du sol et des racines (température et humidité du sol).

>> PARTIE 2 : LES DIFFERENTS COUVERTS PERMANENTS

1- LES ELEMENTS A PRENDRE EN COMPTE DANS LE CHOIX DES COUVERTS

Le choix d'un couvert permanent se fait en fonction de plusieurs critères :

- **Le type de sol** : certains couverts sont plus adaptés au sol superficiel, au sol acide ou au sol hydromorphe.
- **La concurrence vis-à-vis des cultures de vente** (profondeur d'enracinement, dynamique de croissance à l'automne et reprise au printemps, concurrence pour la lumière) **ou des adventices**,
- **La tolérance aux herbicides** : utilisation des herbicides des cultures pour contrôler les adventices et régulation chimique possible en culture sans destruction,
- **Le potentiel fourrager** pour des exportations possibles en interculture.
- **La présence de drainage** : certains couverts sont déconseillés en sol drainé avec risque de bouchage des drains (lotier / luzerne).
- **Le risque sanitaire** : certaines légumineuses sont peu sensibles voire tolérantes à l'aphanomyces, elles sont à privilégier dans les rotations comprenant des légumineuses sensibles.

2- PRESENTATION DES DIFFERENTS COUVERTS PERMANENTS



Pour choisir votre couvert permanent, les pages suivantes récapitulent les caractéristiques des principales espèces développées dans le GIEE MAGELLAN (Trèfle blanc, trèfle violet, luzerne, lotier).

Pour valider votre décision, nous vous conseillons de regarder autour de vos parcelles, pour observer la présence de certaines espèces. Par exemple, la présence de trèfle ou de lotier en bordure de parcelle indique que l'espèce est adaptée à votre milieu.

LE TREFLE BLANC



Source : GIEE MAGELLAN

NOM SCIENTIFIQUE : Trifolium repens

FAMILLE : Fabacées

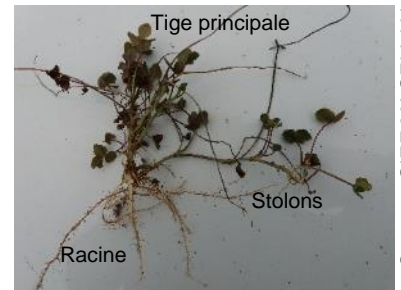
PERENNITE : 4 à 5 ans

PMG : 0.5 à 0.8 g

PRODUCTION FOURRAGERE EN INTERCULTURE : OUI

Le trèfle blanc présente des stolons qui lui permettent de mieux coloniser le milieu.

Il s'adapte à beaucoup de types de sols mais il a une préférence pour les sols riches en matières organiques et bien drainé. Peu adapté au sol sec.



Source : GIEE MAGELLAN

Reprise de végétation en mars-avril.

Prix indicatif : 7€/kg soit 21 €/ha à 3 kg/ha.

Adaptation au type de sol			Caractéristiques				
Argilo-calcaire	Limon - argile	Sol froid / battant	Densité de semis				2.5 à 3 kg/ha
			Profondeur de semis				0.5 à 1 cm
pH < 7	pH = 7	pH > 7	Vitesse d'installation				Assez rapide
			Dynamique de croissance				
■ ■ ■			Hiver	Printemps	Ete	Automne	
Enracinement			Caractéristiques				
			Pouvoir concurrentiel vis-à-vis des cultures				■ ■ ■
			Sensibilité à l'Aphanomyces				■ ■ ■
			Agressivité vis-à-vis des adventices				■ ■ ■
			Sensibilité aux herbicides				■ ■ ■
			Possibilité en sol drainé				■ ■ ■

Défavorable
 Moyen
 Favorable
 Possible
 Adapté

IMPORTANTANCE DU CHOIX VARIETAL : Il existe 3 types de trèfle blanc.

Types de trèfle blanc	NAIN Ou Hollandicum	INTERMEDIAIRE	GEANT Ou Ladino
Exemples de variétés	Alice, Huia, Aberace	Tribute, Demand, Aberdai, Milagro	Tivoli, Aran
Description	Possède de petites feuilles et davantage de points d'ancrage au sol que les autres types de trèfle	Morphologie intermédiaire aux 2 autres types de trèfles	Présente des folioles de grande taille et moins de points d'ancrage au sol que les autres types de trèfle blanc
Intérêt en Semis Direct Sous Couvert	→ Espèces possible. Dans nos essais, le trèfle blanc intermédiaire a montré le meilleur comportement « agressivité cultures x agressivité adventices ».		Il concurrence fortement les cultures → A éviter



ESSAI VARIETES TREFLE BLANC ET VIOLET

Campagne 2015 – 2016

Réalisé en partenariat avec la Chambre d'Agriculture de la Nièvre



Variété	Distributeur	Type	Couverture du sol
DEMAND	LG	Trèfle blanc Intermédiaire Feuille moyenne	++
MILAGRO	LG	Trèfle blanc Intermédiaire Feuille moyenne	++
TANDEM (ARAN + ABERDAI)	JOUFFRAY DRILLAUD	Trèfle blanc Intermédiaire / Géant Feuille moyenne / grande	+
ABERDAI	JOUFFRAY DRILLAUD	Trèfle blanc Intermédiaire Feuille moyenne	+
ABERACE	JOUFFRAY DRILLAUD	Trèfle blanc Nain Feuille petite	++
TRIBUTE	SEMENCES DE FRANCE	Trèfle blanc Intermédiaire Feuille grande	++
ALICE	RAGT	Trèfle blanc Nain Feuille moyenne	++
TIVOLI	RAGT	Trèfle blanc Géant Feuille grande	++
TIVOLI + RAVVI	RAGT	Trèfle violet Intermédiaire Feuille moyenne	+++

Essai implanté en association avec un colza.
L'implantation a été réalisée en TCS.

L'objectif était de connaître le comportement des variétés (vigueur de départ, concurrence vis-à-vis de la culture et couverture du sol en interculture).

Résultats :

Dans le contexte de cet essai, nous n'avons mis en évidence aucune différence de vigueur à la levée et de concurrence vis-à-vis de la culture.

Nous avons cependant observé des différences de couverture du sol en fonction des variétés.

L'association trèfle blanc et trèfle violet montre la meilleure couverture du sol après récolte.



Notre avis :



Couvert intéressant pour sa très bonne couverture du sol. Il s'agit du couvert qui permet le meilleur contrôle des adventices (ses stolons concurrencent fortement des adventices). Il présente une possibilité d'exportation en interculture élevée, il s'intègre donc bien dans des systèmes avec de l'élevage (2 à 4 T MS/ha).



Le trèfle blanc présente une longévité intéressante (4-5 ans) mais s'installe lentement dans la parcelle.

Par ailleurs, il présente un enracinement qui occupe les mêmes strates que les cultures (80 à 120 cm de profondeur) ce qui le rend très pénalisant notamment dans les sols les plus superficiels, les années sèches ou avec les cultures à enracinement superficiel.

Ce couvert trouvera sa place dans les systèmes d'élevage.

Le trèfle ne sera justifié que dans les situations peu infestées en graminées (vulpin et brome), du fait de sa sensibilité aux herbicides, notamment sulfonylurées.

Son installation dans la parcelle doit être réussie pour qu'il concurrence rapidement les adventices, au risque de devoir utiliser des herbicides susceptibles de le détruire.

QUELQUES PHOTOS PRISES CHEZ LES MEMBRES DU GIEE MAGELLAN



Trèfle blanc dans du colza en aout



Trèfle blanc dans du colza en mars



Trèfle blanc dans du maïs en octobre



Trèfle blanc dans du blé en mai



Trèfle blanc dans du blé en avril



Trèfle blanc dans du blé en mars

LE TREFLE VIOLET

Source : GIEE MAGELLAN



NOM SCIENTIFIQUE : Trifolium pratense

FAMILLE : Fabacées

PERENNITE : 2 à 3 ans

PMG : 1.5 à 2 g

PRODUCTION FOURRAGERE EN INTERCULTURE : OUI

Le trèfle violet présente un pivot mais pas de stolons.

Il s'adapte à beaucoup de types de sols mais il a une préférence pour les sols frais et drainants. Son enracinement est plus profond que celui du trèfle blanc et est moins sensible aux herbicides.

Reprise de végétation en mars-avril.

Prix indicatif : 7€/kg soit 42 à 56 €/ha entre 6 et 8 kg/ha.



Adaptation au type de sol			Caractéristiques			
Argilo-calcaire	Limon - argile	Sol froid / battant	Densité de semis		6 à 8 kg/ha	
			Profondeur de semis		0.5 à 1 cm	
			Vitesse d'installation		Rapide	
pH < 7	pH = 7	pH > 7	Dynamique de croissance			
		■ ■ ■ ■ ■	Hiver	Printemps	Ete	Automne
Enracinement			Caractéristiques			
			Pouvoir concurrentiel vis-à-vis des cultures		Moyen	
			Sensibilité à l'Aphanomyces		Sensible	
			Agressivité vis-à-vis des adventices		Favorable	
			Sensibilité aux herbicides		Moyen	
			Possibilité en sol drainé		Favorable	



Défavorable



Moyen



Favorable



Possible



Adapté

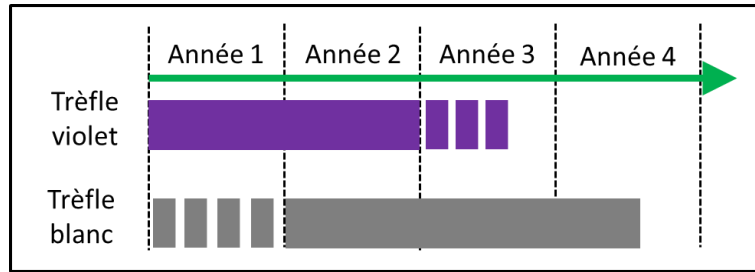
ASSOCIER POUR SECURISER L'IMPLANTATION :

L'association du trèfle blanc avec le trèfle violet permet de combiner les bénéfices des 2 couverts. En effet, le trèfle blanc présente une longévité intéressante mais son installation est lente. Au contraire, le trèfle violet s'installe plus rapidement mais sa pérennité est plus faible.

En les associant, vous sécuriserez l'installation de vos trèfles et notamment du trèfle blanc. La première année, le trèfle violet complètera le trèfle blanc en aidant à occuper l'espace (cf essai page 60), puis au fur et à mesure le trèfle blanc prendra la place du trèfle violet qui disparaîtra naturellement.

Mélange proposé :

Trèfle violet 3 à 4 kg + Trèfle blanc 1.5 à 2 kg.



Notre avis :



Couverture du sol intéressante, en retrait malgré tout à celle du trèfle blanc du fait de l'absence de stolons. Bon contrôle des adventices. Moins concurrentiel que le trèfle blanc car son enracinement est plus profond (jusqu'à 2 m). Son installation est plus rapide que celle du trèfle blanc.

Il présente une possibilité d'exportation en interculture élevée, il s'intègre donc bien dans des systèmes intégrant de l'élevage (2 à 4 T MS/ha).



Le trèfle violet présente une longévité moyenne (2-3 ans).

Par ailleurs, il présente un enracinement qui occupe les mêmes strates que les cultures (80 à 120 cm de profondeur) ce qui le rend pénalisant notamment dans les sols les plus superficiels, les années sèches ou avec les cultures à enracinement superficiel.

Il est assez sensible aux herbicides, notamment les sulfonylurées. Son installation dans la parcelle doit être réussie pour qu'il concurrence rapidement les adventices, au risque de devoir utiliser des herbicides susceptibles de le détruire.

Ce couvert trouvera sa place dans les systèmes d'élevage. Sa présence dans la phase de transition au SDCV ne sera justifié que dans les situations peu infestées en graminées (vulpin et brome), du fait de sa sensibilité aux herbicides.

QUELQUES PHOTOS PRISES CHEZ LES MEMBRES DU GIEE MAGELLAN



Trèfle violet en interculture après colza.



Blé en octobre, semé en direct dans un trèfle violet.

LE LOTIER CORNICULE

Source : GIEE MAGELLAN



NOM SCIENTIFIQUE : Lotus corniculatus

FAMILLE : Fabacées

PERENNITE : 4 à 5 ans

PMG : 1 à 1.3 g

PRODUCTION FOURRAGERE EN INTERCULTURE : Peu adapté

Le lotier est une plante basse, voire même couchée. Le système racinaire du lotier est particulièrement développé (1 à 2 m sans obstacle à l'enracinement). Le lotier possède un pivot, mais également des racines latérales dans les premiers centimètres du sol, ce qui permet d'améliorer la structure du sol dans le premier horizon.

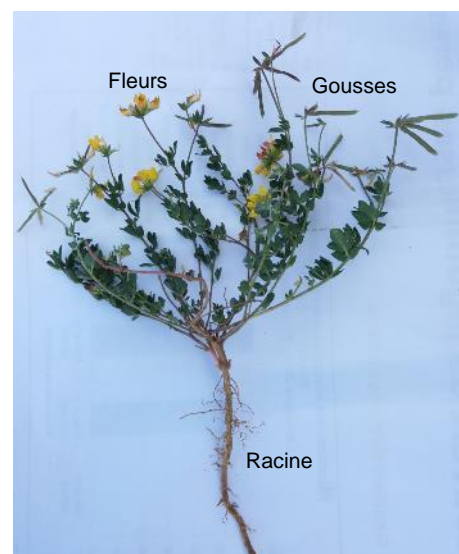
Il est de ce fait moins concurrentielle vis-à-vis des cultures.

Il est aussi moins sensible à la sécheresse et peut améliorer la perméabilité des sols.

Dans les espèces que nous avons testé, le lotier est celle qui présente la plus grande dormance (reprise en mai).

Le lotier s'adapte à de nombreux types de sols. Attention aux limons à hydromorphie même passagère (ne supporte pas les excès d'eau prolongé). Pour les sols hydromorphes, préférez le lotier des marais (ou lotier des Dombes).

Prix indicatif : 7€/kg soit 70 €/ha à 10 kg/ha.



Source : GIEE MAGELLAN

Adaptation au type de sol			Caractéristiques			
Argilo-calcaire	Limon - argile	Sol froid / battant	Densité de semis		8 à 10 kg/ha	
			Profondeur de semis		0.5 à 1 cm	
pH < 7	pH = 7	pH > 7	Vitesse d'installation		Assez Rapide	
			Dynamique de croissance			
			Hiver	Printemps	Ete	Automne
Enracinement			Caractéristiques			
			Pouvoir concurrentiel vis-à-vis des cultures		Favorable	
			Sensibilité à l'Aphanomyces		Tolérant	
			Agressivité vis-à-vis des adventices		Favorable	
			Sensibilité aux herbicides		Favorable	
			Possibilité en sol drainé		Défavorable	



Défavorable



Moyen



Favorable



Possible



Adapté

IMPORTANT DU CHOIX VARIETAL : Peu de variétés de lotier sont aujourd'hui disponibles (BULL ou LEO).

Nous n'avons pas vu de différences entre ces deux variétés.



Notre avis :



Le lotier est une plante intéressante en semis direct sous couvert permanent pour plusieurs raisons :

- Son système racinaire profond (2 à 4 m) limite la concurrence vis-à-vis des cultures en explorant des strates plus profondes,
- Sa reprise tardive au printemps (mai) limite la concurrence et limite le nombre de passages de régulateur,
- Sa tolérance à certains herbicides, notamment les sulfonylurées, simplifie son insertion dans des systèmes en transition en semis direct sous couvert permanent.
- Son cycle de développement à l'automne (perte des feuilles et ralentissement dès la baisse de la durée du jour et des températures) qui facilite l'implantation.
- C'est une plante tolérante à l'Aphanomyces qui trouvera sa place dans les systèmes avec légumineuses sensibles (pois, lentille, ...).

C'est une plante non météorisante qui limite les risques en cas d'utilisation en alimentation animale.



Même si le coût des semences diminue, ce couvert est celui qui coûte le plus cher à l'hectare. La production de fourrage est faible, ce qui la rend moins intéressante dans un système de polyculture élevage, même si le pâturage est possible.

Si la régulation du couvert est mal maîtrisée au printemps, la plante risque de passer au dessus de la végétation et engendrer des impuretés à la récolte.

QUELQUES PHOTOS PRISES CHEZ LES MEMBRES DU GIEE MAGELLAN



Lotier dans du colza en juin



Lotier non régulé dans du blé en juin



Lotier dans du blé en décembre



Lotier en graine presque prêt à être récolté !

LA LUZERNE

Source : GIEE MAGELLAN



NOM SCIENTIFIQUE : Medicago sativa

FAMILLE : Fabacées

PERENNITE : 4 à 5 ans

PMG : 2 g

PRODUCTION FOURRAGERE EN INTERCULTURE : OUI

Le système racinaire de la luzerne est particulièrement développé (1 à 2 m sans obstacle à l'enracinement). Elle est de ce fait moins concurrentielle vis-à-vis des cultures.

Elle est ainsi moins sensible à la sécheresse et peut améliorer la perméabilité des sols.

Elle s'adapte à beaucoup de types de sols mais il a une préférence pour les sols frais et drainants (argilo-calcaire).

Reprise de végétation en mars-avril.

Prix indicatif : 5.5€/kg soit 44 à 55 €/ha entre 8 à 10 kg/ha.



Source : GIEE MAGELLAN

Adaptation au type de sol			Caractéristiques			
Argilo-calcaire	Limon - argile	Sol froid / battant	Densité de semis		8 à 10 kg/ha	
			Profondeur de semis		0.5 à 1 cm	
pH < 7	pH = 7	pH > 7	Vitesse d'installation		Assez Rapide	
			Dynamique de croissance			
			Hiver	Printemps	Ete	Automne
Enracinement			Caractéristiques			
			Pouvoir concurrentiel vis-à-vis des cultures		Moyen	
			Sensibilité à l'Aphanomyces		Sensible	
			Agressivité vis-à-vis des adventices		Favorable	
			Sensibilité aux herbicides		Moyen	
			Possibilité en sol drainé		Défavorable	

■ Défavorable
 ■ Moyen
 ■ Favorable
 ■ ■ Possible
 ■ Adapté

IMPORTANTANCE DU CHOIX VARIETAL : Il existe 2 types de luzerne.

- La luzerne de type Flamand : plus productive et plus résistante au froid,
- La luzerne de type Provence : plus sensible au froid.

Nous privilégions les variétés de type Flamand.

Un autre critère est primordial en SDCV : la note de dormance. Plus cette note est élevée, plus la variété repartira tôt au printemps et plus il faudra surveiller son développement pour éventuellement la réguler. **Il faut donc privilégier les variétés avec une note de dormance faible (reprise tardive au printemps). LUZELLE est aujourd'hui la variété avec la note de dormance la plus faible (2.1).**



ESSAI VARIETES Luzerne

Campagne 2015 – 2016

Réalisé en partenariat avec la Chambre d'Agriculture de la Nièvre



Variété	Distributeur	Année	Dormance	Départ en végétation	Vigueur en sortie hiver	Couverture du sol
LUZELLE	Jouffray Drillaud	1993	2,1	+++	++	++
GALAXIE	Jouffray Drillaud	2007	4,3	++	++	++
PRUNELLE	RAGT	2006	4,5	++	++	++
BABELLE	RAGT	2013	4,4	++	++	+++
SALSA	Semences de France	2006	4	+	++	++
ASMARA	Semences de France	2009	4	+++	++	+++
MARSHAL	LG	1997		++	++	++

Source : GNIS, CA58

Dans cet essai, les variétés de luzerne ont été implanté en TCS avec le colza.

L'objectif était de connaître le comportement des variétés (vigueur de départ, concurrence vis-à-vis de la culture et couverture du sol après la récolte du colza).

Résultats : cet essai présente des variétés avec des dormances diverses (de 2.1 à 4.5). Nous avons remarqué, dans le contexte de cet essai, une faible différence de date de reprise de végétation en fonction des variétés. Malgré tout, la variété LUZELLE (dormance de 2.1) est celle qui est repartie en dernier, mais avec une vigueur supérieure à la moyenne.

La variété ASMARA a montré une reprise en végétation précoce et une bonne vigueur de reprise. Elle devra, comme les autres variétés avec une dormance faible, faire l'objet d'une surveillance en sortie hiver pour bien positionner le régulateur et limiter la concurrence vis-à-vis de la culture.

Du côté de la couverture du sol après la récolte du colza, 2 variétés montrent un bon comportement, à savoir BABELLE et ASMARA. Néanmoins, pour toutes les variétés, le pourcentage de couverture de 85% était atteint, ce qui n'a pas permis de les discriminer sur cette caractéristique.



Notre avis :



- La luzerne est une plante intéressante en semis direct sous couvert permanent à plusieurs titres :
- Son enracinement profond limite la concurrence vis-à-vis des cultures (voire assure une remontée d'eau par capillarité le long de sa racine)
 - Permet une exportation de fourrage de qualité en interculture (2 à 4 T MS/ha – en fonction de la pluviométrie)
 - Présente une bonne couverture du sol, ce qui assure un contrôle des adventices, notamment en interculture.

La luzerne trouvera sa place dans les systèmes de polyculture-élevage.



La luzerne est une plante au comportement variable en fonction de l'ancienneté et de la pluviométrie. En effet, une ancienne luzerne (+ de 3 ans) dans le contexte d'une année humide sera plus difficile à contrôler à l'automne mais également au printemps !

Il faudra également veiller, lors de l'implantation de la culture suivante, à bien limiter la biomasse de la luzerne pour éviter que celle-ci ne serve d'abri aux campagnols.

Après une rotation avec de la luzerne, il est conseillé de changer de culture pérenne car la luzerne se développe très mal en précédent luzerne.

QUELQUES PHOTOS PRISES CHEZ LES MEMBRES DU GIEE MAGELLAN



Luzerne dans du blé
en avril

Luzerne dans du blé
en juin




Semis de blé dans un couvert
de luzerne en octobre

Colza avec luzerne en
juin



D'autres types de couverts permanents sont possibles. Vous trouverez leurs caractéristiques en page suivante.

Attention: le mélilot et la minette sont très concurrentielles des cultures et assez difficiles à maîtriser !!

COUVERT	DOSE DE SEMIS	pH DU SOL			DUREE DU COUVERT	Racines P = Profonde I = Intermédi aire	ADAPTATION		INSTALLATION	DYNAMIQUE DE CROISSANCE				COMMENTAIRES
		<7	7	>7			SOL HUMIDE	SOL SEC		HIVER	PRINTEMPS	ÉTÉ	AUTOMNE	
 LUZERNE	8 à 10 kg/ha		██████████		4 à 5 ans	P	██████████	██████████	Assez rapide	██████████	██████████	██████████	██████████	Fourrage possible : Forte pousse estivale.
 TREFLE BLANC	3 à 5 kg/ha	█	██████████		4 à 5 ans	I	██████████	██████████	Assez rapide	██████████	██████████	██████████	██████████	Fourrage possible. Météorisant.
 TREFLE VIOLET	6 à 8 kg/ha	██████████		█	2 à 3 ans	I	██████████	██████████	Rapide	██████████	██████████	██████████	██████████	Fourrage possible.
 LOTIER	8 à 10 kg/ha	█	██████████		3 à 4 ans	P	██████████	██████████	Assez rapide	██████████	██████████	██████████	██████████	Exportation en fourrage limitée. Non météorisant. Peu sensible sulfo.
 SAINFOIN	40 à 50 kg/ha		██████████		2 à 3 ans	P	██████████	██████████	Assez rapide	██████████	██████████	██████████	██████████	Fourrage possible. Non météorisant. Intérêt en sol peu profond.
 MINETTE	8 à 12 kg/ha		██████████		2 à 3 ans	I	██████████	██████████	Rapide	██████████	██████████	██████████	██████████	Intérêt en sol peu profond.
 MELILOT	10 à 15 kg/ha		██████████			I	██████████	██████████	Assez rapide	██████████	██████████	██████████	██████████	Intérêt en sol pauvre en MO. Effet anti-mulot ???

Sources : AFPP, Arvalis, GIEE MAGELLAN / Crédit photos : Internet

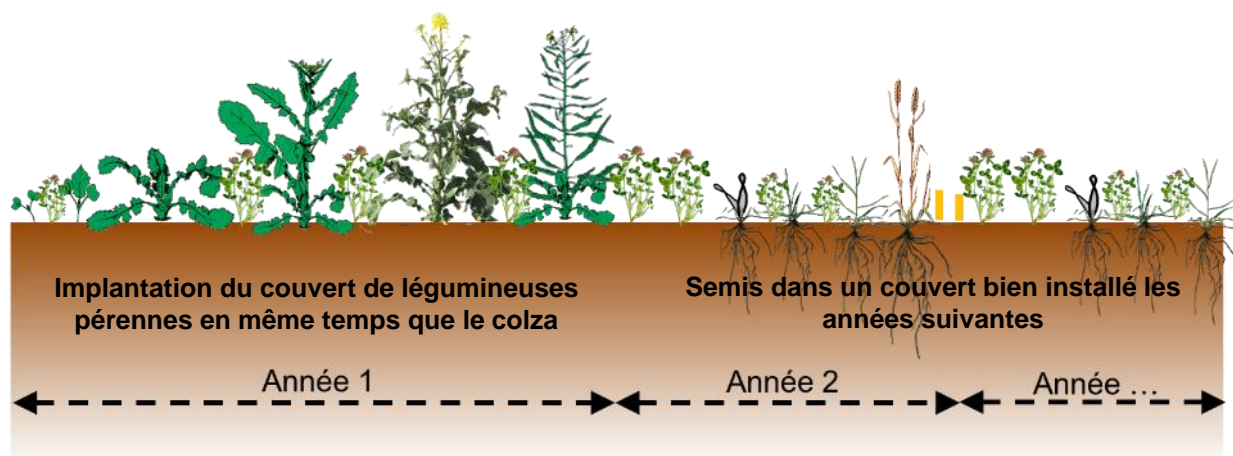
>> PARTIE 3 : L'IMPLANTATION DES COUVERTS PERMANENTS

L'implantation des couverts permanents est une étape primordiale dans le système de culture en semis direct sous couvert permanent. En effet, c'est le couvert permanent qui **PILOTE** le système. Si celui-ci n'est pas bien implanté, c'est tout le système qui est compromis.

Plusieurs questions se posent sur les conditions de réussite de l'implantation des couverts permanents. Nous avons identifié plusieurs cas types recensés dans le GIEE.

1- IMPLANTATION AVEC UN COLZA

Il s'agit d'un des modes d'implantation les plus sécuritaires à la fois pour la culture et la plante pérenne.



Le colza présente plusieurs atouts pour sécuriser l'implantation du couvert de légumineuses pérennes :

- Le cycle du colza en étant presque 11 mois en culture permet une installation lente du couvert et assure un bon enracinement de la plante. Par ailleurs, en fin de cycle, le colza laisse passer de la lumière dans la végétation, ce qui favorise la biomasse du couvert et permet une bonne couverture du sol avant moisson et potentiellement un bon contrôle des adventices.
- En avançant un peu la date de semis du colza, le couvert sera encore en période de jour long, ce qui permettra l'installation du système racinaire de la légumineuse et la production de biomasse.
- La plupart des herbicides du colza sont sélectifs des légumineuses. Cela permet à la couverture pérenne de profiter de la protection herbicides du colza pour se développer sans trop de concurrence des adventices.
- Les 2 cultures se complètent bien au niveau de leur rythme de développement. Les légumineuses pérennes s'installent lentement à l'automne si bien que la concurrence entre les deux est faible à cette période. Le risque de concurrence au printemps est possible en cas de colza peu couvrant et en printemps humide et chaud. Dans nos essais, nous n'avons été confronté à de forte concurrence des plantes pérennes en situation maîtrisée.

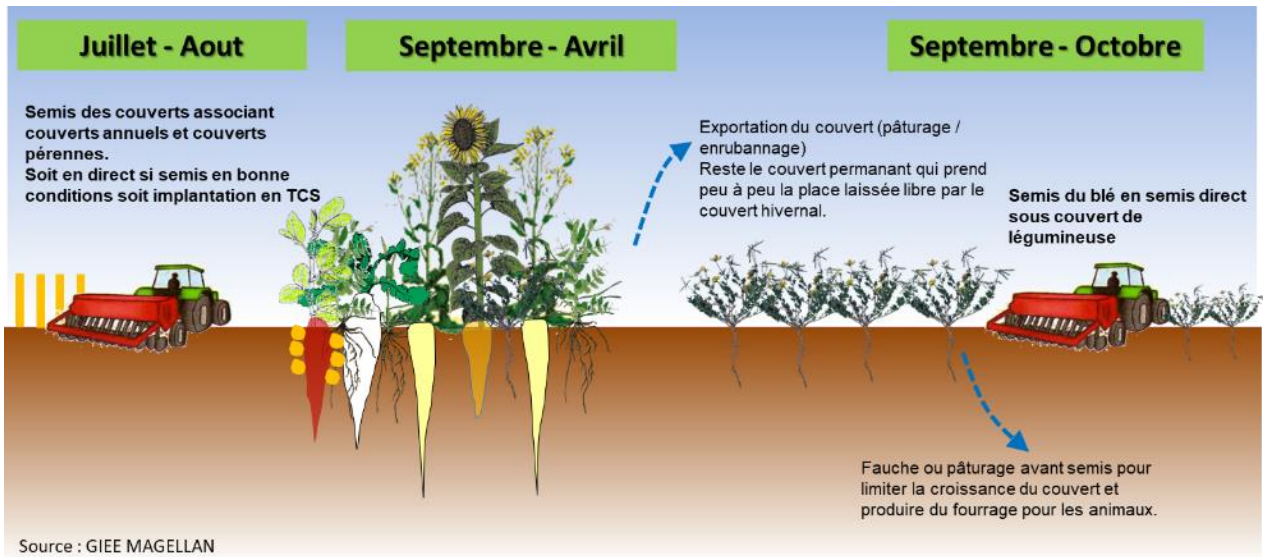


Les points clés de l'association avec colza :

- **Semer le colza 10 à 15 jours plus tôt pour rester en période de jours longs,**
- **Bien implanter les colzas (densités de semis maîtrisée pour éviter d'avoir des colzas chétifs, peu couvrant et peu vigoureux en reprise de végétation). Semer tous les rangs pour favoriser la couverture par le colza et limiter la concurrence du couvert au printemps**

>> reportez vous à la page 119 pour plus de détails.

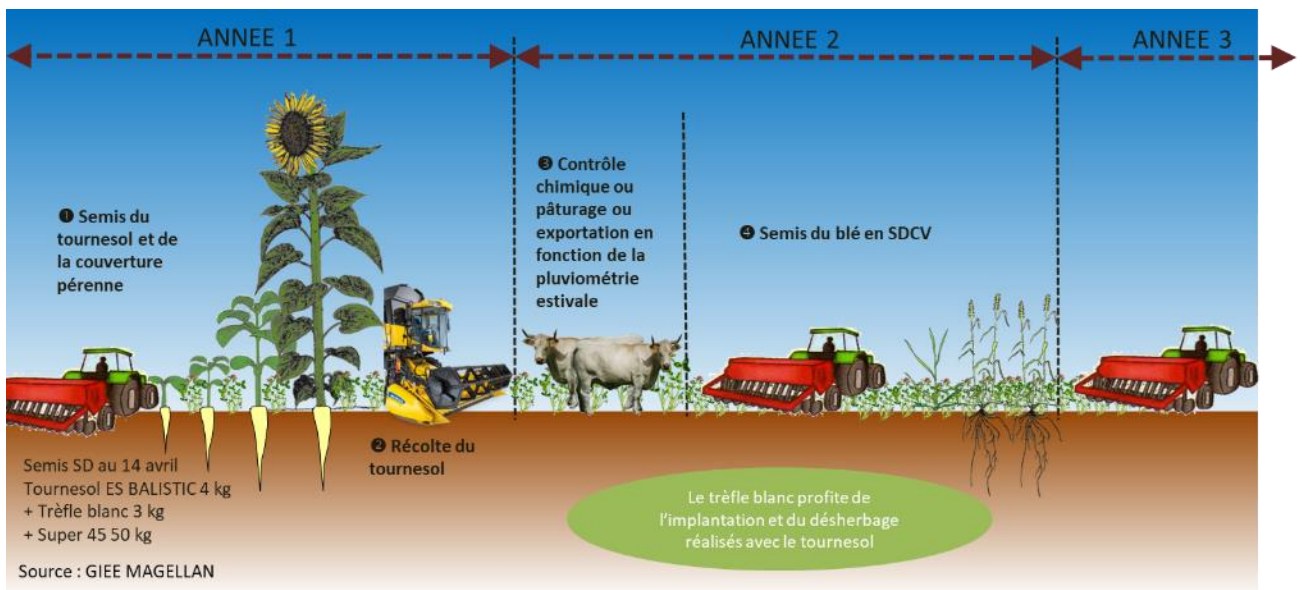
2- IMPLANTATION AVEC UN METEIL OU UNE INTERCULTURE LONGUE



L'objectif est de profiter des intercultures longues ou d'un méteil pour ajouter une légumineuse pérenne. Celle-ci se développera dans le couvert annuel. Lors de la destruction du couvert, la légumineuse pérenne (luzerne, trèfle ou lotier) prendra le relai (meilleur accès à la lumière, stimulation des bourgeons axillaires par la fauche) pour se développer. En fonction du climat estival, un contrôle du couvert pourra être nécessaire (chimique, fauche ou pâturage) avant le semis de la culture suivante.

3- IMPLANTATION AVEC UNE CULTURE DE PRINTEMPS

Les légumineuses sont des plantes de jours longs, elles sont donc adaptées au semis avec les cultures de printemps. Cette technique peut être utilisée pour planter une couverture pérenne en vue d'un semis à l'automne suivant en SDCV (cf illustration ci-dessous).





Si les cultures de printemps sont de bonnes candidates pour faciliter l'implantation des légumineuses pérennes, leur associations présentent quelques inconvénients :

- Le contrôle des couverts est souvent limité par le manque de solutions disponibles. Exemple : il est difficile de réguler un couvert de légumineuse dans une culture de protéagineux (pois, soja, féverole). De même, le contrôle du couvert dans les tournesols est compliqué par le manque d'herbicides possibles en post-levée.
- La croissance du couvert de légumineuse est plus importante au printemps et en été. Cette période correspond également à la croissance de la culture, ce qui peut entraîner une concurrence entre les 2 pour l'eau, la lumière et les éléments minéraux. Dans les sols profonds ou les parcelles irriguées, l'impact est moindre.

Au final, en fonction des précipitations estivales, de la profondeur du sol et du type de couvert pérenne (plus le couvert est âgé, plus il sera concurrentiel / le trèfle blanc est le plus concurrentiel car son système racinaire est le plus superficiel). Des baisses de rendement de 20 à 30% sont possibles.

Facilité de contrôle dans les cultures de printemps :

Possible

Impossible

Orge de printemps

Maïs Tournesol

Protéagineux de printemps

4- IMPLANTATION A LA VOLEE AVANT LA MOISSON

Il est possible d'introduire ou de « recharger » une culture en légumineuse pérenne en le semant à la volée au printemps dans une culture de céréale.

Ce mode d'implantation présente une efficacité variable en fonction :

- de la pluviométrie après épandage (être opportuniste avec les épisodes de pluie),
- du mode d'épandage (le semis au distributeur est le moins adapté, préférer le DP12 mais cette technique augmente le nombre de passages de roues dans la parcelle),
- de la rémanence des herbicides appliqués au printemps. Cette technique s'anticipe en excluant les herbicides les moins sélectifs des légumineuses (sulfonylurées type ATTRIBUT).



Les semis sous couvert d'automne et de sortie hiver sont plus irréguliers !

Nous avons réalisé des expérimentations entre 2015 et 2018 pour connaître la meilleure période d'implantation des couverts de légumineuses pérennes.

La période d'avril à août s'avère être la plus sécuritaire pour garantir une installation rapide et une croissance suffisante des couverts.

Les semis de sortie hiver présentent des résultats plus irréguliers. Nos hypothèses pour expliquer ce résultat sont les suivantes :

- En sortie hiver, les conditions de milieu ne sont pas favorables à l'installation du couvert (sol encore froid, étouffement par la culture qui augmente en biomasse et limite la luminosité dans la végétation, en lien avec les apports d'azote sur la culture),
- Consommation par les limaces (sol humide et faible croissance des couverts),
- Rémanence de certains herbicides utilisés soit à l'automne, soit en sortie hiver.



Les semis d'automne ne sont également pas gage de réussite dans la mesure où les légumineuses sont des plantes de jours longs. A partir d'octobre, les jours raccourcissent rapidement, ce qui n'est pas favorable à l'installation rapide des plantes.

Les semis de sortie hiver présentent des niveaux d'efficacité irréguliers. Compte tenu du coût de semence de certaines espèces, privilégiez les implantation de printemps ou de fin d'été.

Source : GIEE MAGELLAN

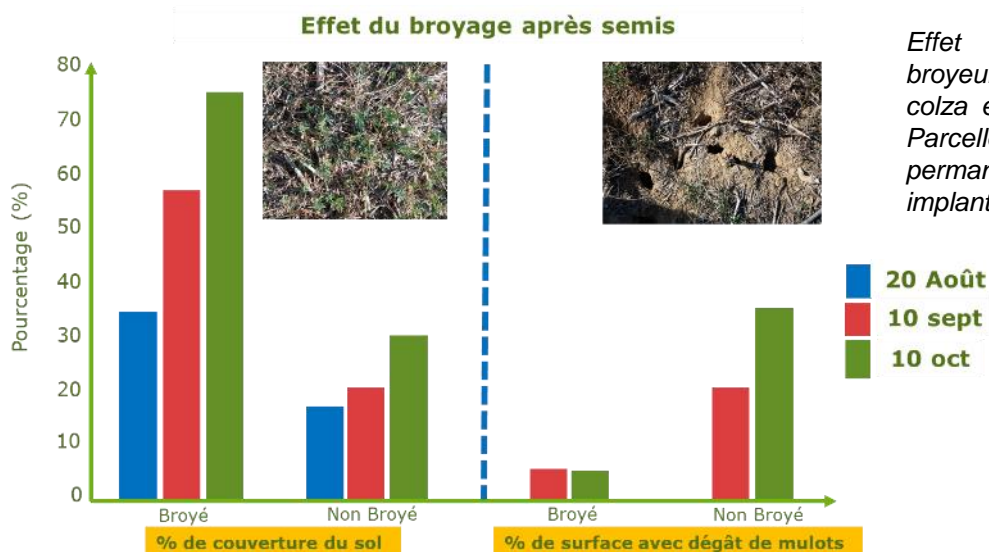
>> PARTIE 4 : ENTREtenir SON COUVERT EN INTERCULTURE

Nous l'avons vu plus haut, pour avoir un effet sur les adventices, le couvert doit être présent sur au moins 85% de la surface du sol.

Pour stimuler la croissance des légumineuses, le broyage d'interculture est obligatoire !

D'autres interventions visant à stimuler les bourgeons axillaires des légumineuses sont possibles comme la fauche ou le passage de rouleaux agressifs.

L'illustration ci-dessous résume l'intérêt de ce broyage.



Effet d'un passage de broyeur en interculture entre colza et blé tendre d'hiver. Parcelle de couvert permanent de lotier implanté avec le colza.



Le broyage des couverts notamment après colza permet également de détruire les tiges, ce qui facilite l'accès des prédateurs (rapaces principalement). Sans ce broyage, les campagnols ne seraient pas régulés et leur présence pourrait nuire à l'installation de la culture suivante (35% de surface concernée par des galeries de campagnol contre 5% avec broyage).



Source : GIEE MAGELLAN

Le broyage du couvert en interculture présente plusieurs avantages :

- Stimule les bourgeons axillaires des légumineuses pérennes,
- Facilite le travail des prédateurs des rongeurs,
- Limite les refuges pour les rongeurs en limitant la biomasse du couvert au semis de la culture suivante.

Ce dernier point est notamment important pour les semis sous couvert de luzerne. En effet, si ceux-ci ne sont pas fauchés ou broyés au moins 1 mois avant semis, la biomasse de la luzerne en se couchant au sol au moment du semis protégera les populations de campagnols qui en profiteront pour s'installer sur la parcelle.

Bien souvent en été sec, seules les parcelles en couverture permanente de légumineuses sont vertes en interculture. Par ailleurs, étant déjà implanté l'année précédente avec le colza, le questionnement quant aux bonnes conditions de semis du couvert ne se pose plus !



Source : GIEE MAGELLAN



Source : GIEE MAGELLAN

MES NOTES

CHAPITRE 3

LE CHOIX DES COUVERTS EN FONCTION DE LA CULTURE SUIVANTE



A RETENIR

Pour maximiser l'effet des couverts, il est important de les positionner de façon cohérente dans le système de culture.

Il faut alors bien connaître leurs effets potentiels sur les cultures suivantes.



Nous venons de voir les caractéristiques des différentes espèces de couverts d'interculture.

Nous vous proposons dans cette partie d'aborder le choix des espèces en fonction de vos assolements.

Le choix des couverts végétaux n'est pas sans incidence sur les autres cultures de la rotation. Le tableau en page suivante illustre l'impact (positif ou négatif) des couverts sur les cultures suivantes.

Légende :

	Couvert déconseillé (maladie tellurique – risque insectes – Gestion des repousses)
	Couvert possible mais présence de risque associé (expression en fonction de la climatologie, de l'inoculum du sol, ...).
	Couvert possible sans restriction
	Couvert avec effet bénéfique

PE : Couvert ayant un impact sur la diminution de la pression de piétin échaudage

Scléro : Couvert ayant un impact sur la présence de sclérotinia

Conso azote : Couvert consommant de l'azote au détriment de la culture.

DP : effet dépressif sur la culture suivante lié à la décomposition des résidus.

Gestion REP : gestion des repousses pouvant être difficile à gérer dans la ou les cultures suivantes.

Aphano : Couvert ayant un impact sur la présence d'Aphanomyces.

Limaces : Couvert favorisant la présence de limaces.

Choix des couverts en fonction de la culture suivante

COUVERT D'INTERCULTURE	CULTURE SUIVANTE								
	Céréales d'hiver (blé, orge)	Céréales de printemps (blé, orge)	Maïs / Sorgho	Féverole , soja, Pois chiche	Autres protéagineux (pois, lentille)	Tournesol	Lin	Betterave	Chanvre
Céréales (avoine, seigle, triticale)									
Céréales fourragères (RGI)									
Autres céréales (moha, alpistre, sorgho)									
Crucifères (moutarde, radis nématocide)	PE	Conso Azote DP	DP	Scléro	Scléro	Scléro			
Crucifères (colza)	PE	Conso Azote DP - Limaces	DP	Scléro	Scléro	Scléro	Scléro		
	Limaces								
Autres crucifères	PE	Conso Azote DP - Limaces	DP	Scléro	Scléro	Scléro			
Phacélie									
Composées (tournesol, niger, carthame)				Scléro	Scléro		Scléro		
Sarrasin	Gestion REP	Gestion REP	Gestion REP	Gestion REP	Gestion REP	Gestion REP	Gestion REP	Gestion REP	Gestion REP
Légumineuses tolérantes Aphanomyces (féverole, fénugrec, lotier)	Azote	Azote	Azote	Féverole	Scléro	Scléro	Azote	Nématode	Azote
				Scléro					
Autres légumineuses (vesce, lentille, pois, trèfle, luzerne)	Azote	Azote	Azote	Scléro	Aphano Scléro	Scléro	Azote	Nématode	Azote
Lin									

Source : GIEE Magellan, Terres Inovia, Arvalis

CHAPITRE 4



A RETENIR

Réaliser des mélanges de couverts ne s'improvise pas.

Il faut respecter quelques règles pour maximiser leur biomasse.

LES MELANGES DE COUVERTS



Nous avons vu dans les 3 chapitres précédents, les critères de choix des couverts annuels et permanents.

Nous verrons dans ce chapitre, les règles dans la constitution des mélanges, ainsi que la présentation d'un outil dont le but est de vous accompagner dans la réalisation de vos mélanges.

>> PARTIE 1 : LES REGLES DE BASE DES MELANGES DE COUVERTS

Plusieurs recommandations existent dans la réalisation d'un mélange de couverts :

1- Ne pas utiliser comme couvert, la plante qui sera cultivée l'année suivante.

Exemples ; pas de tournesol dans un mélange en interculture avant un tournesol. Les risques sanitaires sont trop importants (maintien ou développement de maladies telluriques ou fongiques qui limiteraient la croissance de la culture l'année suivante).

2- Limiter l'utilisation de couverts appartenant à la même famille botanique que la culture suivante.

- Pour des raisons sanitaires (maladie / gestion des insectes), ne pas utiliser de graminées avant des graminées au printemps.

- Pour les légumineuses, limiter à 20% leur utilisation dans les mélanges avant des légumineuses, en privilégiant les espèces les moins sensibles à l'Aphanomyces (type féverole, fénugrec). Pour les autres cultures, viser au minimum 50% du mélange (maximum dans le respect de la directive Nitrates).

3- Ne pas trop baisser les doses de semis pour assurer la couverture des sols et maximiser les bénéfices des couverts.

Exception : en couvert d'été, il est recommandé de ne pas avoir trop de crucifères dans le mélange. En effet, ceux-ci risquent de trop se développer (jours longs) et donc de limiter la croissance des autres espèces du mélange. Viser 20 à 25 plantes/m² soit 1.5 kg maximum de radis ou moutarde.

4- Diversifier les espèces dans le mélange pour profiter des avantages de chacun :

- Graminées : apport de carbone et de sucre,
- Crucifères : remobilisation du phosphore, pompe à azote et effet structure du sol.
- Légumineuses : apport d'azote dans le sol, effet structure du sol (féverole),
- Composés : effet structure, remobilisation du calcium,
- Phacélie : rupture du cycle des maladies, remobilisation du potassium.

5- Permettre une valorisation maximale de la lumière en explorant toutes les strates herbacées :

- Strate basse : lentille, vesce, lin, fénugrec
- Strate intermédiaire : graminées, niger, phacélie, radis chinois, moutarde d'Abyssinie,
- Strate haute (+ effet tuteur sur les strates inférieures) : tournesol, moutarde, sorgho,

féverole

>> PARTIE 2 : CALCULER LES DOSES DE CHAQUE COUVERT

Plusieurs méthodes de calculs existent pour définir les doses de semis de chaque espèce d'un mélange.

La plus simple consiste à diviser les doses de semis des espèces en pur par le nombre d'espèces que composent le mélange.

EXEMPLE 1 : Mélange d'été composé de Radis chinois + Phacélie + Féverole + Avoine de printemps

La dose de semis de chaque espèce se calcule de la façon suivante :



A diviser par le nombre d'espèces qui composent le mélange, à savoir 4.

Espèces	Dose de semis en pur	Dose de semis dans le mélange
Radis chinois	10 kg	2.5 kg
Phacélie	12 kg	3 kg
Féverole	180 kg	45 kg
Avoine de printemps	80 kg/ha	20 kg

➔ Couvert d'été : maxi 1.5 kg !!!

Le mélange à semer se compose donc de 1.5 kg de radis chinois + 3kg de phacélie + 45 kg de féverole de printemps + 20 kg d'avoine de printemps.

▶▶ CAS PARTICULIERS

- ASSOCIATION DE COUVERTS ANNUELS ET PERENNES

Si le mélange a pour but d'installer les espèces pérennes dans la durée (2 ans ou plus), il convient de procéder de la façon suivante :

- 1- Séparer dans le mélange, les espèces annuelles et les espèces pérennes,
- 2- Pour chacune d'elle, diviser la dose en pure par le nombre d'espèces de chaque type correspondant (annuelles ou pérennes),
- 3- Semer toutes les espèces aux doses calculées.

EXEMPLE 2 : Mélange Radis chinois + Phacélie + Féverole de printemps + Avoine de printemps + Lotier + Trèfle blanc

Espèces annuelles

A diviser par le nombre d'espèces qui composent le mélange, à savoir 4.

Espèces	Dose de semis en pur	Dose de semis dans le mélange
Radis chinois	10 kg	2.5 kg
Phacélie	12 kg	3 kg
Féverole	180 kg	45 kg
Avoine de printemps	80 kg/ha	20 kg

Espèces pérennes

A diviser par le nombre d'espèces qui composent le mélange, à savoir 2.

Espèces	Dose de semis en pur	Dose de semis dans le mélange
Lotier corniculé	10 kg	5 kg
Trèfle blanc	3 kg	1.5 kg

Le mélange à semer se compose donc de 1.5 kg de radis chinois + 3kg de phacélie + 45 kg de féverole de printemps + 20 kg d'avoine de printemps + Lotier 5 kg + Trèfle blanc 1.5 kg.

>> PARTIE 3 : UTILISATION DU TABLEUR ACACIA

La création d'un mélange de couverts n'est jamais simple car il convient de tenir compte de plusieurs paramètres et/ou objectifs.

Par ailleurs, nous définissons souvent un couvert par sa dose de semis. Il serait plus juste de parler en nombre de pieds par m² afin de mieux cerner le peuplement et tenir compte du PMG des espèces et variétés.

Pour vous aider dans la création de vos mélanges de couverts, le GIEE MAGELLAN vous propose un tableur nommé ACACIA (Aide au Choix et à l'Adaptation des Couverts d'Interculture dans les Assolements).

Celui-ci est disponible gratuitement sur le site internet ou la page FaceBook du GIEE Magellan.



VERSION 2.0

Notice

Démarrer

Aide au Choix et à l'Adaptation des Couverts d'Interculture dans les Assolements

Objectifs de ce tableur :

- Evaluer la composition d'un mélange de couverts végétaux,
- Connaître ses caractéristiques (production de biomasse, effet azote, ...),
- Appréhender ses impacts sur la culture suivante, Identifier les points clés de l'implantation,
- Réaliser une approche économique du mélange.

Avec la participation de :

Ecran d'accueil permettant de démarrer les simulations ou d'avoir accès à la notice du tableur.

COMPOSITION DU MELANGE DE

1 CHOISIR SES COUVERTS 2 REFERENCES 3 DOSE CONSEILLEE 4 AJUSTER VOS DOSES

Couvert	Dose unitaire (kg/ha)	Coût unitaire (€/kg)	Dose conseillée (kg/ha)	Coût (€/ha)	Dose ajustée (kg/ha)	Coût (€/ha)	
1 Féverole	100	0,3	10,0	7,8	7,8	7,8	
2 Lin	40	1,3	6,7	8,3	5	6,3	
3 Niger	8	4,1	1,3	5,5	4	16,4	
4 Lentille fourragère	40	2,4	7,5	18,0	7	16,8	
5 Trèfle d'Alexandrie	15	3,1	2,5	7,8	2	6,2	
6 Ruis chinois	10	5,1	1,7	8,5	1,5	7,7	
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
TOTAL				49,7	55,9	49,5	61,1

LES REGLES DE BASE DES MELANGES DE COUVERTS PARAMETRES DES COUVERTS % de plante adapté aux intercultures courtes: 100

Repartition des espèces selon leur présence (%): 100

Repartition des espèces dans le couvert (%): Graminées 0, Légumineuses 79, Crucifères 3, Autres 18

Nombre de pieds des espèces dans le couvert (pieds/m²): Ruis chinois 10, Trèfle d'Alexandrie 80, Lentille fourragère 52, Niger 133, Lin 71, Féverole 6

Nombre total de pieds/m²: 341

Vous arriverez sur une interface qui vous donne accès à plusieurs menus :

- **Aide au choix des couverts** : Laisser vous guider pour choisir les couverts les plus adaptés à votre situation,
- **Composition du mélange** : Composer votre mélange et repérer ses caractéristiques (nombre de pieds/m², répartition selon les espèces, ...),
- **Indicateurs techniques du mélange** : Ils sont regroupés en 2 catégories (complémentarités du couvert et effet cynogétique).

INDICATEURS TECHNIQUES DU MELANGE

EFFET AZOTE PRODUCTION BIOMASSE

CARACTERISTIQUES DU MELANGE

Espèce	Appartenance	Spécialité	Relevé	Score de complémentarité
Féverole	FABEE	HERBE	<CC	2
Lin	FABEE	HERBE	>CC	3
Niger	FABEE	HERBE	>CC	2
Lentille fourragère	FABEE	HERBE	>CC	3
Trèfle d'Alexandrie	FABEE	HERBE	>CC	2
Ruis chinois	FABEE	HERBE	>CC	3

COMPLEMENTARITE DES COUVERTS

Strate Supérieure
Strate Intermédiaire
Strate Inférieure

Enracinement superficiel
Enracinement intermédiaire
Enracinement profond

EFFET FAUNE ET AUXILIAIRES

Repartition des plantes en %

- **Intérêts selon la culture suivante**: Pour chaque couvert de votre mélange, vérifier la cohérence agronomique en fonction de la culture suivante,
- **Points clés de l'implantation**: Rappel des dates de semis, mode de semis et profondeur de semis optimales pour favoriser une installation rapide du couvert,
- **Simulations économiques**: En fonction du couvert choisi, réaliser plusieurs scénarii d'implantation et de destruction et observer l'effet sur le coût de mécanisation, le temps de travail ou la consommation de fuel / ha.

>> PARTIE 4 : QUELQUES EXEMPLES DE COUVERTS

Dans cette partie, nous proposons des exemples de mélanges de couverts en fonction de différentes situations.

►► LE MELANGE MAGELLAN OPTI

Issu d'une réflexion d'un groupe de travail, ce mélange est développé à large échelle (environ 3000 ha en 2018 !).

Il est possible en interculture courte comme en interculture longue.

Composition du mélange

Espèces	Quantité kg/ ha	Intérêts
Niger	2	Effet biomasse – Croissance rapide - gélif
Radis Chinois	0.75	Effet structure – gestion des adventices
Moutarde d'Abyssinie	0.75	Effet structure - biomasse
Trèfle d'Alexandrie	2	Production d'azote – Croissance rapide
Phacélie	1.5	Remobilisation élément – effet biomasse



Soit : 7 kg/ha

Prix indicatif entre 20 et 23€/ha



Rajouter en semence de ferme :

Féverole de printemps 50 kg/ha

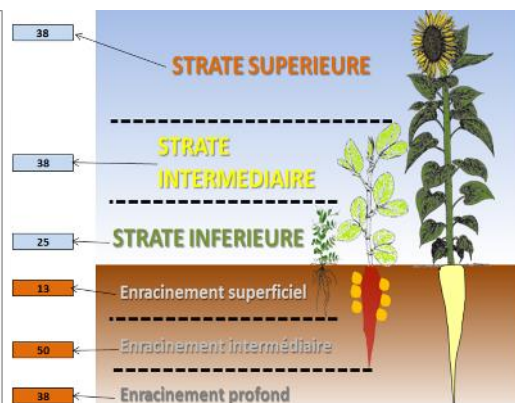
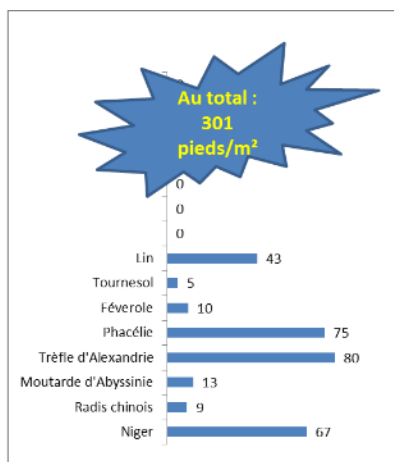
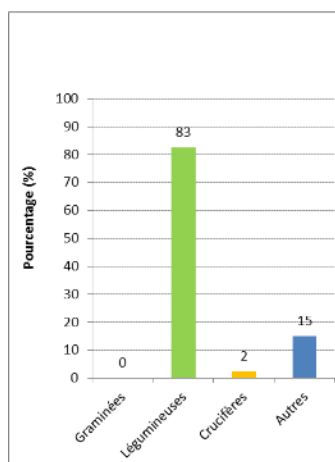
Tournesol 3kg/ha

Lin 2 kg/ha

Pour densification du mélange et effet structure / azote

Prix indicatif entre 10 et 15€/ha

Caractéristiques du mélange



Disponible sur le site :

Agriconomie.com

▶▶ **AUTRES EXEMPLES**

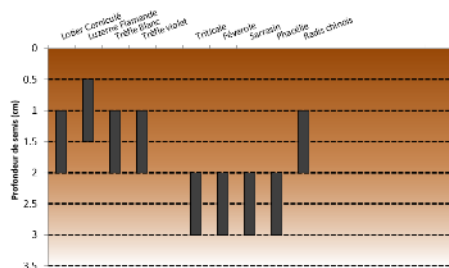
Le tableau ci-dessous propose quelques associations possibles en fonction de votre situation.

Type d'Interculture	Propositions de mélanges
Interculture courte entre 2 céréales d'hiver	<p><u>Mélange 1</u> : Féverole de printemps 30 kg/ha + Pois fourrager 10 kg/ha + Lentille fourragère 4 kg/ha + Radis chinois 1.5 kg/ha + Niger 1 kg/ha + Tournesol 4 kg/ha</p> <p><u>Mélange 2</u> : Féverole de printemps 50 kg/ha + Radis chinois 0.75 kg/ha + Moutarde d'Abyssinie 0.75 kg/ha + Trèfle d'Alexandrie 2 kg/ha + Niger 1.5 kg/ha + Phacélie 2 kg/ha + Tournesol 3 kg/ha</p> <p><u>Mélange 3</u> : Lin 7 kg/ha + Radis chinois 2 kg/ha + Tournesol 12 kg/ha + Pois fourrager 25 kg/ha (intéressant en condition sèche).</p> <p><u>Mélange 4</u> : Lentille fourragère 10 kg/ha + Tournesol 10 kg/ha + Lin 10 kg/ha + féverole de printemps 40 kg/ha</p>
Interculture courte entre 1 céréale et un protéagineux d'hiver (pois ou féverole)	<p><u>Mélange 1</u> : Avoine brésilienne 12 kg/ha + Radis chinois 2.5 kg/ha + Phacélie 3 kg/ha</p> <p><u>Mélange 2</u> : Avoine brésilienne 8 kg/ha + Phacélie 2.5 kg/ha + Sorgho fourrager 3 kg/ha + Moutarde d'Abyssinie 1.5 kg/ha</p>
Avant Orge de printemps	<p><u>Mélange 1</u> : Niger 1.5 kg/ha + Phacélie 2 kg/ha + Féverole de printemps 30 kg/ha + Moutarde d'Abyssinie 1.5 kg/ha + Pois fourrager 20 kg/ha + Tournesol 9 kg/ha</p> <p><u>Mélange 2</u> : Radis chinois 3 kg/ha + Phacélie 3.5 kg/ha + Tournesol 15 kg/ha</p>
Avant protéagineux de printemps (pois, féverole, soja, pois chiche, lentille)	Radis chinois 3 kg/ha + Phacélie 3.5 kg/ha + Lin 10 kg/ha
Avant tournesol	<p><u>Mélange 1</u> : Radis chinois 3 kg/ha + Phacélie 3.5 kg/ha + Lin 10 kg/ha</p> <p><u>Mélange 2</u> : Féverole de printemps 45 kg/ha + Avoine brésilienne 15 kg/ha + Phacélie 2.5 kg/ha + Radis Chinois 2.5 kg/ha</p>
Avant maïs	<p><u>Mélange 1</u> : Féverole de printemps 90 kg/ha + Phacélie 5 kg</p> <p><u>Mélange 2</u> : Féverole de printemps 45 kg/ha + Avoine brésilienne 15 kg/ha + Phacélie 2.5 kg/ha + Radis Chinois 2.5 kg/ha</p> <p><u>Mélange 3</u> : Féverole de printemps 50 kg/ha + Radis chinois 0.75 kg/ha + Moutarde d'Abyssinie 0.75 kg/ha + Trèfle d'Alexandrie 2 kg/ha + Niger 1.5 kg/ha + Phacélie 2 kg/ha + Tournesol 3 kg/ha</p>

Veillez à avoir des mélanges avec des graines ayant des profondeurs de semis proches.

REPARTITION SELON LA PROFONDEUR DE SEMIS

Le graphique ci-dessous illustre par couvert présent dans le mélange la plage de profondeur de semis à rechercher au moment du semis pour assurer une bonne levée du couvert.



Lorsque vous faites un mélange d'espèces, parfois certaines apparaissent et d'autres non. Plusieurs raisons peuvent expliquer ce phénomène, notamment les différences de profondeurs de semis optimales.

En effet, lorsque vous semez à 3 cm des espèces à profondeur de semis superficielle (type sorgho), la graine peut s'épuiser pour sortir de terre ou ne pas avoir suffisamment d'humidité pour germer.

MES NOTES

04

Implantation en SDCV : les points clés



AGRONOMIE SEMIS DIRECT
Nutrition des plantes
LEGUMINEUSES
Couverts Végétaux
Economie
VIE DU SOL
Systèmes de culture



CHAPITRE 1



A RETENIR

Le choix du semoir fait partie intégrante de l'itinéraire technique. Il doit cependant être raisonné en fonction du type de sol et du système dans lequel vous souhaitez vous inscrire.

Voici quelques éléments de réflexion.

DES SEMOIRS ADAPTES A CHAQUE SITUATION



>> PARTIE 1 : CHOISIR SON SEMOIR

Lors de la transition en semis direct sous couvert, l'une des premières questions qui est posée concerne le choix du semoir.

Pour nous, cette question intervient plutôt à la fin !! En effet, chaque semoir présente ses caractéristiques, qui devront trouver une place dans les conduites que vous aurez décidé de mettre en œuvre.

Notre but dans cette partie n'est pas de vous comparer les semoirs les uns par rapport aux autres, mais de vous donner des pistes dans le choix de votre semoir.

Voici quelques points de réflexion :

- **Nombre de cuves** : ce critère est primordial notamment lorsque vous souhaitez associer des espèces différentes (avec des tailles de graines variées), ajouter des engrais localisés ou de l'anti-limaces. Un minimum de 3 cuves nous paraît indispensable (culture principale + engrais localisé + plante compagne ou anti-limaces).
- **Semoir à dents ou à disques** : le type d'élément semeur est déterminant et orientera le type de semis direct sous couvert réalisé. Les semoirs à dent sont les plus sécurisant car le travail de la dent recrée de la structure et permet une stimulation de la minéralisation favorable à l'installation de la culture. Il présente cependant l'inconvénient de favoriser la germination des adventices et est moins adapté au semis dans des couverts volubiles type vesces ou pois fourrager (privilégier les ports dressés). Les semoirs à disques sont plus adaptés au semis dans des couverts. Les semoirs à disques inclinés semblent intéressants dans les semis dans la paille.
- **Fermeture du sillon** : Veiller à avoir une fermeture du sillon adapté à votre type de sol.
- **Confort de travail** : vérifier l'accessibilité des différentes parties du semoir, la facilité de remplissage ou de vidange, le réglage de la densité de semis, les possibilités d'associations ou de semis à des profondeurs différentes.

>> PARTIE 2 : LES CARACTERISTIQUES DES SEMOIRS

Le tableau ci-dessous récapitule les caractéristiques des principaux types de semoirs.

	Semis en présence de résidus		Perturbation du sol	Levée des adventices	Intérêt dans l'implantation		
	Couvert	Paille			Culture d'hiver	Culture d'été	Couverts végétaux
Semoir à disques droits. (Sky Easy Drill, JD 750A, Horsch Avatar, Great Plains)		(1)				(5)	(5)
Semoirs à disques inclinés (Weaving, Sly Boss, Aurenсан)			(6)			(5)	(5)
Semoir à dents (ECO MULCH, TSEM Contour, Primera Amazone, Aitchinson)	(2)		(3)	(3)		(4)	(4)



Adapté.



Peu adapté ou présente quelques points de vigilance.

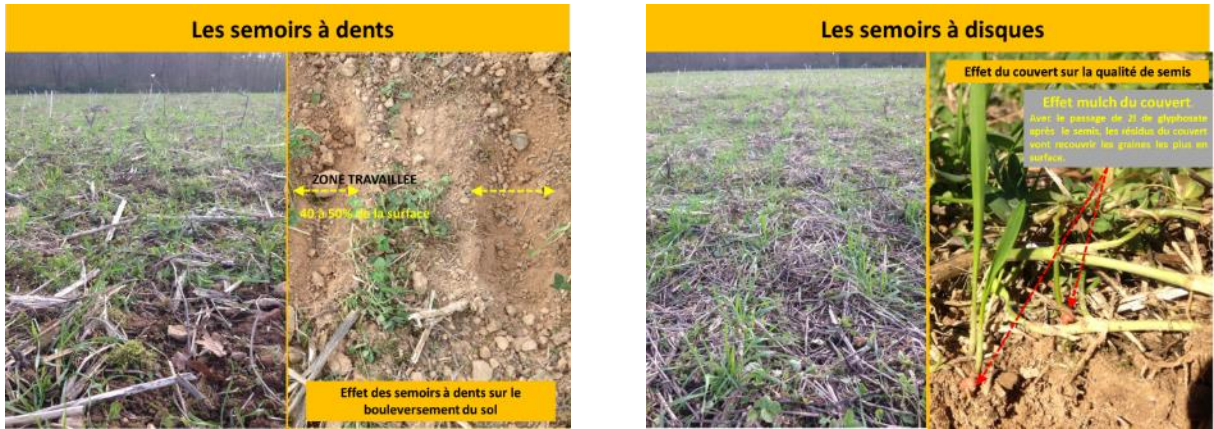
- (1) : risque de coincer la paille dans le sillon.
- (2) : risque de bourrage dans les éléments semeurs. Eviter les couverts volubiles (vesce, pois fourrager).
- (3) : bouleversement du sol (30 à 60% du sol en fonction de la vitesse, du type de dent et de l'écartement).
- (4) : travail du sol sur la ligne de semis avec stimulation de la minéralisation et remontée de terre fine/humide favorable à l'implantation.
- (5) : nécessité de l'humidité du sol pour sécuriser l'implantation.
- (6) : possibilité d'avoir une vitesse de semis plus élevée qu'avec des disques droits sans bouleverser davantage (+ 1 à 3 km/h).

Source : GIEE MAGELLAN



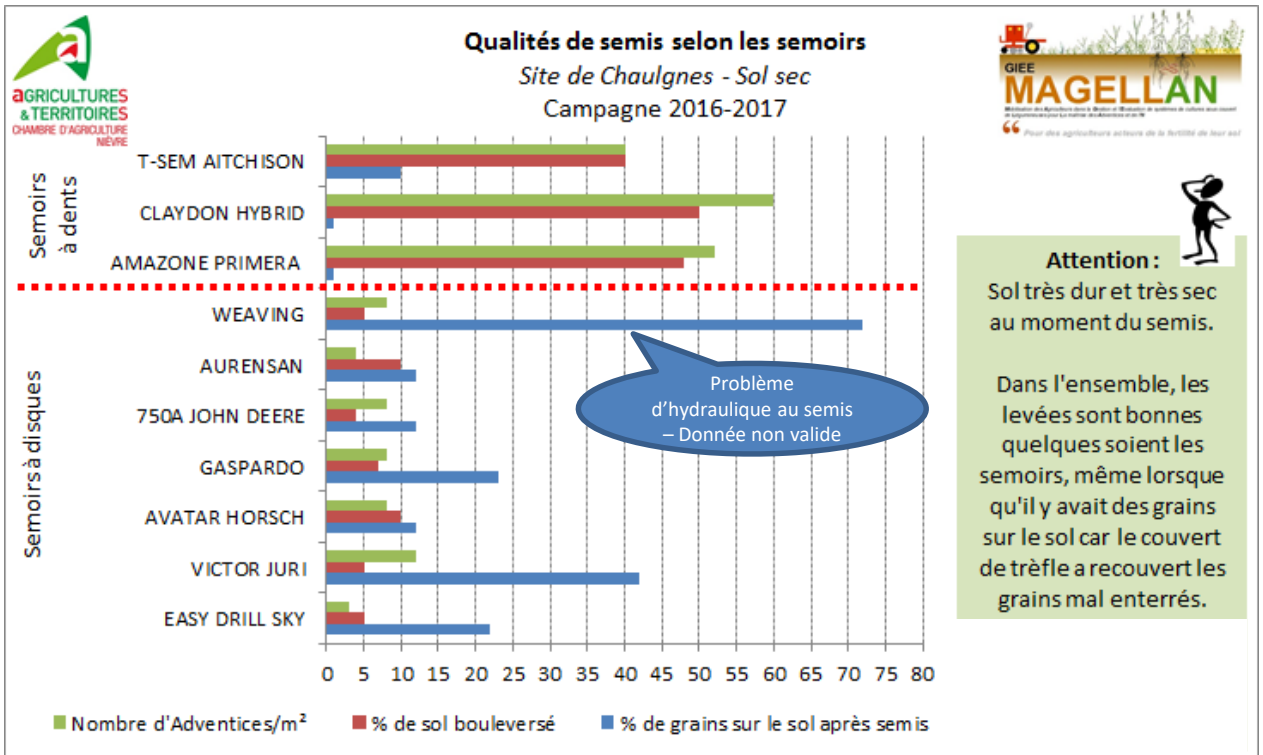
Attention au choix des couverts avant l'utilisation d'un semoir à dents. Eviter la présence de couverts volubiles (pois fourrager, vesce) qui peuvent s'accumuler devant la dent et entraîner des phénomènes de bourrage.

EFFET SUR LE TRAVAIL DU SOL : L'effet du travail du sol sur le bouleversement du sol est représentée dans les 2 illustrations ci-dessous.



EFFET SUR LA QUALITE DE SEMIS ET LE NOMBRE D'ADVENTICES

L'illustration ci-dessous résume le comportement de chaque semoir.



Attention : Sol très dur et très sec au moment du semis.

Dans l'ensemble, les levées sont bonnes quelques soient les semoirs, même lorsque qu'il y avait des grains sur le sol car le couvert de trèfle a recouvert les grains mal enterrés.

Cette démonstration confirme la relation entre travail du sol et levée d'adventices. Sans surprise, les semoirs à dents bouleversent le plus le sol et entraînent le plus de levées d'adventices.

Du côté de la qualité de semis, bien que visuellement le travail des semoirs à dents semblent plus chaotique que celui des semoirs à disques (notamment dans un couvert), les différences s'estompent au fur et à mesure de la croissance des plantes.

Ces semoirs sécurisent l'implantation en conditions sèches (semis de couverts en interculture ou de culture de printemps), du fait du travail sur la ligne (effet minéralisation, aération, réchauffement du sol et essuyage).

EXEMPLES DE L'EFFET DES SEMOIRS SUR LA QUALITE D'IMPLANTATION

1- SEMOIRS A DENTS



ECO MULCH
Contour Master



SIMTECH
T-Sem



AMAZONE
Condor 12001-c

2- SEMOIRS A DISQUES DROITS



SKY
Easy Drill



HORSCH
Avatar



GREATS PLAINS

3- SEMOIRS A DISQUES INCLINES



WEAVING



**SLY
Boss**

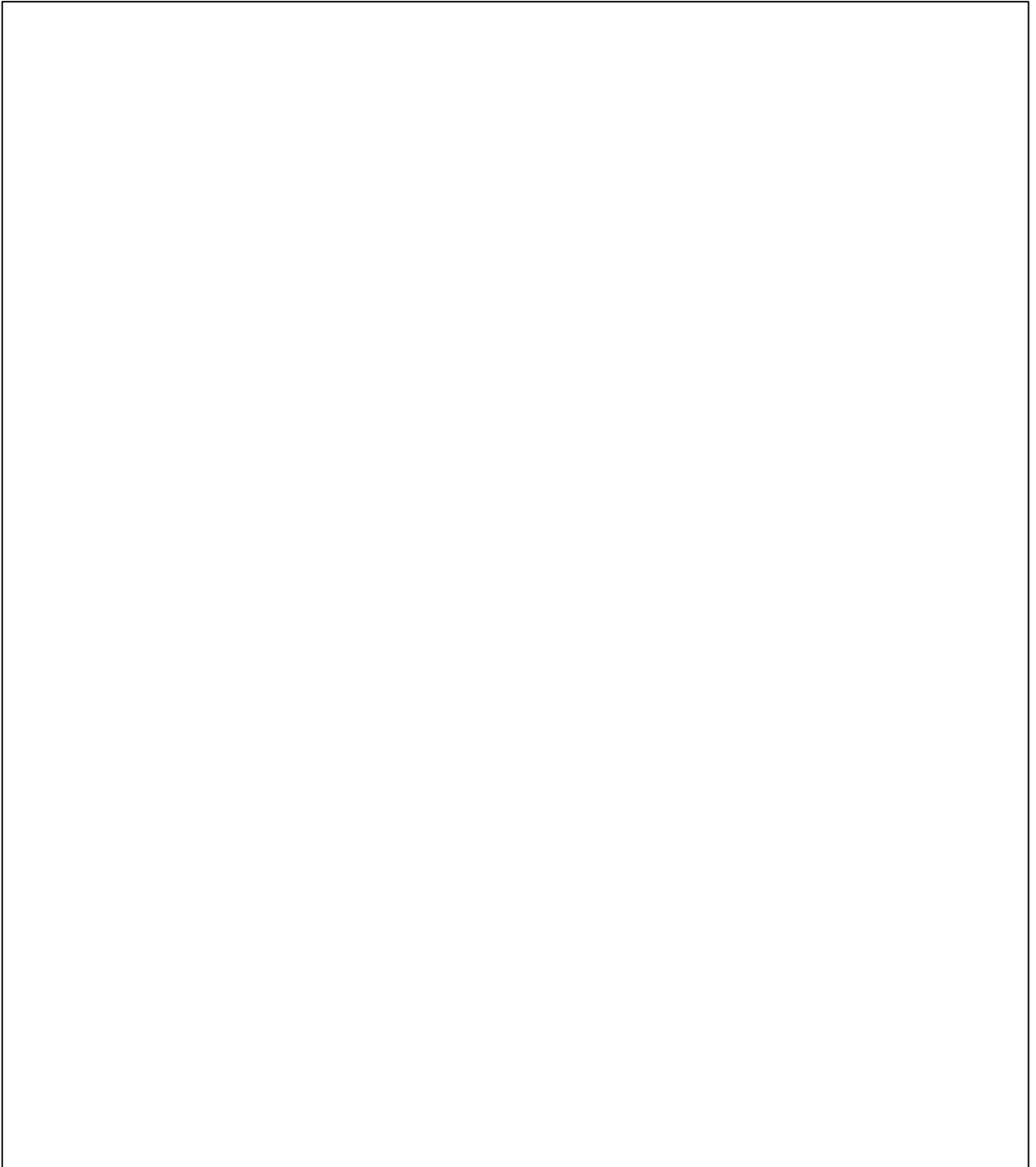


**DURO
Prototype**

Source:



MES NOTES

A large, empty rectangular box with a thin black border, occupying most of the page below the title. It is intended for the user to write their notes.

**A RETENIR**

Les implantations en semis direct nécessitent quelques points de vigilance au risque de pénaliser le peuplement de la culture et/ou favoriser l'installation de bio-agresseurs.

CHAPITRE 2**LES POINTS CLES AU MOMENT DU SEMIS****>> PARTIE 1 : NIVELER SON SOL**

Le semis a pour objectif de bien positionner la graine afin d'assurer une levée rapide et homogène de la culture.

Si le sol n'est pas suffisamment bien nivelé les graines seront, soit semées trop profondément, soit trop superficiellement (voire posées sur le sol).

Avant de basculer la parcelle en semis direct sous couvert, il convient de vérifier son niveau de nivellement.

Si celui-ci n'est pas suffisant, un passage d'outils (dents + rouleaux) sera nécessaire afin de construire de bonnes bases pour démarrer en SDCV.

>> PARTIE 2 : SEMER SUR UN SOL PROPRE

La base de toute implantation en semis direct est de semer sur un sol propre, indemne de graminées et/ou de dicotylédones.

Le premier levier pour semer sur un sol propre est d'avoir réfléchi sa rotation et d'avoir mobilisé suffisamment de leviers agronomiques pour contrôler les populations d'adventices sur la parcelle.

Si malgré tout, vous observez la présence de mauvaises herbes, notamment des graminées ou des vivaces, le recours à une intervention chimique sera obligatoire. En effet, des interventions herbicides en post semis, risquent d'intervenir trop tard, sur des plantes trop développées.

Les stratégies possibles diffèrent en fonction du couvert et des adventices visées.

A - AVANT DES CULTURES D'HIVER

1- AVEC DES COUVERTS ANNUELS

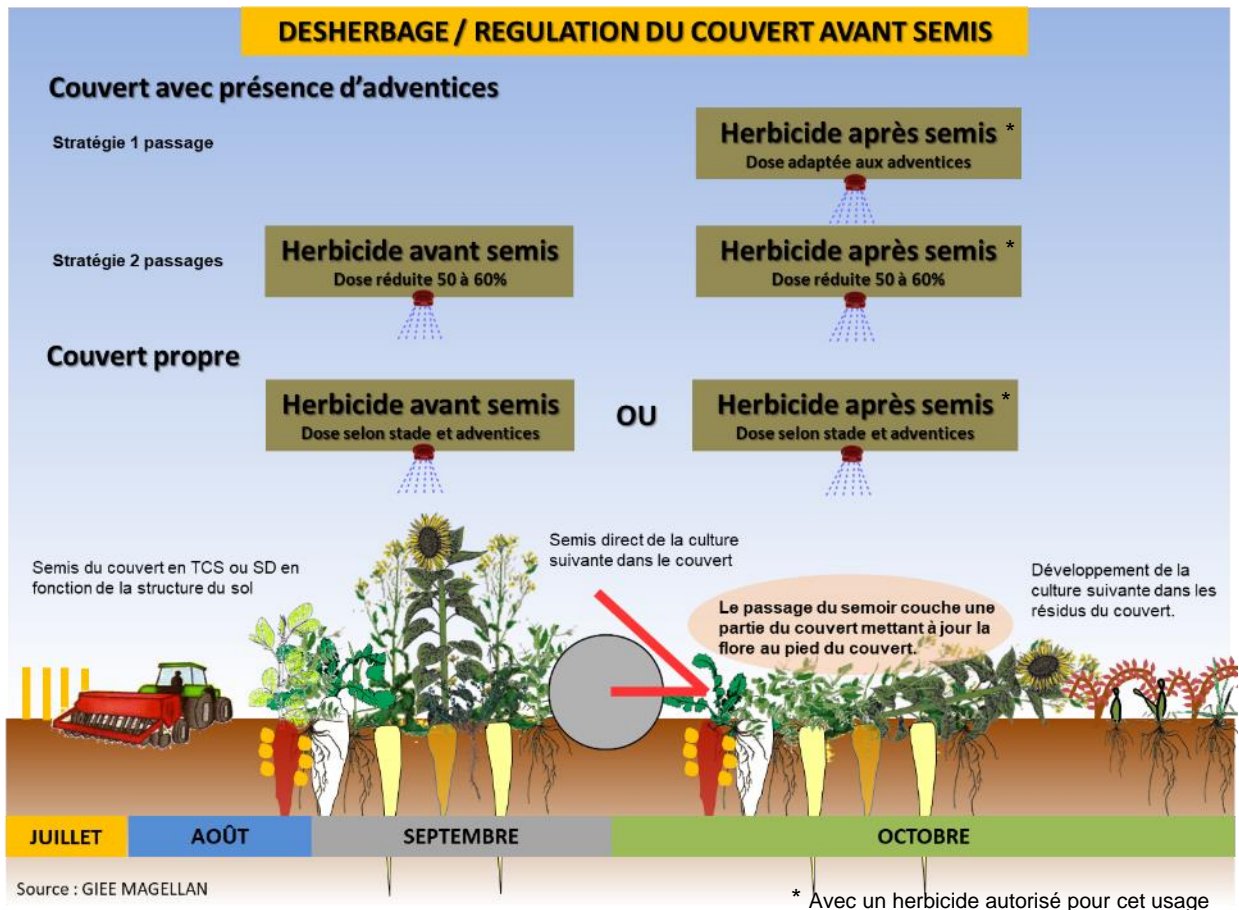
La question qui revient souvent concerne le moment pour appliquer l'herbicide non sélectif : avant le semis ? Après le semis ? Fractionner la dose ?



Cela amène la notion de couvert « efficace ». Un couvert « efficace » est un couvert qui est capable de s'installer suffisamment rapidement pour remplir correctement les fonctions pour lesquelles il a été semé. Dans le cas de la gestion des adventices, un couvert efficace est un couvert qui prend rapidement la place des adventices ou en limitant fortement leur nombre et/ou leur biomasse.

Dans beaucoup de situations en zones intermédiaires, le couvert s'implante difficilement en été du fait du manque d'eau puis finalement reprend sa croissance fin août / début septembre au retour des épisodes pluvieux significatifs. Au final, avant le semis, ces couverts peuvent montrer des biomasses intéressantes (1 à 2 T MS/ha) mais lorsque vous regardez au pieds du couvert, vous observez des vulpins, des gaillets ou des géraniums. Ces adventices seront difficilement accessibles lors de la pulvérisation et risquent de repiquer dans la culture de vente. Le couvert n'a donc pas totalement joué son rôle ! Comment corriger la situation ?

Voici un schéma qui résume les stratégies possibles.



2- AVEC DES COUVERTS PERMANENTS

Semer sur un sol propre en semis direct sous couvert permanent englobe 2 aspects :

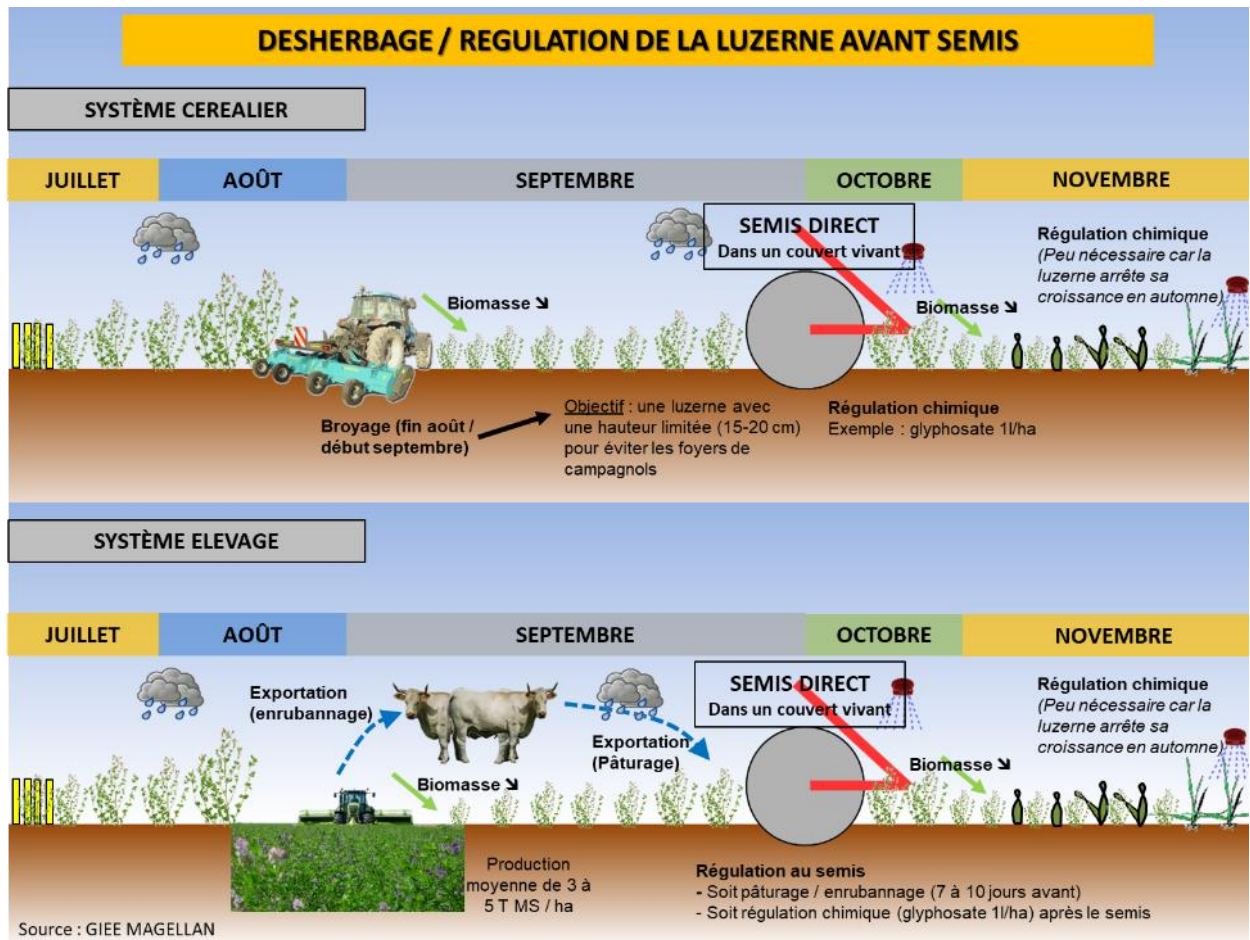
- La gestion du couvert en interculture : ne pas le laisser dépasser le stade floraison (augmentation du C/N) sauf si une production de semences est prévue.
- La régulation du couvert avant le semis pour permettre à la culture de s'implanter.

Les stratégies diffèrent selon le couvert permanent utilisé et le précédent.

APRES L'ANNEE D'INTRODUCTION DU COUVER PERMANENT

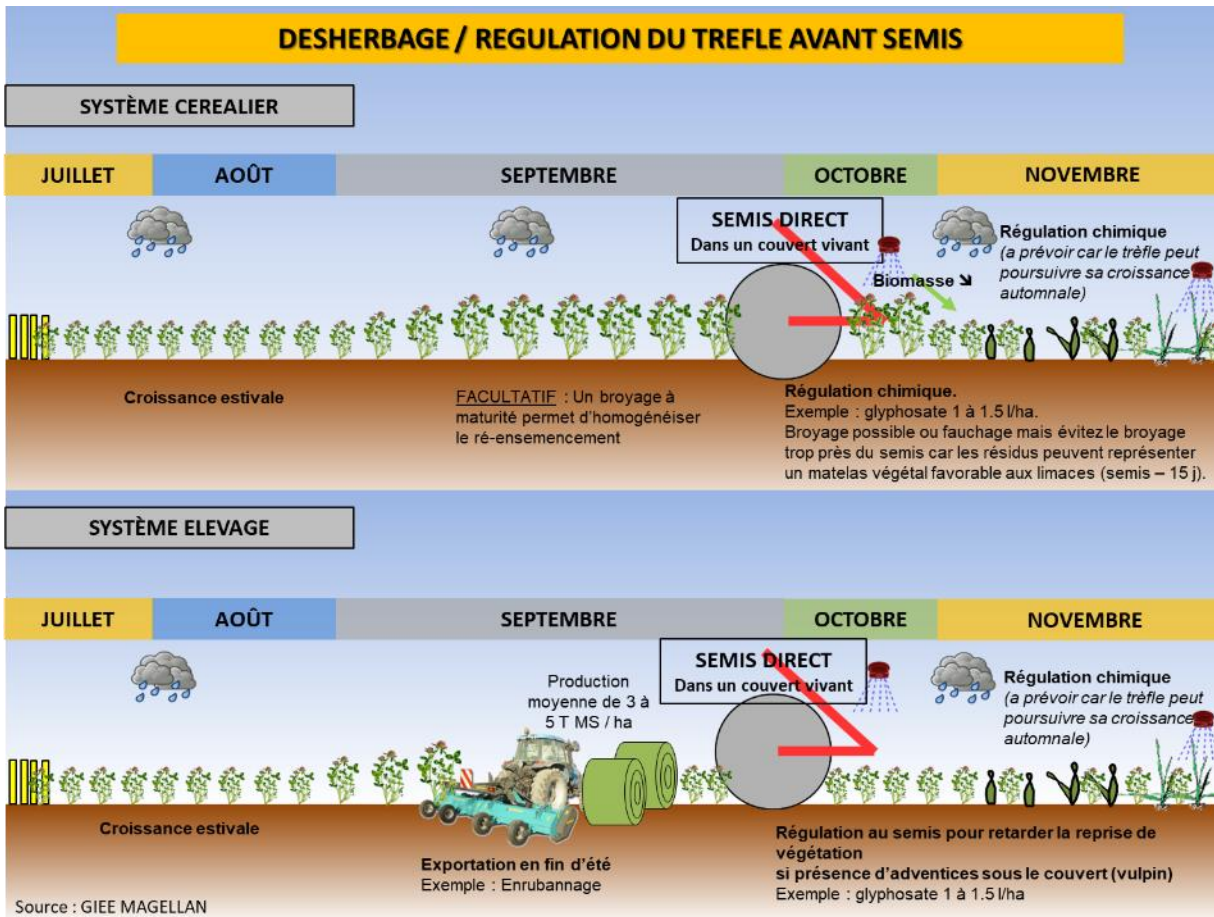
Exemple : après colza ou tournesol qui ont servi de « support » à l'introduction du couvert permanent, le broyage d'interculture 2 semaines à 1 mois après la récolte est obligatoire pour stimuler les bourgeons axillaires des légumineuses pérennes et casser les cannes du précédent.

AVEC UN COUVERT DE LUZERNE

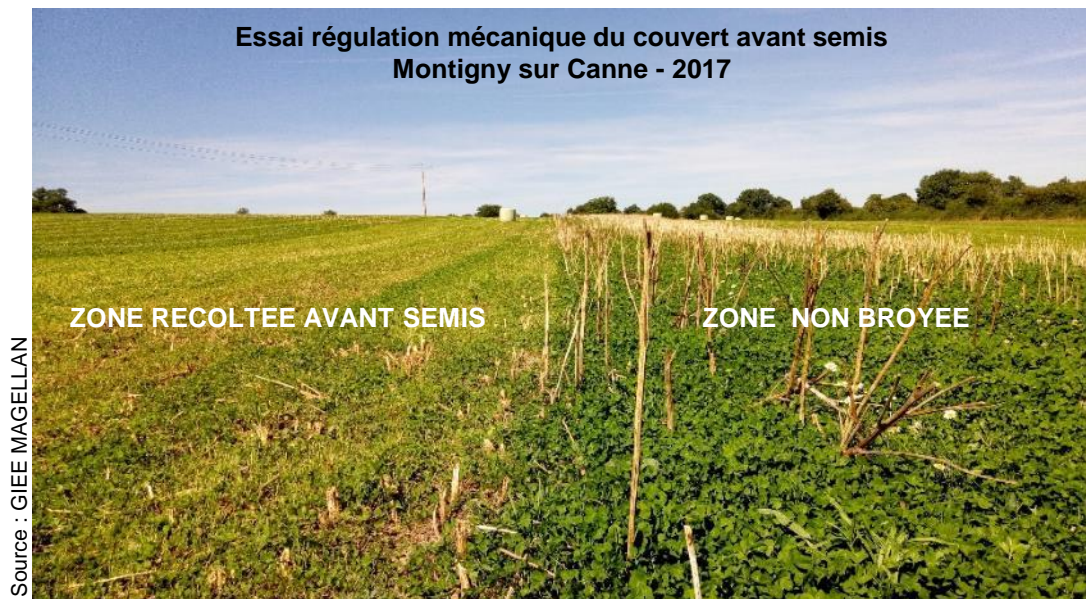


La gestion du couvert de luzerne en interculture doit être un point d'attention, notamment en système céréalier. En effet, la biomasse produite est intéressante pour sa fourniture d'azote mais elle peut aussi, en se plaquant au sol lors du semis, et représenter un abri préférentiel pour les campagnols. Il est alors conseillé de broyer ou faucher le couvert fin août / début septembre afin de réduire la biomasse mais lui laisser suffisamment de temps pour repartir en végétation avant le semis (viser une hauteur de 15-20 cm de luzerne au moment du semis).

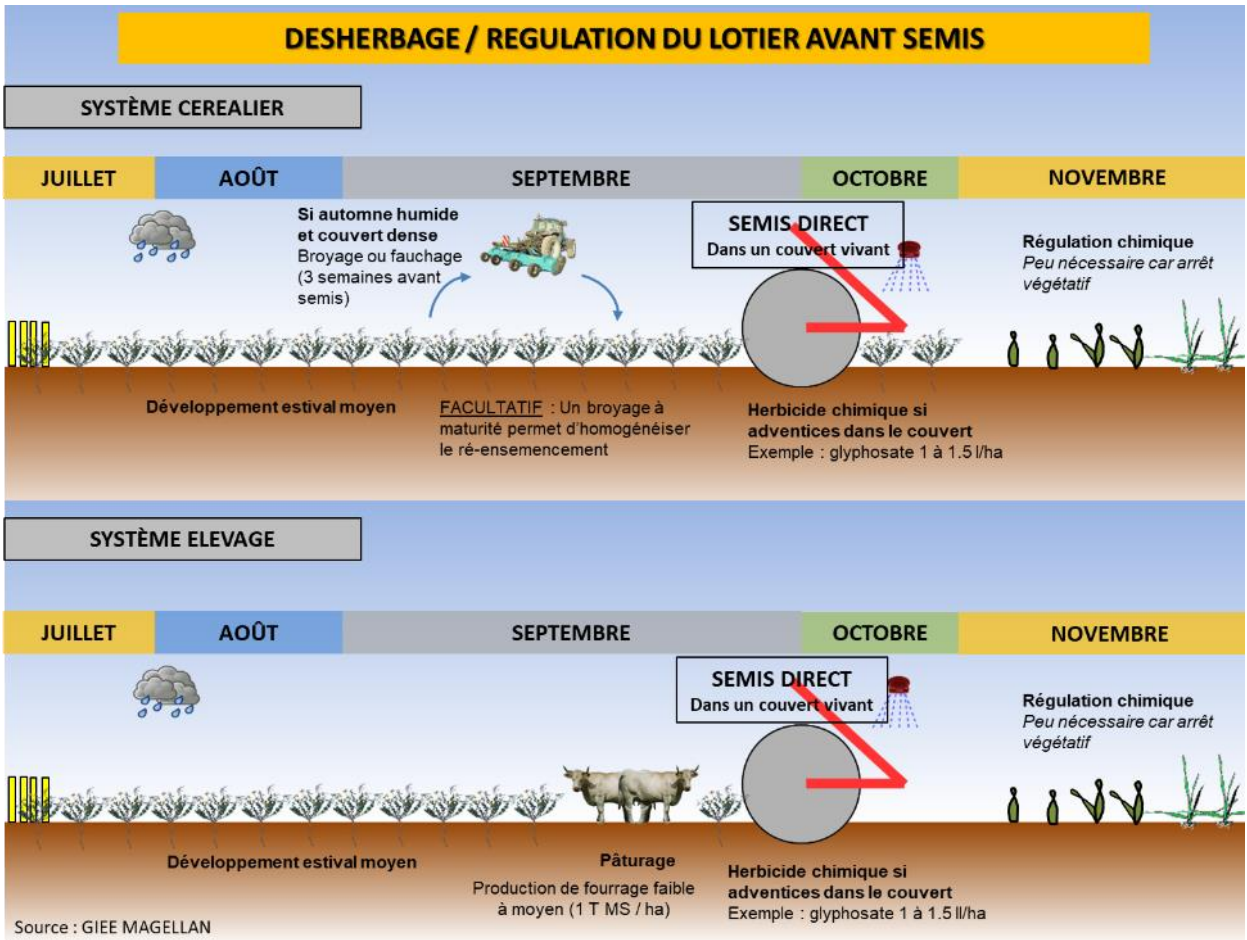
AVEC UN COUVERT DE TREFLE



En année sèche, le développement d'interculture faible ne justifie pas d'intervention mécanique. Une intervention chimique après le semis permettra de gérer les adventices levées dans le couvert.



AVEC UN COUVERT DE LOTIER CORNICULE



Le lotier est le couvert qui demande le moins d'entretien en interculture. Compte tenu de sa plus faible biomasse par rapport à la luzerne ou le trèfle, le lotier est plus adapté au pâturage d'interculture plutôt qu'à l'enrubannage.

B - AVANT DES CULTURES DE PRINTEMPS

QUEL COMPORTEMENT DES COUVERTS PERMANENTS DANS LES CULTURES DE PRINTEMPS ?

L'effet des légumineuses permanentes sur les cultures de printemps dépend de plusieurs critères :

- **Le type de couvert** : les couverts à forte croissance estivale auront un impact plus fort car ils concurrenceront davantage les cultures (ex : la luzerne). Par ailleurs, les couverts à enracinement superficiel seront plus préjudiciables (ex : le trèfle blanc).
- **Les possibilités de régulation dans la culture** : Les cultures dans lesquelles les possibilités de régulation chimique ou mécanique sont faibles voire impossibles seront les plus sujettes à la pénalisation par le développement de la légumineuse.

Facilité de contrôle dans les cultures de printemps :

Possible

Impossible

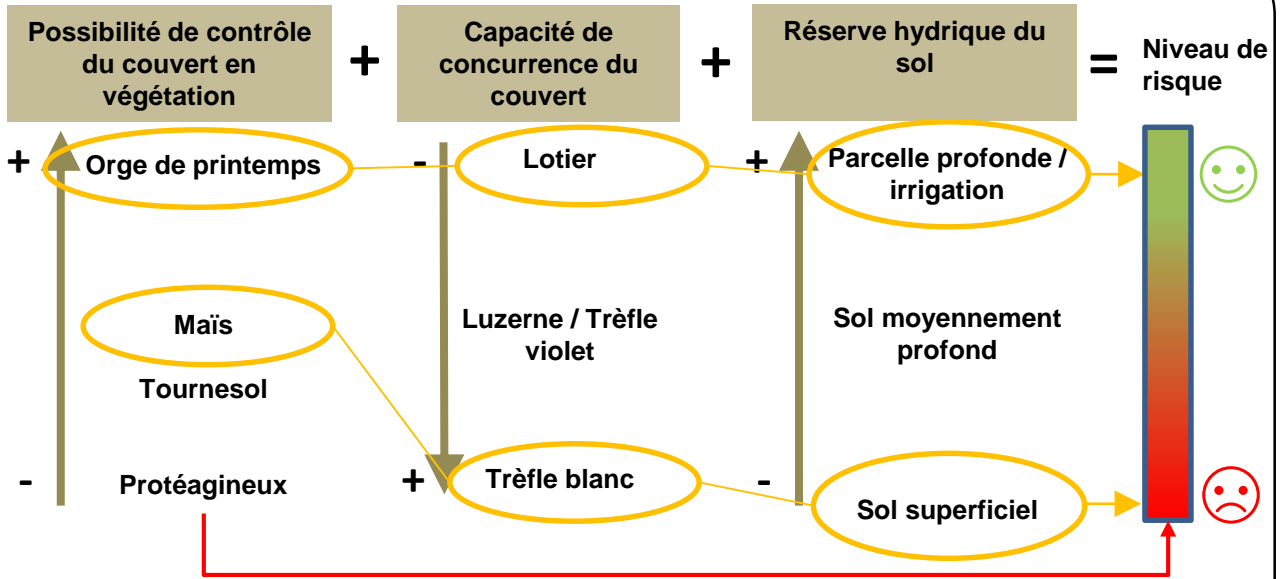
Orge de printemps

Maïs Tournesol

Protéagineux de printemps

- La réserve hydrique de la parcelle ou les possibilité d'irrigation : Dans les parcelles les plus profondes, la concurrence des couverts permanents sera atténuée.

EN RESUME :



Maintien du couvert permanent possible avec une conduite spécifique à tenir.



Destruction du couvert recommandé avant la culture de printemps.

Dans les situations les plus défavorables, la destruction du couvert avant l'implantation de la culture de printemps est à envisager pour ne pas pénaliser le rendement de la culture de vente.

Source : GIEE MAGELLAN



Nos expérimentations de Semis Direct de cultures de printemps Sous Couvert de légumineuses pérennes ont montré notamment avec le trèfle blanc les plus forts impacts sur le rendement. En sec, les pertes de rendement varient de 15 à 20 q/ha. En situation irriguée, les pertes sont plus limitées (0 à 5 q/ha).

Par contre, l'effet de ces plantes pérennes sur la maîtrise des adventices est nette.

Dans les situations intermédiaires, il conviendra d'être très vigilant sur la régulation du couvert au semis et en végétation pour ne pas pénaliser l'installation du peuplement et sa croissance.

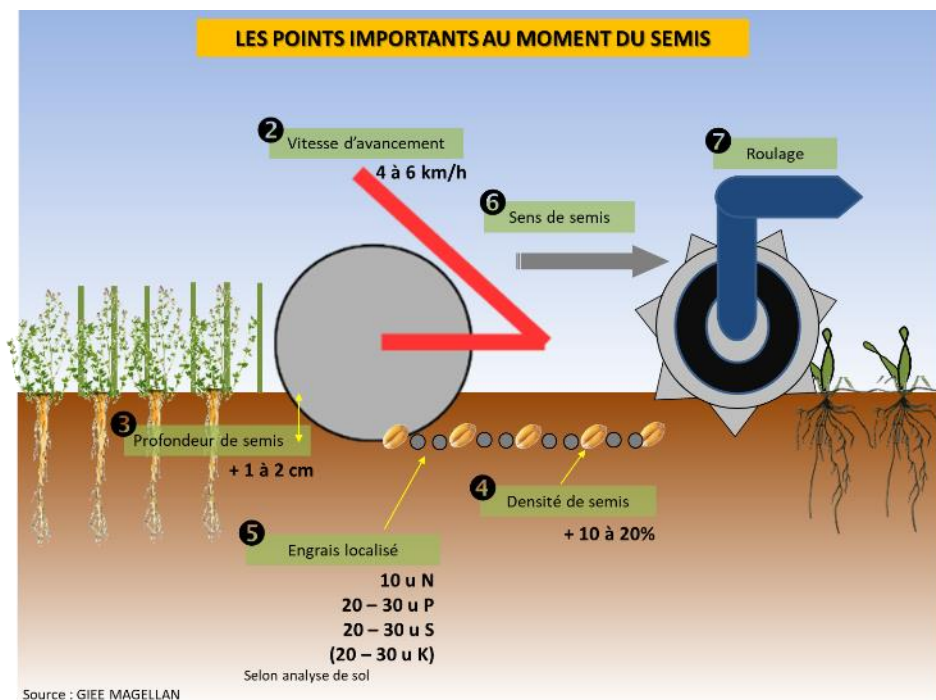


Reportez-vous au chapitre « Construire un système en SDCV » pour plus de détails sur la conduite des couverts avant cultures de printemps.

>> PARTIE 3 : SOIGNER LE SEMIS

En SDCV, la seule opération pour implanter les cultures est le semis. C'est une étape importante qu'il ne faut pas louper au risque d'entacher précocement le potentiel de la culture.

Différents paramètres sont à prendre en compte. L'illustration ci-dessous récapitule les points à retenir.



1- Vitesse de semis

La qualité des semis est conditionnée par la vitesse d'avancement. Le sol étant plus ferme en surface, il va modifier les conditions de semis. Une vitesse trop élevée entrainera des irrégularités de peuplement et un foisonnement du sol qui stimulera les levées d'adventices.

Visez une vitesse de semis comprise entre 4 et 6 km/h !

2- Profondeur de semis

Pour permettre un bon enracinement des cultures, il est conseillé de semer en général plus profond qu'en technique plus traditionnelle (+ 1 cm en moyenne).

Mais cette recommandation dépend des espèces :

Cultures	Profondeur de semis conseillée	Remarques
COLZA	1 à 2 cm	Privilégier un semis peu profond (avec les grains bien recouverts de terre) pour profiter de l'humidité du sol et des précipitations
CEREALES	2 à 3 cm	Vérifier que le grain soit bien recouvert de terre.
PROTEAGINEUX / MAÏS	3 à 5 cm	Vérifier que le grain soit bien recouvert de terre.

3- Densité de semis

La densité de semis est un point primordiale en semis direct sous couvert permanent. En effet, elle remplit plusieurs fonctions :

- Garantir le peuplement de la culture pour maintenir le rendement,
- Permettre au blé de faire sa place au milieu du couvert permanent,,
- Limiter la croissance de la légumineuse pérenne au printemps. En effet, avec une dose de semis densifiée, vous assurerez une biomasse suffisante pour limiter la lumière dans la culture. La dynamique de croissance de la légumineuse pérenne n'en sera que ralentie. Cela fait partie intégrante de la stratégie de régulation du couvert.

La densité de semis conseillée dépend de l'espèce :

Cultures	Densité de semis conseillée	Remarques
COLZA	Hybride : 20 à 30 grains/m ² Lignée : 40 à 50 grains/m ²	Privilégier un semis peu profond (avec les grains bien recouverts de terre) pour profiter de l'humidité du sol et des précipitations.
CEREALES	Jusqu'au 10 octobre : 300 – 350 grains/m ² Du 11 au 25 octobre : 350 – 400 grains/m ² Après le 25 octobre : 400 – 450 grains/m ²	En sol de limon, veiller à tenir compte du risque de pertes de pieds sur l'hiver.
PROTEAGINEUX	Pois Hiver : 100 – 120 grains/m ² Pois printemps : 100 – 120 grains/m ² Soja : + 15 à 20% par rapport aux doses classiques Féverole hiver : + 15 à 20% par rapport aux doses classiques Féverole Printemps : + 15 à 20% par rapport aux doses classiques	Vérifier que le grain soit bien recouvert de terre.
MAÏS	+ 15 à 20% par rapport aux doses classiques	Vérifier que le grain soit bien recouvert de terre. Sécurisé par l'utilisation d'insecticide du sol quand c'est possible pour limiter la pression des insectes (taupins, ...).

4- Localiser de l'engrais

L'utilisation d'engrais localisé au semis est important surtout dans les premières années de semis direct. Et cela pour plusieurs raisons :

- Le semis direct augmente le taux de matières organiques dans le sol, et donc diminue la quantité d'éléments nutritifs disponibles comme l'azote, le phosphore ou le soufre. La fertilité du sol n'est pas encore suffisante pour permettre d'alimenter suffisamment la culture surtout lors des premiers stades végétatifs,
- Mettre des éléments minéraux au semis (phosphore, soufre, azote) permet de booster la croissance des plantes et donc potentiellement de réduire l'impact de certains ravageurs :
 - En réduisant la période de sensibilité (pucerons, limaces, cicadelles, petite altise),
 - En augmentant la biomasse et en stimulant la croissance continue de la plante (grosse altise des crucifères, charançon du bourgeon terminal),

Les éléments à apporter doivent être d'« fini en fonction de l'analyse de sol.

- **AZOTE** : en fonction des cultures et dans le respect de la Directive Nitrates en vigueur dans votre région. Intérêt dans la stimulation de la biomasse aérienne. ➔ **Prévoir 10 u N après le 1^{er} septembre.**
- **PHOSPHORE** : Intérêt dans la stimulation de la croissance racinaire. ➔ **Prévoir 20 à 30 u N.**
- **SOUFRE** : Intérêt dans l'alimentation des légumineuses. ➔ **Prévoir 20 à 30 u N.**

Différentes formes d'engrais sont disponibles. Leur choix dépend de l'espèce et des conditions de croissance automnal et du niveau de fertilité du sol (disponibilité en éléments ou apports de matières organiques).

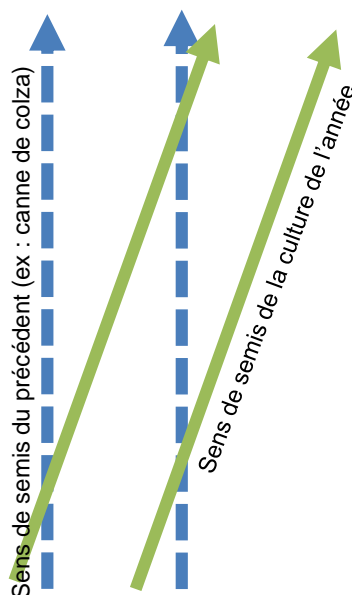
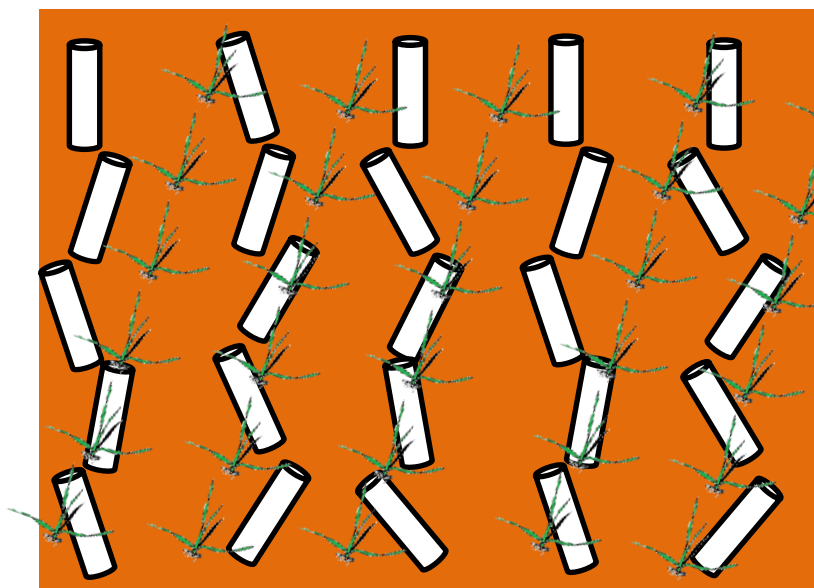
Pour certaines espèces, d'autres éléments peuvent être intéressants à localiser (Ex : Zinc sur maïs).



Reportez-vous au chapitre « Nutrition des plantes » pour plus de détails.

5- Sens du semis

Pour éviter de positionner les graines dans les anciens rangs de la culture précédente (gène éventuelle à la levée), il est conseillé lorsque le parcellaire le permet de semer la culture suivante en prenant un angle de quelques degrés pour croiser légèrement les 2 rangs de semis.



6- Roulage après semis



Même si votre semoir semble bien rappuyer la ligne de semis, il est vivement conseillé de rouler systématiquement après chaque passage de semoir.

En effet, ce roulage a 2 objectifs :

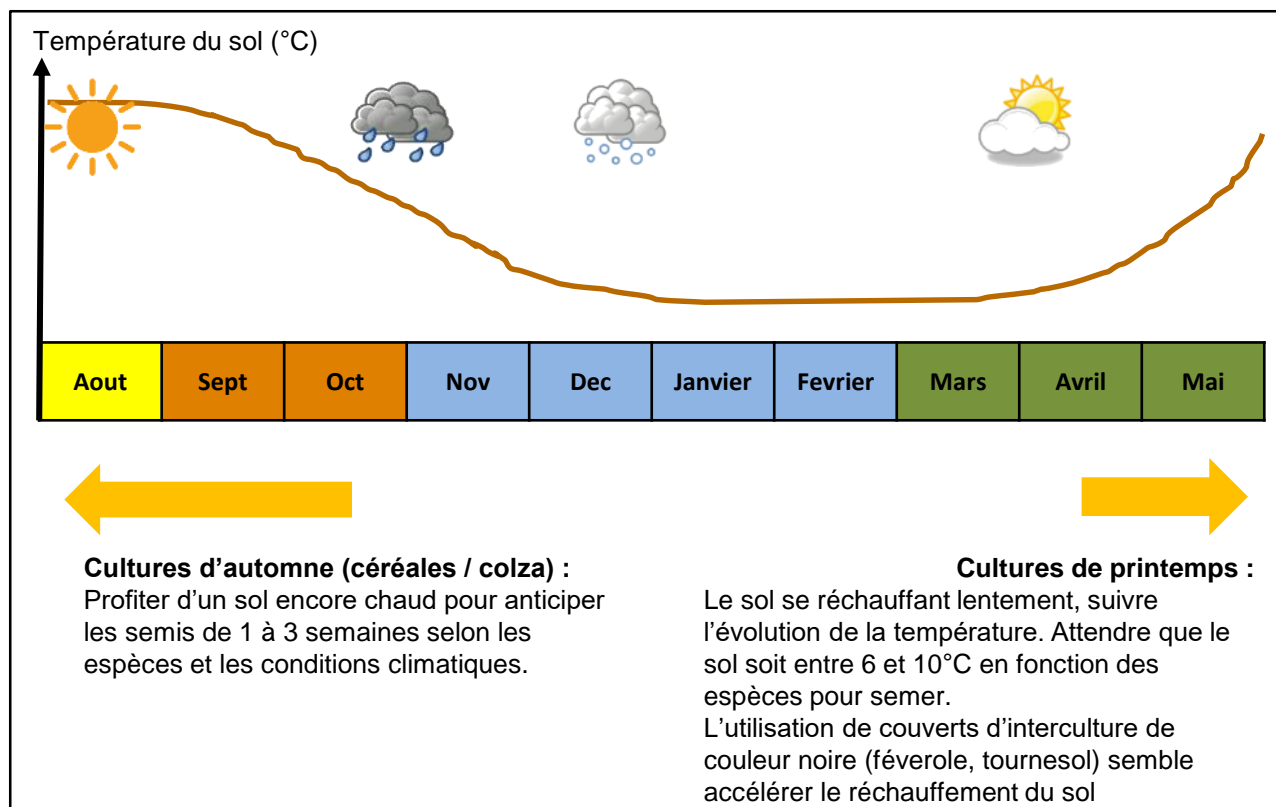
- Augmenter le contact sol-graine, notamment en refermant bien le sillon et en rappuyant bien le sol,,
- Limiter les infractuosités du sol, ce qui limitera les déplacements des limaces, et donc (a priori) les dégâts.

>> PARTIE 4 : AVOIR UNE DATE DE SEMIS ADAPTEE

Ce sont les conditions de sol, notamment humidité et température qui vont déclencher le semis en direct.

En semis direct, du fait de l'absence de travail du sol et de la présence de couvert, le réchauffement du sol se fait plus lentement alors que la portance arrive plus précocement qu'en sol travaillé.

Dans ce contexte, il faudra composer avec la dynamique d'évolution de la température du sol pour sortir le semoir !



NE PAS OUBLIER :

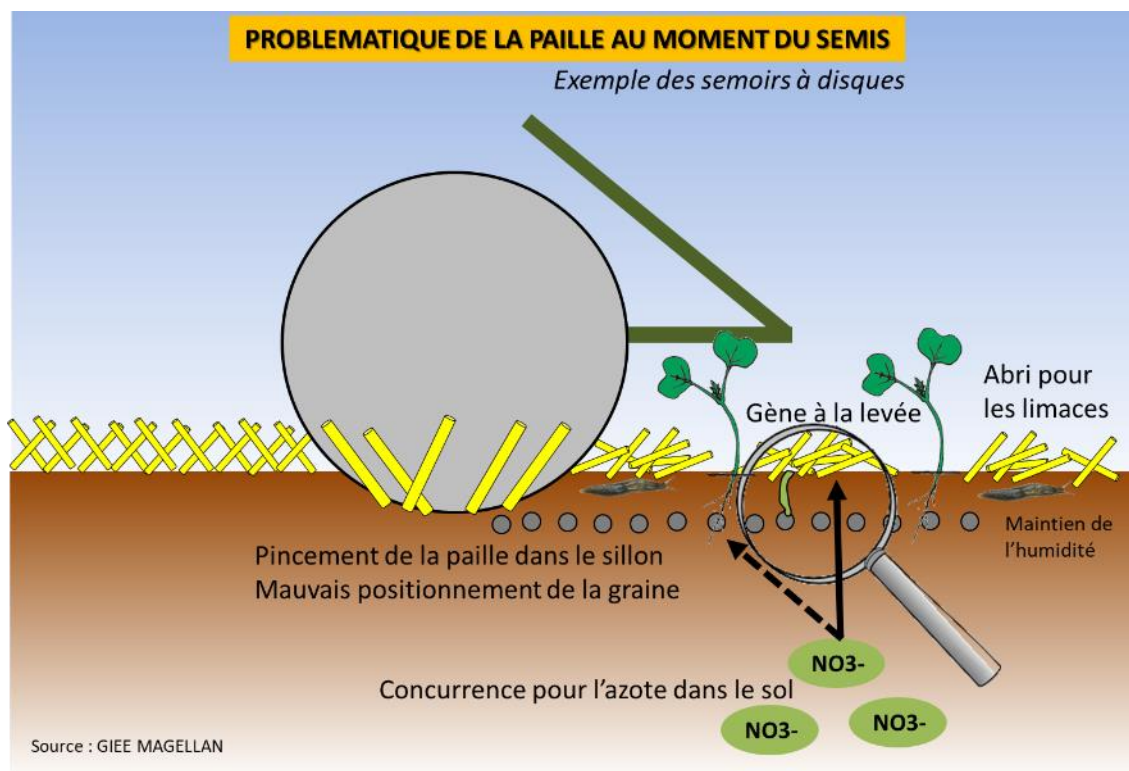
L'humidité du sol est également très importante. Pour garantir la réussite de la levée, il est conseillé d'attendre un épisode pluvieux, même si la présence du couvert (annuel ou permanent) entretient de l'humidité dans les premiers centimètres du sol.

>> PARTIE 5 : GERER LES PAILLES

La paille est une problématique importante en semis direct. Elle est surtout problématique pour quelques cultures comme le colza.

La présence de paille en surface crée plusieurs problèmes :

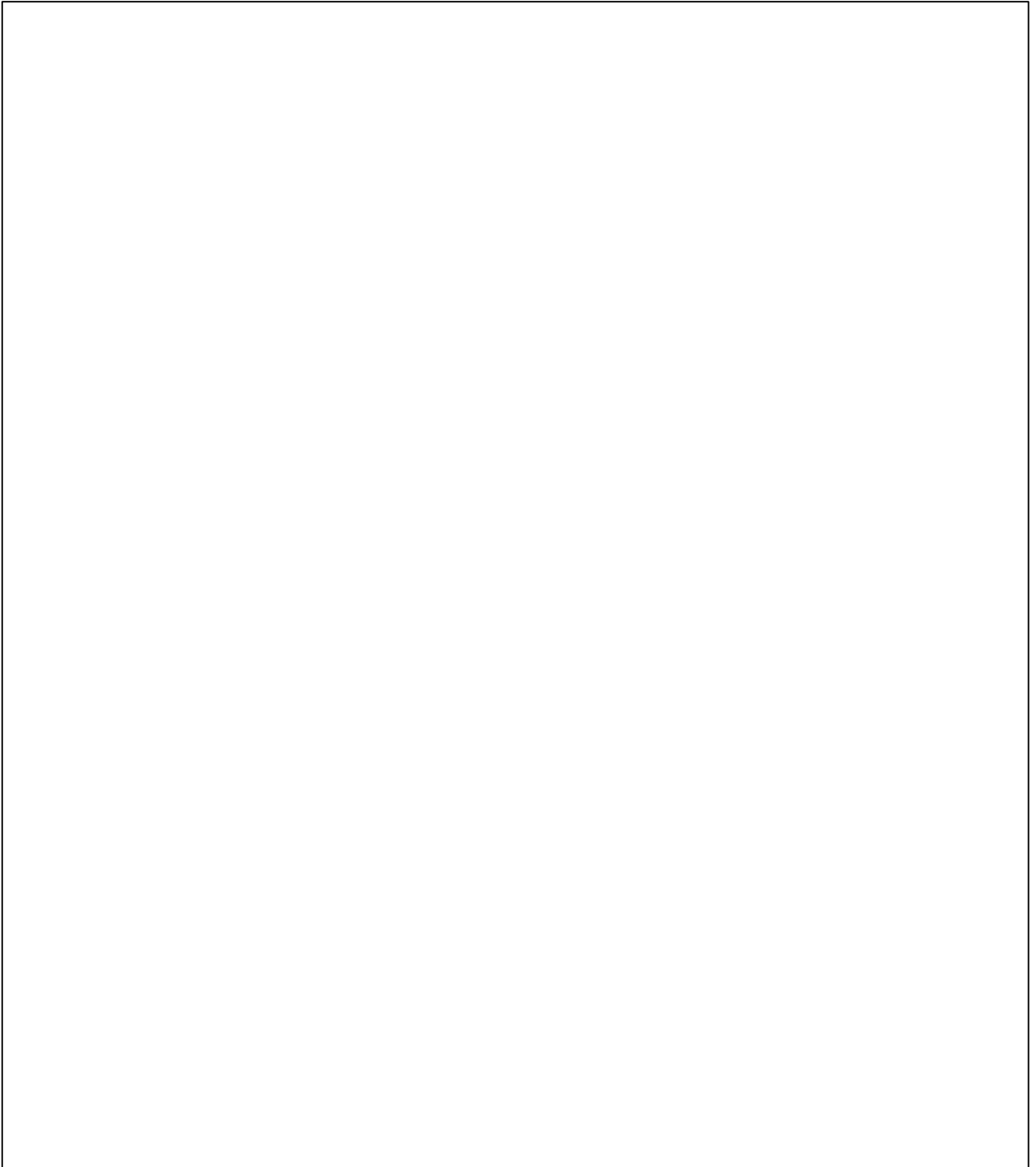
- La paille peut être pincer dans le sillon lors du semis avec des semoirs à disques, ce qui pénalise le positionnement de la graine,
- Elle entraîne une gêne à la levée, ce qui peut influencer négativement la population finale,
- Elle représente un abri pour de nombreux bio-agresseurs comme les limaces,
- La dégradation de la paille va consommer de l'azote dans le sol pour se décomposer au détriment de l'alimentation azotée de la culture.



Pour répondre à cette problématique, des alternatives peuvent être mises en œuvre :

Solutions possibles	Commentaires
Exporter les pailles	L'exportation de la paille est la première solution possible pour limiter les effets négatifs. Cette technique reste aujourd'hui une des plus efficaces pour sécuriser l'implantation du colza en semis direct. Un raisonnement global des flux de carbone et de matières organiques est, dans ce cas, primordial à mettre en œuvre sur l'exploitation.
Utilisation de chasse-débris sur les semoirs	Le montage de chasse-débris sur le semoir, qui ramènent la paille dans l'inter-rang, permet de sécuriser la levée, mais influence peu le risque limaces (maintien de la paille dans l'inter-rang).
Augmenter la hauteur de coupe lors de la récolte du précédent puis broyer après semis	Pour limiter les résidus pailleux qui pourraient gêner au moment de l'implantation suivante, une des solutions consiste à remonter la barre de coupe lors de la récolte pour avoir des hauteurs de chaume plus importantes. De ce fait, il y aura moins de paille au sol. Après le semis, vous pourrez broyer les pailles pour recouvrir le sol.
Changer l'ordre des cultures dans la rotation	Un changement d'ordre des cultures dans la rotation peut être un levier important pour supprimer le risque de mauvaise gestion de la paille. Il consiste à faire succéder le colza à une culture laissant pas ou peu de résidus. Exemple : la succession pois / colza
Planter avec un semoir à dents	Le semis avec un semoir à dent (SD ou Strip-Till) permet de dégager la ligne de semis, d'aérer de sol, de refaire de la structure et de stimuler la minéralisation (apport d'azote).

MES NOTES



CHAPITRE 3

Associer les cultures pour sécuriser l'implantation

Objectifs visés

- Sécuriser l'implantation en SD,
- Augmenter la compétitivité vis-à-vis des adventices,
- Limiter l'impact des ravageurs,
- Augmenter la fertilité du sol,
- Améliorer la teneur en protéines des productions.



Les associations de cultures doivent au maximum être valorisées dans les implantations en semis direct sous couvert. Plus la diversité des plantes sera importante, plus vous augmenterez l'efficacité de votre implantation et plus vous sécuriserez la réduction des intrants. Sous réserve d'avoir choisi les bonnes espèces !

>> PARTIE 1 : DEFINITION & OBJECTIFS

Association de cultures : la culture simultanée d'au moins deux espèces sur la même parcelle, pendant une partie significative de leur développement (Willay, 1979).

Ces associations concernent différents types de systèmes :

- Les associations avec des légumineuses annuelles ou pérennes en grandes cultures,
- Les systèmes prairiaux,
- L'agroforesterie,

Nous aborderons dans cette partie, les associations en grandes cultures qui associent des légumineuses annuelles ou pérennes avec des grandes cultures.

Différents objectifs sont visés :

- Meilleure résistance face aux maladies et ravageurs,
- Renforcer la compétition vis-à-vis des adventices,
- Complémentarité pour l'exploration racinaire et maximisation de la biomasse,
- Augmenter le taux de protéines du mélange.



Source : GIEE MAGELLAN



La recherche de plantes avec des systèmes racinaires complémentaires permet de limiter la concurrence entre les 2 espèces, voire stimuler l'enracinement du colza (association avec des plantes à racines pivotantes).

Cette synergie présente plusieurs avantages :

- Augmentation de la surface racinaire et donc une meilleure exploration du sol,
- Amélioration de la disponibilité des éléments peu mobiles.

Les limites de ces associations :

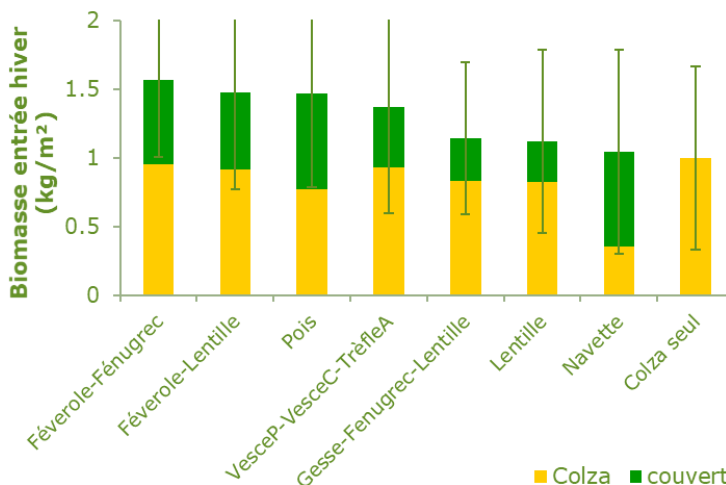
- Cette technique augmente le poste semences (40 à 60 €/ha supplémentaires),
- Demande davantage de technicité dans la conduite technique (date de semis, mode d'implantation, programme désherbage, fertilisation, ...).
- Anticipation dans les chantiers nécessaire (logistique, préparation des semences, matériel spécifique),
- Variabilité des résultats en fonction des milieux. Les bénéfices semblent plus importants en sol argilo-calcaire.

2- LES RESULTATS ATTENDUS

➔ Moindre concurrence vis-à-vis du colza :

Les légumineuses n'ont pas ou peu d'effet sur la biomasse du colza en entrée hiver. Les 2 biomasses (colza + couvert s'ajoutent). Certaines références montrent des biomasses légèrement plus faibles.

Par contre, les non-légumineuses ont un fonctionnement différent (croissance racinaire plus important, absorption d'azote au détriment du colza, croissance aérienne gênant le développement du colza), si bien qu'ils pénalisent la production de biomasse du colza en entrée hiver. Dans le graphique ci-dessous, la biomasse du colza seul et du colza associé à une non-légumineuse sont identiques. Cela illustre que la biomasse de la non-légumineuse (ici la navette) se substitue à celle du colza.



Source : Terres Inovia

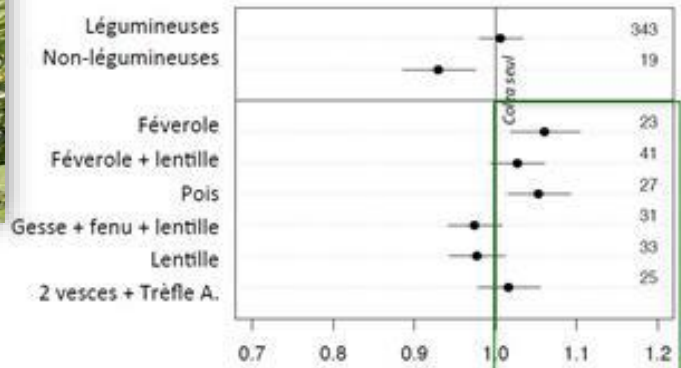
➔ **Intérêt dans la fertilisation azotée :**

Des travaux de recherche ont montré qu'il n'y avait pas de transfert d'azote de la légumineuse vers le colza (Jamont et al., 2013).

Par ailleurs, l'association avec d'autres plantes, notamment des plantes pivotantes (féverole), stimule l'enracinement du colza, ce qui entraîne une exploration racinaire plus importante. La valorisation des ressources du sol est alors plus efficace. Ce phénomène explique sans doute pourquoi les colzas associés à des légumineuses présentent des teneurs en azote plus importantes que des colzas seuls.



**Nutrition azotée du colza en entrée hiver
 (ratio d'INN colza associé/seul)**



17 Résultats compilés dans le Projet « CASDAR Alliance » essais INRA, Chambres d'Agriculture, Terres Inovia

Colza associé + riche en azote

La plus forte concentration en azote dans les colzas associés explique pourquoi ces plantes montrent moins de signes de carences azotées à l'automne.

En fonction du couvert choisi, une partie de la biomasse du couvert associé peut se minéraliser et apporter de l'azote à la culture. Par ailleurs, l'amélioration racinaire obtenu permet d'augmenter l'efficacité des apports d'azote apportés au printemps.



Des couverts mieux adaptés à la minéralisation

Nous l'avons vu plus haut, il n'y a pas de transfert direct d'azote entre la légumineuse et le colza. Malgré tout, la plante compagne peut apporter de l'azote par minéralisation de sa biomasse après destruction par le gel.

Pour permettre cette minéralisation, il faut que la plante puisse, après sa destruction, avoir le maximum de contact avec le sol. Cela concerne notamment les plantes à port dressé ou retombant. La féverole par exemple, en restant dressée après le gel, sera moins accessible aux micro-organismes du sol pour entrer dans le processus de minéralisation. A la différence de la lentille qui s'étale au sol.

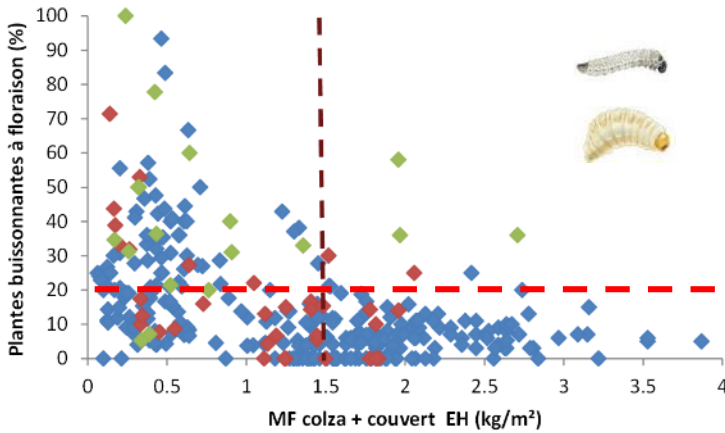
Sur les plantes dressées, une alternative consisterait à broyer les plantes pour que les résidus végétaux tombent au sol.

Exemples de couverts dressés : Féverole, trèfle d'Alexandrie, fénugrec.

Exemples de couverts étalés : Lentille, vesce pourpre, vesce commune, gesse

➔ Gérer les ravageurs d'automne :

Dans les secteurs concernés par des dégâts de ravageurs d'automne (larves de grosses altises et charançon du bourgeon terminal), les colzas associés peuvent représenter un levier intéressant. Ce point est d'autant plus important que des phénomènes de résistance aux insecticides sont observés.



Source : Terres Inovia

Ce graphique illustre la relation entre la biomasse à l'entrée de l'hiver (colza + couvert) et le pourcentage de plantes avec un port buissonnant (lié à des dégâts de larves de grosse altise ou de charançon du bourgeon terminal).

Il est admis que des pertes de rendement sont observées pour des pourcentages de plantes avec un port buissonnant supérieurs à 20%.

Pour limiter l'impact des larves des ravageurs d'automne, 2 critères sont importants :

- Avoir des colzas avec une biomasse supérieure à 1.5 kg/m² à l'entrée de l'hiver, avec notamment une biomasse du couvert supérieure à 200 g/m²,
- Avoir une croissance continue. En effet, les plantes en arrêt de croissance suite à une carence précoce en azote sont les plus fragiles vis-à-vis de la progression des larves dans le pétiole.

Les plantes compagnes de part leur effet perturbateur (augmentation de la diversité végétale dans la parcelle) et la concentration en azote qu'elles entraînent dans les plantes, participent à limiter l'impact des ravageurs d'automne (moins de larves par plante). Pour atteindre ces objectifs d'autres éléments de l'itinéraire technique devront être mobilisés (date de semis plus précoce, localisation d'azote au semis, apport de matières organiques, ...).

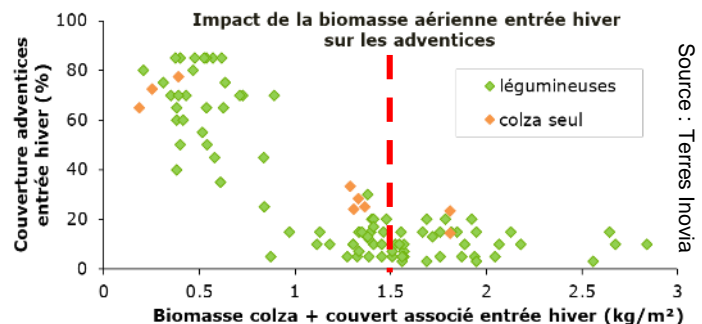
➔ Augmenter la concurrence vis-à-vis des adventices :

Les plantes compagnes peuvent représenter un atout dans la concurrence vis-à-vis des adventices en limitant essentiellement leur croissance (ombrage, consommation d'éléments minéraux et d'eau). Plusieurs éléments sont à prendre en compte :

- Le type de couvert (dynamique de levée, rythme de croissance, port de feuille),
- La biomasse produite (au minimum 1.5 kg/m²),
- La disponibilité en azote et en eau du sol.

La date de semis, la localisation d'engrais et la densité de semis des plantes compagnes conditionnent la réussite. Mais seules elles ne seront pas suffisantes et devront être complétées par d'autres leviers, notamment pour limiter les levées d'adventices. Sur ce point, le choix du mode d'implantation est plus important. En effet, le semis direct en réduisant le flux de terre, empêche la germination précoce des adventices.

Source : GIEE MAGELLAN



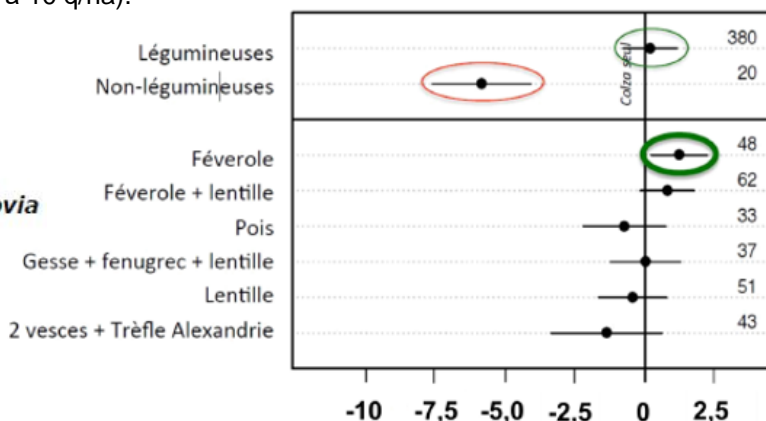
Source : Terres Inovia

➔ **Impact sur le rendement :**

Les différentes expérimentations ont montré un gain de rendement possible avec des associations à base de légumineuses (0 à 4 q/ha). Cette augmentation est surtout observée dans les sols les plus superficiels (type argilo-calcaire), où la stimulation du colza par le couvert compense le manque de fertilité du sol. Dans des sols plus profonds (type limon), les gains de rendement ne sont pas systématiques (azote disponible).

Par contre, les associations avec des non-légumineuses entraînent souvent des pertes de rendement significatives et non négligeables (jusqu'à 10 q/ha).

Résultats compilés dans le Projet « CASDAR Alliance » essais INRA, Chambres d'Agriculture, Terres Inovia



➔ **Impact sur la fertilité des sols :**

Les colzas associés sont un « prétexte » supplémentaire pour amener une légumineuse dans les parcelles, ce qui stimule la vie du sol et apporte de l'azote.

➔ **Permet l'introduction des plantes pérennes dans la parcelle :**

Le colza est une des cultures possibles pour introduire des légumineuses pérennes dans la parcelle.

3- LES ESPECES POSSIBLES

- **Les légumineuses annuelles** : à privilégier. Ajout de légumineuses pérennes possible.

NOM	Densité de semis en kg/ha (nombre de pieds/m ²)	Vitesse d'installation	Concurrence adventices	Impact culture	Biomasse automne	Sensibilité au gel	Type de port de plante	Minéralisation	Sensibilité herbicide
Trèfle d'Alexandrie	5 kg/ha (120)					-4°C	Dressé		
Lentille	20 à 25 kg/ha (65)					-7°C	Etalé		
Fenugrec	20 à 25 kg/ha (65)					-7°C	Dressé		
Vesce Pourpre	10 kg/ha (15)					-10°C	Etalé		
Vesce commune	10 kg/ha (15)					-10°C	Etalé		
Pois Fourrager	20 kg/ha (17)					-10°C	Dressé / Etalé		
Gesse	20 kg/ha (10)					-10°C	Etalé		
Féverole de printemps	60 à 80 kg/h (12 à 15)					-5°C	Dressé		

Source : Terres Inovia, Jouffray-Drillaud, GIEE Magellan





Quelques caractéristiques des espèces de légumineuses :

- Féverole de printemps : Très bon partenaire pour le colza. Effet structure et azote important. Port dressé donc faible possibilité de minéralisation rapide après destruction par le gel. Couleur sombre après destruction donc concoure au réchauffement du sol en sortie hiver. Moyennement sensible aux herbicides (napropamide). Joue un rôle de tuteur pour les autres espèces dans les cas de mélanges.
- Pois fourrager : Fort développement qui peut gêner le colza. A éviter. Pertes de rendement souvent observées.
- Vesce : Intérêt dans la maîtrise des adventices. Peu sensible au gel. A réserver aux situations avec gel hivernal significatif. Moyennement sensible aux herbicides.
- Gesse : Croissance intéressante notamment en semis précoce. Production d'azote. Espèce s'installant lentement. Coût de semences parmi les plus élevées.
- Fénu grec : Bonne vigueur de départ. Odeur caractéristique. Maîtrise moyenne des adventices.
- Lentille : Bonne vigueur de départ. Intéressante en mélange pour explorer la strate inférieure. Effet allélopathique possible sur les levées d'adventices. Adaptée au sol argilo-calcaire. Port étalé : minéralisation possible. Assez sensible aux herbicides. Privilégier les interventions de post-levée.
- Trèfle d'Alexandrie : bonne vigueur de départ. Assez sensible aux herbicides. Port étalé : minéralisation possible après destruction

- Les non-légumineuses : à limiter

NOM	Densité de semis en kg/ha (nombre de pieds/m ²)	Vitesse d'installation	Concurrence adventices	Impact culture	Biomasse automne	Sensibilité au gel	Type de port de plante	Minéralisation	Sensibilité herbicide
Tournesol	1 à 2 kg/ha (2 à 3 pieds/m ²)						Dressé		
Sarrasin	2 à 40 kg/ha (8 à 160 pieds/m ²)						Dressé		
Niger	1 à 2 kg/ha (33 à 67 pieds/m ²)						Dressé		
Phacélie	2 kg/ha (100 pieds/m ²)						Étalé		
Lin de printemps	1 kg/ha (14 pieds/m ²)						Dressé / Étalé		

Fort
 Moyen
 Faible

Source : GIEE Magellan

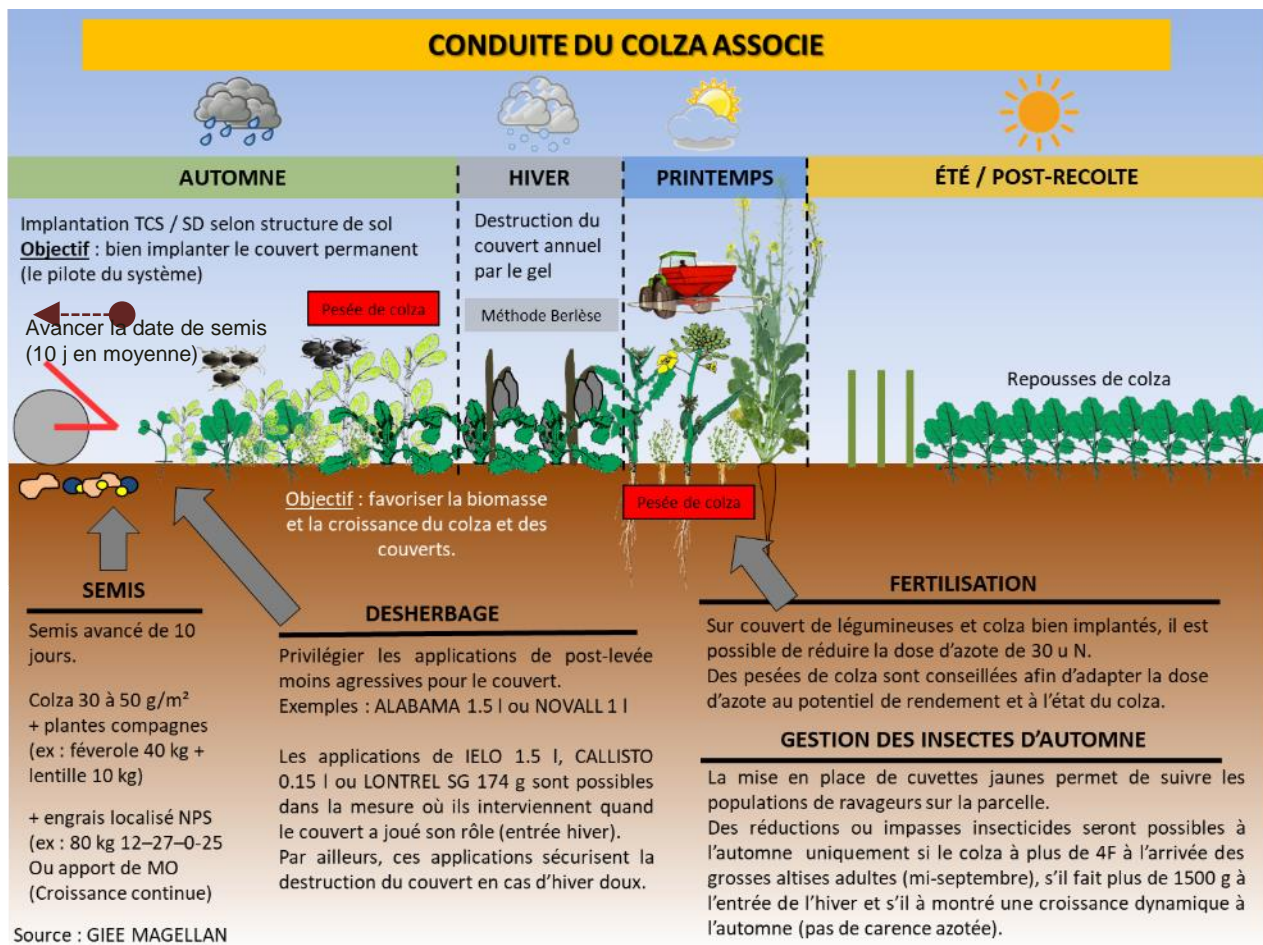


Quelques caractéristiques des espèces utilisables :

- Tournesol : Effet structure. Attention à la consommation d'azote au détriment du colza. Présence de fleurs à l'automne et effet sur les auxiliaires. Bonne vigueur en conditions sèches. Attention au risque sclérotinia.
- Sarrasin : Bonne vigueur en conditions sèches. Apport de fleurs à l'automne et effet auxiliaires. Dose classique en plante compagne : 2kg/ha. Culture dérobée : 40 kg/ha (récolte en octobre / novembre en fonction des conditions climatiques). Attention en forte densité, la concurrence sur la culture est forte avec un fort ralentissement de croissance du colza.
- Niger : Effet biomasse et concurrence vis-à-vis des adventices. Attention au risque sclérotinia.
- Phacélie : Apport de fleurs à l'automne et effet auxiliaires / pollinisateurs. Attention : peu adaptée aux automne sec. Peu sensible au gel. Difficile à gérer chimiquement. Broyage à prévoir en septembre / octobre.
- Lin de printemps : Bonne vigueur à l'automne. Effet « bouche-trou » intéressant.

4- EXEMPLES D'ITINERAIRES TECHNIQUES

➔ Colza associé avec des plantes gélives



- **Date de semis :** la date de semis est, en règle générale, avancée d'une dizaine de jours. Soyez opportuniste avec les épisodes pluvieux (10 mm) pour déclencher votre semis.

Cette date de semis plus précoce permet :

- au colza d'être plus développé à l'automne et dépasser la période de sensibilité à l'arrivée des ravageurs ou augmenter la compétitivité de l'association vis-à-vis des adventices,
 - à la plante compagne d'être plus avancée en stade et donc d'être plus sensible au froid.
- Cela limite le recours aux herbicides pour détruire le couvert.

- **Densité de semis :** il n'est pas nécessaire d'augmenter la densité de semis. Au contraire, une densité trop forte, sensibilise davantage la plante au risque d'élongation automnale.

- **Alimentation azotée :** pour permettre à l'association d'être compétitive (vis-à-vis des ravageurs ou adventices), sa croissance doit être rapide et soutenue durant tout l'automne. Pour cela, l'utilisation d'engrais localisé ou d'apport de matières organiques est vivement conseillé.

Lorsque le colza et le couvert sont bien implantés, il est possible de réduire la dose d'azote de 30 u N pour un rendement équivalent à un colza seul. A dose d'azote identique au colza seul, des gains de rendement sont possibles.

- **Choix variétal :** privilégier les variétés peu sensibles à l'élongation automnal.

- **Mode d'implantation** : Veiller à choisir l'implantation qui assure le meilleur développement à la fois pour le colza et pour la plante compagne. Une observation de sol orientera votre choix vers une implantation avec ou non travail du sol.

- **Lutte contre les adventices** : La présence de plantes compagnes oblige à adapter le programme herbicide pour éviter tout risque phytosanitaire. En effet, la réussite de la technique est corrélée à la biomasse des couverts associés. Dans cette optique, privilégier les applications de post-levée.

Par ailleurs, les leviers mis en place (date de semis plus précoce, la présence d'un couvert et implantation en semis direct) limitent les levées d'adventices et leur croissance automnale. Dans ces conditions, des réductions des programmes herbicides sont possibles.

La sélectivité des herbicides utilisables ainsi que des propositions de programmes en fonction des plantes compagnes choisies sont présentés ci-dessous.

				SELECTIVITE			
				Gesse, trèfle d'alexandrie, Féverole	Vesce	Lentille	Trèfle blanc, lotier, luzerne
PRE-SEMIS	PRE-LEVEE	POST-LEVEE					
►► Faible pression adventice							
	Napropamide 1,5 l			*			
	NOVALL 0,8 à 1 l	NOVALL 0,8 à 1 l					
	NOVALL 0,8 à 1 l						
	NOVALL 1,8 l						
		NOVALL 1,5 l					
		ALABAMA 1,5 l					
		NOVALL 2 l					
		ALABAMA 2 l					
►► Forte pression adventice							
	COLZOR TRIO 2,5 l						**
	ALABAMA 1,3 l	ALABAMA 0,8 à 1 l					
	ALABAMA 2 l						
	ALABAMA 1,5 l						
	SUCCESSOR 0,2 l + NOVALL 0,2 l + AXTER 0,2 l *	SUCCESSOR 0,2 l + NOVALL 0,2 l + AXTER 0,2 l *	SUCCESSOR 0,2 l + NOVALL 0,2 l + AXTER 0,2 l *				**
	ALABAMA 0,4 l + AXTER 0,2 l *	ALABAMA 0,4 l + AXTER 0,2 l *	ALABAMA 0,4 l + AXTER 0,2 l *				**
	AXTER 1,5 l + BUTISAN S 1 l						**
►► Flore spécifique							
			CLERANDA 1,5 l + Adj				
			KERB FLO 1,8 l				
			IELO 1,5 l				
			CALLISTO 0,15 l				
			LONTREL SG 174 g + H				

Sources : Terres Inovia, Jouffray Drillaud, GIEE MAGELLAN

■ Bonne ■ Irrégulière ■ Faible

* : possible avec la féverole.

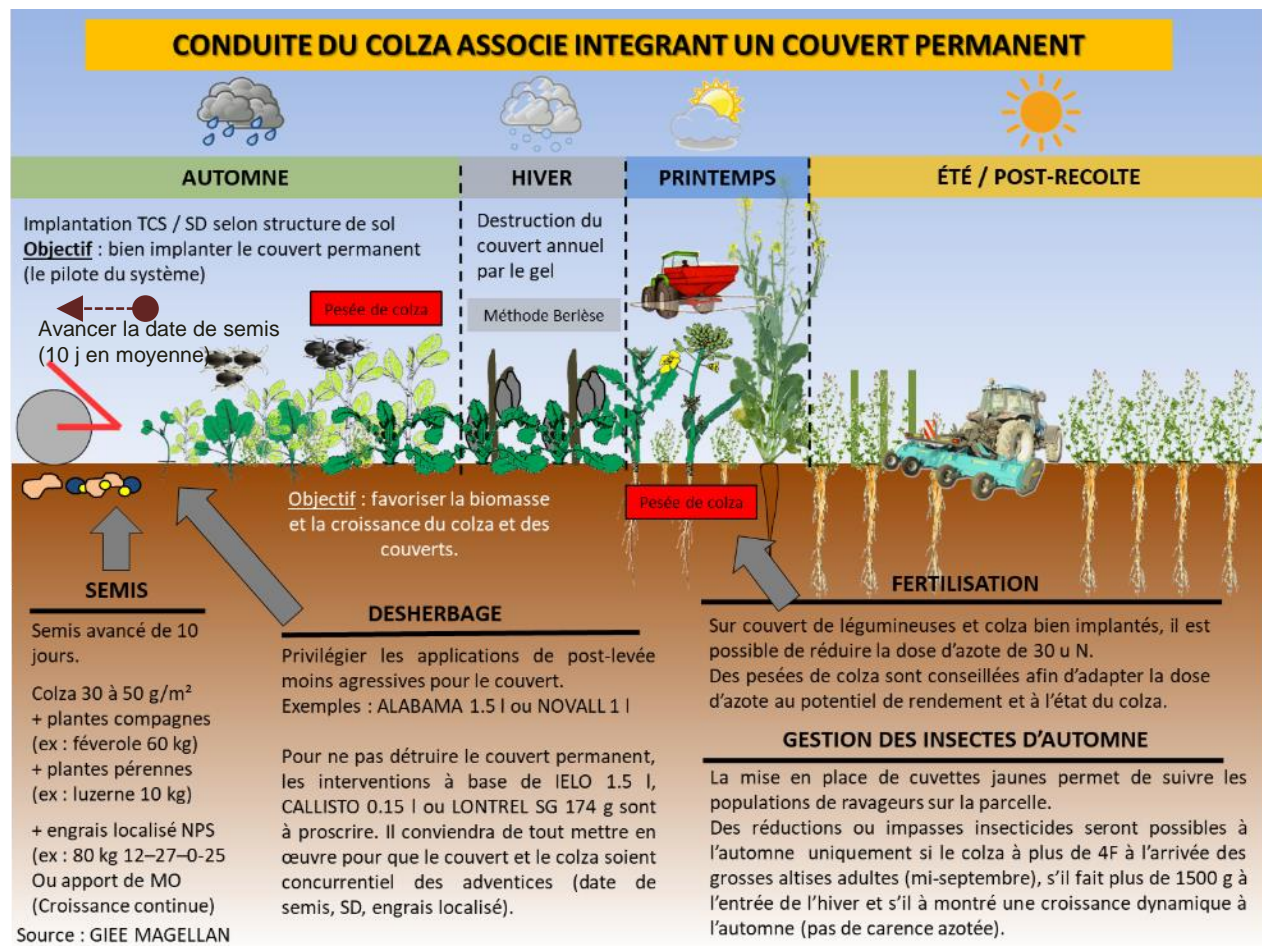
** : Déconseillé avec les trèfles.

- **Lutte contre les insectes** : L'adaptation du programme insecticide à l'automne sera fonction du développement du colza et du couvert. Des réductions ou impasses sont possibles uniquement si :

- les colzas sont au stade 4F à l'arrivée des adultes de grosses altises (intérêt de la date de semis plus précoce),
- les colzas ont une croissance dynamique tout au long de l'automne sans signe de carence azotée jusqu'à l'entrée de l'hiver (début décembre),
- des biomasses suffisantes (1000 g pour les colzas et 200 g minimum pour les plantes compagnes).

Le suivi des populations de ravageurs est primordial avec la mise en place de cuvettes jaunes dès le semis (pièges enterrés puis aérien). La recherche de larves de grosses altises grâce à la méthode Berlèse sécurisera l'intervention ou l'impasse insecticide à l'automne (objectif : moins de 2-3 larves par plante). Plus d'informations sur ces outils sur le site de Terres Inovia.

➔ **Colza associé avec des plantes gélives et des couverts de légumineuses pérennes**



Par rapport à la conduite précédente, quelques adaptations sont nécessaires :

- **Lutte contre les adventices** : Les herbicides IELO, CALLISTO ou LONTREL SG ne sont pas sélectifs des légumineuses. Si dans le cas de plantes annuelles gélives, leur utilisation sécurise la destruction des couverts avant l'hiver, elle est problématique si vous avez semé des légumineuses pérennes qui doivent rester en place.

Il convient alors de mettre en œuvre tous les leviers pour limiter la présence d'adventices dans la parcelle ou de choisir d'implanter des couverts permanents dans les parcelles les moins infestées en mauvaises herbes (géranium, sanves, ...).

Dans le choix des herbicides, il faut éviter d'utiliser des produits à base de clomazone, peu sélectifs des trèfles.



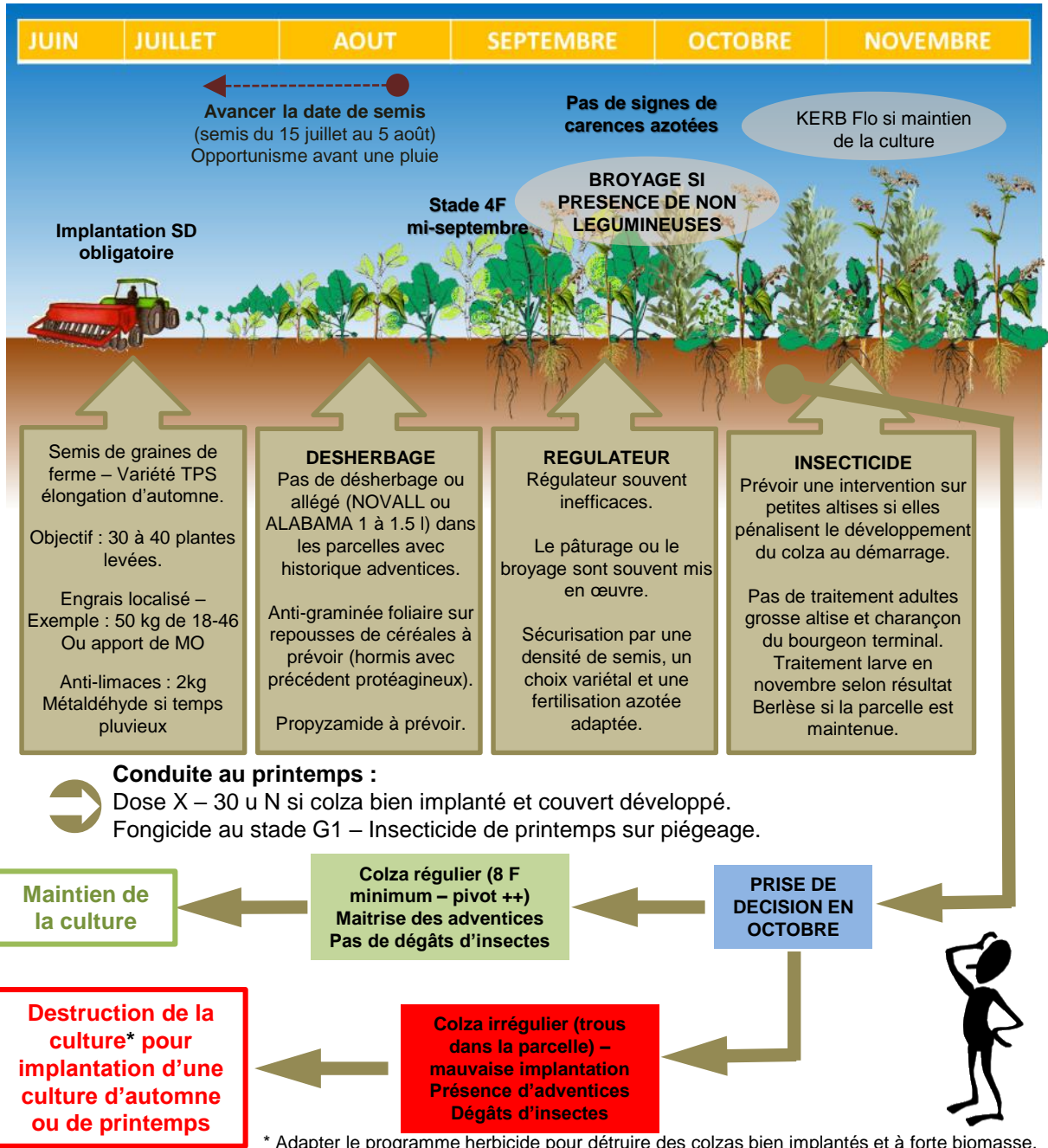
ATTENTION : Le développement des légumineuses pérennes (luzerne, trèfle, lotier) est souvent plus lent que les espèces annuelles. Il n'est pas rare, en fonction des conditions de l'année, de ne pas les voir à l'automne ou très peu. Elles resteront discrètes jusqu'au mois de mai où le colza laisse passer davantage de lumière à travers sa végétation. Ce ne sera qu'après la récolte et le broyage que les couverts se développeront et coloniseront la parcelle.



EN TEST AU GIEE : LE COLZA OPPORTUNISTE

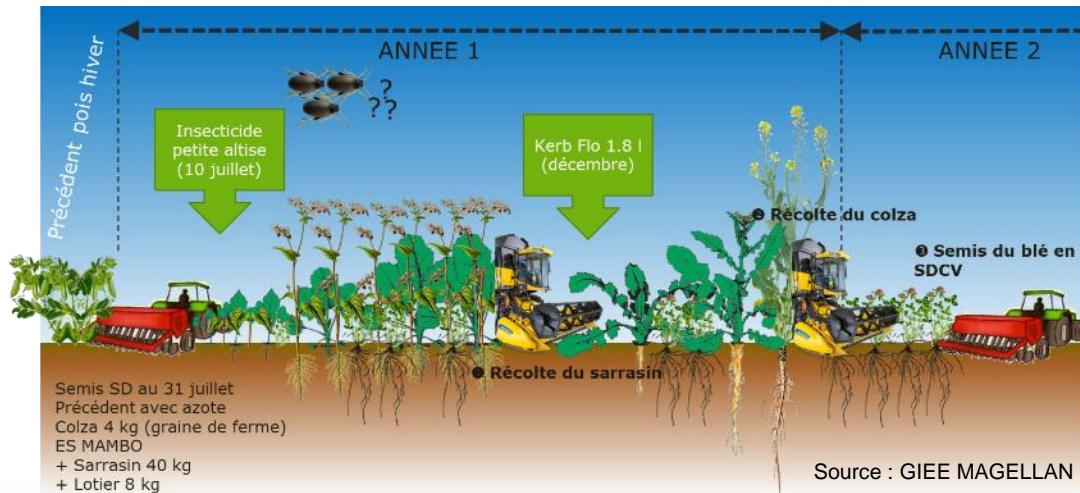
Pour faire face aux difficultés d'implantation du colza et aux problématiques de gestion des insectes et des adventices, des agriculteurs ont choisi d'avancer fortement la date de semis et de considérer la culture du colza comme un culture opportuniste.

L'idée est de semer le colza en mélange avec des plantes compagnes légumineuses ou non rapidement après la récolte. Cette nouvelle technique représente un itinéraire technique spécifique. Dans la mesure où le colza peut être détruit à l'automne, il n'est pas conseillé de rajouter des légumineuses pérennes.



➔ **Colza associé dans l'objectif de faire une double culture**

Cette technique concerne essentiellement l'association colza + sarrasin 40 kg.



Source : GIEE MAGELLAN

Le semis doit être suffisamment précoce (au plus tard 10 juillet) pour permettre une récolte en bonnes conditions.

Privilégier les précédent hors paille pour limiter la quantité de repousses. Surveiller les insectes notamment en début de cycle (petite altise).

Cette technique épuise davantage le sol en azote. Une adaptation de la fertilisation est nécessaire (biomasse du colza plus faible). Rendement moyen du sarrasin : 7 à 10 q/ha. Assurez vous du débouché avant de semer.

5- EXEMPLES DE MELANGES POSSIBLES

De façon non exhaustive, voici quelques exemples de mélanges de plantes compagnes avec le colza.

SITUATIONS	EXEMPLES DE MELANGES
Risque géranium – possibilité d'appliquer de la napropamide	- Féverole de printemps 60 à 80 kg/ha
Semoir monocuve (pas de mélanges petites et grosses graines)	- Lentille 10 kg + Fénugrec 10 kg - Lentille 6 kg + Fénugrec 6 kg + Trèfle d'Alexandrie 1.5 kg - Lentille 6 kg + Trèfle d'Alexandrie 1.5 kg + Gesse 6 kg
Optimisation de la biomasse	- Féverole 20 kg + Lentille 5 kg + Fénugrec 5 kg + Trèfle d'Alexandrie 1 kg
Stratégie colza opportuniste	- Féverole 15 kg + Lentille 3 kg + Fénugrec 3 kg + Trèfle d'Alexandrie 0.8 kg + Tournesol 1 kg + Sarrasin 1kg
Recherche de double culture et d'installation d'un couvert permanent	- Sarrasin 35 à 40 kg + Lotier 8 à 10 kg (ou Luzerne 8 à 10 kg ou Trèfle blanc 2.5 à 3 kg)

>> PARTIE 3 : ASSOCIATIONS AVEC LES CEREALES D'HIVER

1- PRINCIPE DES ASSOCIATIONS CEREALES - PROTEAGINEUX

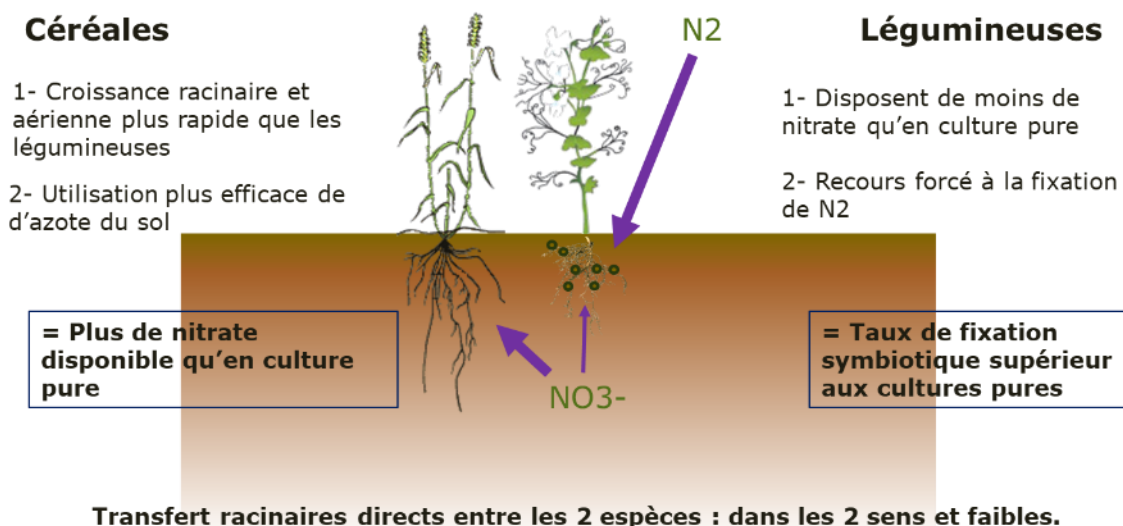
Les associations avec les céréales concernent principalement les protéagineux (pois, féverole, ...).

Les objectifs de ces associations sont les suivants :

- Introduire des légumineuses pour améliorer le taux de protéines du mélange,
- Renforcer la compétition vis-à-vis des adventices,
- Limiter l'impact des ravageurs et maladies,
- Stimuler la complémentarité pour l'exploration racinaire et la maximisation de la biomasse,

Le fonctionnement des associations céréales – protéagineux peut se résumer avec l'illustration ci-dessous :

Interaction négative (compétition) Interactions positives (facilitation / complémentarité de niches)



Les aspects négatifs de la compétition pour l'eau, les éléments minéraux et la lumière entre les deux espèces peuvent être atténués par deux points :

- **La complémentarité de niches** : le système racinaire des céréales est plus dense et se développe plus rapidement que celui des protéagineux. Dans ce contexte, les céréales sont plus efficaces pour capter l'azote du sol au détriment des protéagineux. Les protéagineux sont alors obligés de stimuler la fixation symbiotique. Chacun utilisant des ressources différentes.
- **La facilitation** : les céréales profitent de la présence des protéagineux pour augmenter ses ressources grâce :
 - A la rhizodéposition des protéagineux (bénéfices faibles),
 - A la mise à disposition d'éléments minéraux par les exsudats racinaires des protéagineux (exemple du phosphore),
 - Au réseau mycorhizien dont les céréales peuvent également tirer profit pour augmenter la quantité de ressources disponibles.

2- CHOIX DES ESPECES UTILISABLES

- Les céréales :

Caractéristiques		TRITICALE	BLE	ORGE	AVOINE
Adapté à une récolte grain					MAT faible
Adaptée à une récolte ensilage					
Productivité en grain	Milieu favorable				
	Milieu défavorable				
Productivité en paille					
Lutte contre les adventices					
Tolérance à l'hydromorphie					
Tolérance à la sécheresse					



Bien adapté



Assez adapté



Moyennement adapté



Non adaptée

D'autres espèces sont également possibles : seigle, épeautre, ...

- Les protéagineux :

Caractéristiques	POIS FOURRAGER	POIS PROTEAGINEUX	VESCE	FEVEROLE
Adapté à une récolte grain				
Adaptée à une récolte ensilage				
Lutte contre les adventices				



Bien adapté



Assez adapté



Moyennement adapté



Non adaptée



Quelques caractéristiques des espèces utilisables

- Féverole : bon comportement en mélange. Taux de protéines > au pois.
- Pois fourrager : surveiller la maturité à la récolte. Densité à adapter pour le risque de verse.
- Pois protéagineux : surveiller la maturité à la récolte.
- Vesce : bon comportement vis-à-vis des adventices.

Les associations possibles :

	Blé	Orge	Triticale	Avoine	Seigle	Epeautre
Féverole	++	-	+++	+++	+++	++
Pois protéagineux	+	+++	+	-	+	-
Pois Fourrager	-	-	+++	+	+	+
Vesce	+	+	++	++	++	++

3- LES STRATEGIES POSSIBLES

Objectif	Conduite	
	% légumineuses	% graminées
1- Produire du blé et du pois avec une dominante de blé à la récolte, riche en protéines produit avec moins d'intrants N qu'en culture pure.	30	70
2- Produire du blé et du pois dans des proportions équivalentes – gain de rendement à faire les 2 espèces en même temps que séparément.	70	30
3- Produire du pois sans les problèmes rencontrés en culture pure.	100	30

Source : Corre- Hellou et al. 2013

4- ADAPTATIONS DE L'ITINERAIRE TECHNIQUE



Source : GIEE MAGELLAN

Quelques adaptations de l'itinéraire technique sont nécessaires :

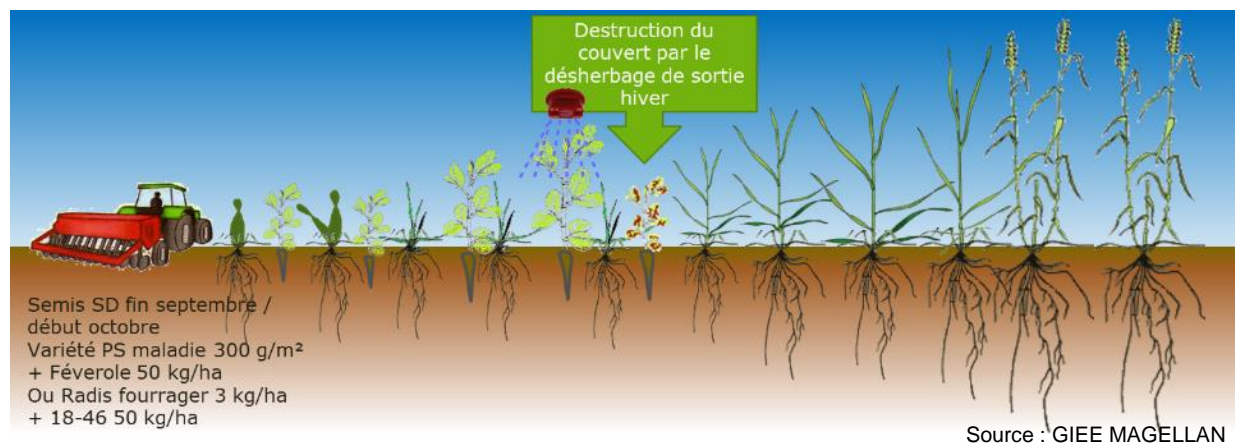
- Adapter la proportion de chaque espèce à vos conditions. Avec les associations, vous savez ce que vous semez mais rarement ce que vous récoltez !
- Adapter le programme herbicide : il faut utiliser des herbicides qui soient homologués et sélectifs des 2 espèces. Comme ceux-ci sont peu nombreux, il convient de privilégier ces techniques sur des parcelles très infestées en graminées (à moins que l'ensilage de l'association soit prévue).



EN TEST AU GIEE : LE BLE ASSOCIE

Sur le même principe que les colzas associés, nous testons les blés associés.
L'objectif est de semer le blé avec des plantes compagnes (à racines pivotantes) pour permet de stimuler le système racinaire et donc d'augmenter l'exploration et la valorisation des ressources du sol.

Le principe de la technique est résumé dans l'illustration ci-dessous.

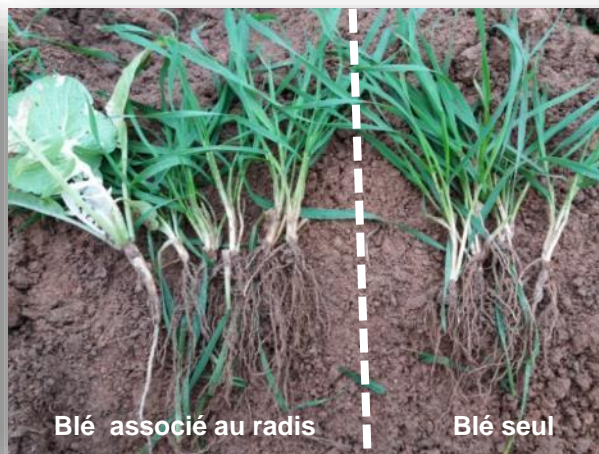


Compte tenu de la date de semis, les plantes compagnes ne seront pas assez développées pour être sensibles au gel. Par ailleurs, les espèces utilisables sont peu sensibles au gel. Leur destruction sera assurée par le programme désherbage de sortie hiver (utilisation de sulfoylurées).

Exemples de couverts utilisables : Féverole de printemps 50 kg/ha ou radis fourrager 3 kg/ha.



Vue d'ensemble d'une parcelle blé + radis



La réussite de cette technique passe par une date de semis plus précoce pour permettre au couvert de se développer et avoir un effet sur la croissance du blé. Le semis est en règle générale réalisé fin septembre / début octobre.

Une adaptation du programme désherbage est nécessaire à l'automne pour ne pas trop pénaliser la croissance de la plante associée. Des essais sont en cours.

Nos observations montrent une amélioration de la biomasse racinaire et aérienne de 30% grâce à l'association.

>> PARTIE 4 : D'AUTRES ASSOCIATIONS TESTEES

D'autres associations mise en œuvre :

- **Associations avec le maïs** : l'objectif est d'augmenter la teneur en protéines du mélange. Pour ce faire, des associations avec du rongai ou du Cowpea sont réalisées. Les expérimentations sont en cours.



Source : GIEE MAGELLAN



- **Associations avec le tournesol** : avec le semis simultané de tournesol et de soja, nous espérons limiter le risque de dégâts d'oiseaux. La récolte se fait en deux temps : d'abord le tournesol, puis le soja.



Source : GIEE MAGELLAN

- **Associations avec la lentille** : pour limiter le risque de bruche (confusion) et améliorer la tenue de tige, nous essayons le mélange lentille + pois protéagineux ou le mélange lentille + fénugrec. Des essais sont en cours.



Source : GIEE MAGELLAN

05

Conduite en SDCV : les points clés



AGRONOMIE SEMIS DIRECT
Nutrition des plantes
LEGUMINEUSES
Couverts Végétaux
Economie
VIE DU SOL
Systèmes de culture



CHAPITRE 1



A RETENIR

Le fonctionnement du sol est modifié par la présence de la légumineuse pérenne, ce qui a un impact sur le raisonnement de la fertilisation azotée des cultures.

Des différences existent entre les légumineuses.

FONCTIONNEMENT DU SOL & NUTRITION DES CULTURES



>> PARTIE 1 : LES MECANISMES EN JEU

En Semis Direct Sous Couvert Permanent, le sol fonctionne différemment, ce qui modifie le comportement des plantes.

En effet, le sol devient plus ferme en surface, il n'y a plus de pic d'oxygénation du fait du travail du sol et le sol se réchauffe plus lentement. Par ailleurs, la présence de légumineuses annuelles et pérennes entraîne des transferts d'azote variables selon le type de couvert et son ancienneté.

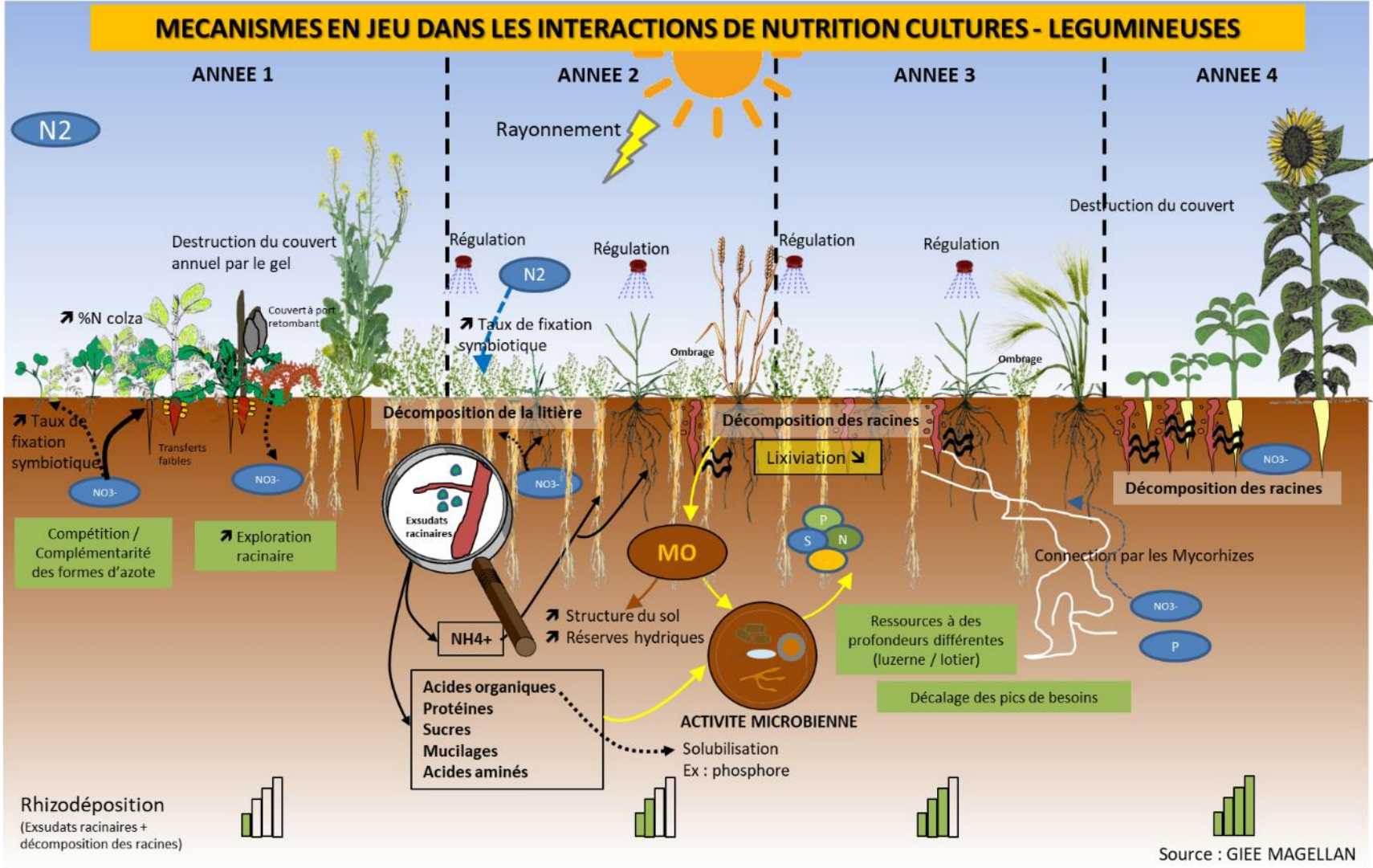
La partie suivante a pour objectif de faire un état des lieux des mécanismes en jeu dans l'interaction culture / légumineuse.

1- ASSOCIATION AVEC DES LEGUMINEUSES ANNUELLES GELIVES

Il existe 2 types de phénomènes :

- La complémentarité de niches : En effet, les cultures, que ce soit les graminées ou le colza, sont plus efficaces pour capter l'azote du sol que les légumineuses. De ce fait, ces dernières seront obligées de renforcer l'utilisation de l'azote atmosphérique pour satisfaire leurs besoins. Dans ce type d'association, le taux de fixation symbiotique des légumineuses est supérieur à celui des espèces en pure. Il en résulte une meilleure utilisation de l'azote du sol et de l'air du fait que chaque espèce utilise des ressources azotées différentes.
- La facilitation (une des espèces rend le milieu plus favorable au développement de l'autre) correspond à un enrichissement du sol en azote et à son transfert vers la non légumineuse. Dans le cas d'une association avec une espèce annuelle (cas des associations graminées/légumineuses ou colza/légumineuses), il a été montré que les échanges d'azote avaient lieu dans les deux sens (culture vers la légumineuse et inversement). De ce fait, les transferts réels sont négligeables.

Les mécanismes en jeu dans l'impact des couverts permanents de légumineuses dans la nutrition des cultures.



De ce fait, nous ne pouvons pas considérer que les légumineuses apportent de l'azote à la culture. Les effets de la légumineuses seront davantage visibles l'année suivante suite à la décomposition des tissus de la plante.

Il a également été observé une amélioration de l'exploration racinaire de la culture dans le cas d'association. Ceci pourrait expliquer des teneurs en azote plus importantes dans les colzas associés par rapport à des colzas seuls (renforcer par des biomasses de colza souvent plus faibles en association). Ce phénomène explique la réduction de la dose d'azote (- 30 u N) conseillée pour des colzas associés.

La présence de mycorhizes avec la légumineuse annuelle pourrait profiter à la culture dans la mesure où les racines sont étroitement en contact (intérêt pour l'azote et le phosphore mais quantité très variable).

2- ASSOCIATION AVEC DES LEGUMINEUSES PERENNES

Les mécanismes en cours sont plus nombreux. Cependant, si ces mécanismes peuvent être identifiés, il est aujourd'hui très difficile de les quantifier. Le raisonnement de la fertilisation azotée de ces associations est alors rendu plus complexe.

Pour expliquer les mécanismes en jeu, nous allons nous inspirer des associations prairiales (source : article « dynamique de l'azote dans les associations graminées – légumineuses : quels levier pour valoriser l'azote fixé ? », Gaëtan Louarn, Lucas Faverjon, Zorica Bijelic, Bernadette Julier).

Comme pour les associations avec des légumineuses annuelles, les transferts d'azote sont négligeables l'année de l'implantation des légumineuses pérennes (Jamont *et al.*, 2013).

Par contre, ces transferts augmentent avec le temps. Ils proviennent essentiellement de la rhizodéposition et de la senescence des tissus aériens non récoltés. La rhizodéposition comprend notamment les exsudats racinaires (acides aminés, protéines, hormones, NH₄⁺) et le recyclage des tissus sénescents des racines, feuilles et nodosités via le cycle du carbone et la minéralisation par les micro-organismes du sol (Jensen, 1996, Wichern *et al.*, 2008, Fustec *et al.*, 2010).

Mais, à la différence d'un système prairial, le développement de la légumineuse pérenne est contrôlé une grande partie de son cycle (par la régulation), ce qui laisse penser que les quantités d'azote en cause soient modérées.

Le choix de la légumineuse a plus d'impact sur les transferts d'azote que celui de la graminée (TA et Faris, 1987, Louarn *et al.*, 2015). Les systèmes à base de trèfle blanc montrent leurs effets plus rapidement que les systèmes à base de luzerne ou de lotier. Ceci sans doute parce que le trèfle blanc possède des phases de croissance et de senescence de ses stolons et racines nodales, alors que les luzernes et lotiers ont une croissance plus continue. Avec ces derniers, les transferts d'azote seront davantage liés à la décomposition des racines en lien avec la baisse progressive de densité de plantes (Louarn *et al.*, 2015). En effet, lors de l'installation de la légumineuse pérenne, les quantités de plantes peuvent être importantes (600 pieds/m² pour une luzerne à 10 kg). Les années suivantes, le nombre de plantes présentes diminue lentement (jusqu'à 50 à 100 pieds/m² en 4^{ème} année si aucune grenaison n'a été réalisée). Ces plantes en se décomposant vont relarguer de l'azote qui sera utilisable par les cultures.

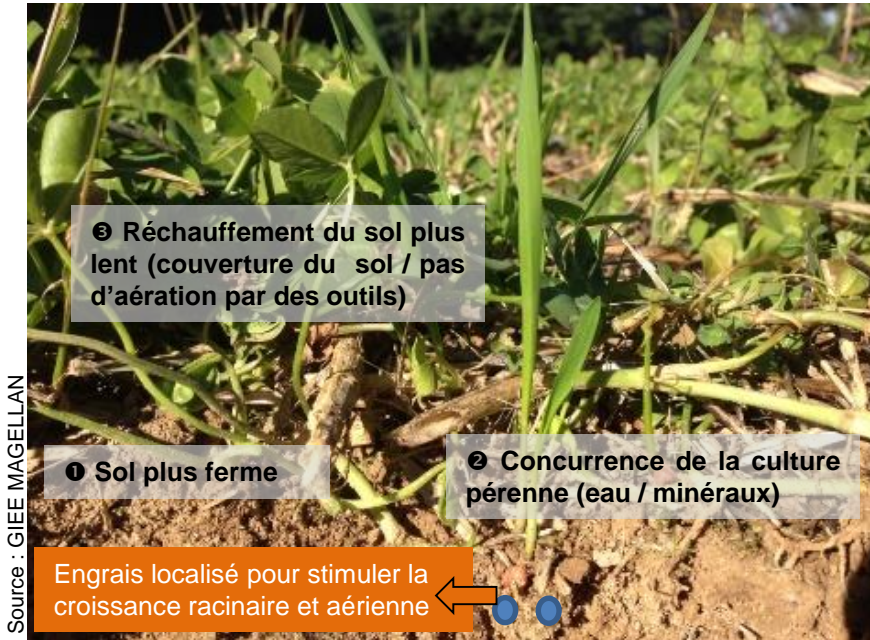
La difficulté rencontrée est que la dynamique de libération de l'azote et sa disponibilité pour les cultures est peu prévisible.

Concernant l'effet de la mycorhization, il a été démontré que le transfert d'azote issu de mycorhizes de légumineuses ligneuses était plus important qu'avec des mycorhizes de légumineuses annuelles. Par ailleurs, pour que ces transferts (azote et phosphore) puissent ce faire, il faut que les racines soient fortement emmêlées.

En interculture, bien que les légumineuses pérennes fixent l'azote de l'air, elles seront tout de même capables de capter l'azote du sol pour limiter la lixiviation.

>> PARTIE 2 : LA LOCALISATION DES ENGRAIS AU SEMIS

1- POURQUOI LOCALISER DES ENGRAIS ?

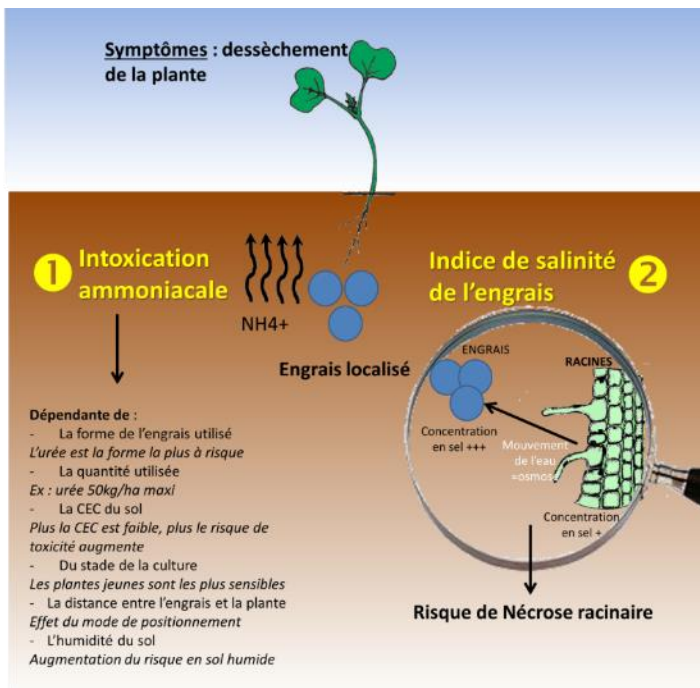


En SDCV, et notamment en période de transition, il est conseillé de tout mettre en œuvre pour favoriser le développement précoce de la culture.

L'engrais localisé permettra à la culture de développer rapidement son système racinaire et aérien. Si les gains de rendement ne sont pas toujours au rendez-vous, cela permet à la culture de mieux s'installer et d'être moins concurrencée par les adventices.

Avec la pratique du Semis Direct Sous Couvert et l'augmentation de la fertilité du sol, la localisation des engrais sera moins justifiée.

2- LES POINTS DE VIGILANCE



Il convient d'être vigilant dans la localisation des engrais.

2 points doivent attirer votre attention :

- l'intoxication ammoniacale liée à la présence de NH_4^+ dans l'engrais. Plusieurs paramètres sont à prendre en compte (la forme utilisée, la quantité appliquée, la CEC du sol, le stade de la culture, le positionnement de l'engrais et l'humidité du sol).

- L'indice de salinité de l'engrais. L'eau allant du moins concentré vers le plus concentré, les engrais avec de forts indices de salinité vont attirer l'eau hors des racines. Le chlorure de potassium est un des engrais avec un indice de salinité élevé.

Des dessèchements de plantes sont alors observés.

3- COMPARAISON DES FORMES D'ENGRAIS LOCALISE



ATTENTION : La quantité d'azote pouvant être localisée est limitée à 10 unités après le 1^{er} septembre. Ces apports sont autorisés uniquement pour des engrais contenant également du phosphore et/ou du potassium.

Nous avons réalisé, en partenariat avec la Chambre d'Agriculture de la Nièvre, plusieurs essais « engrais localisé ».

Voici les principales conclusions.

Les engrais testés sont les suivants :

Engrais utilisés	Quantité (kg/ha)
SUPER 45 (P)	50 kg
SUPER 18 (P + S)	120 kg
18-46 (N + P)	50 kg
12-27-0-25 (N + P + S)	85 kg

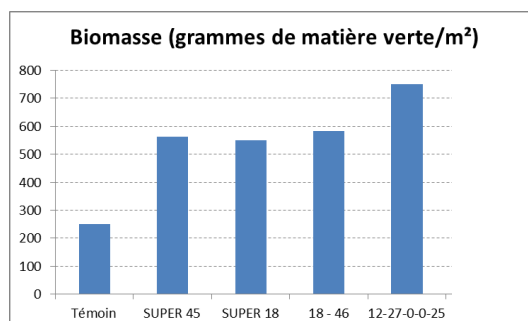
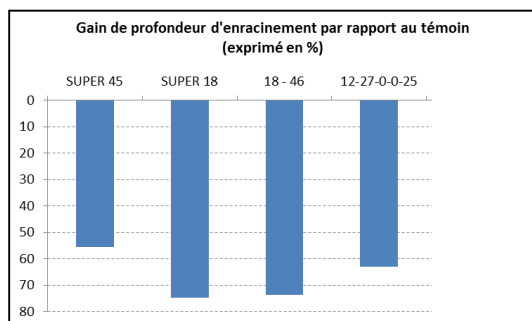
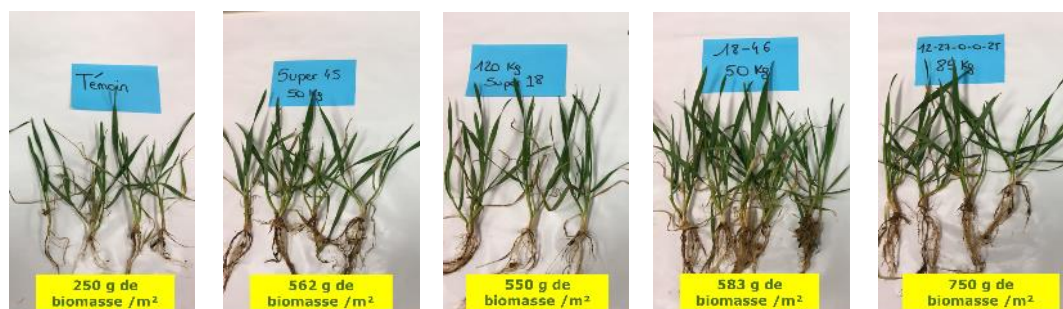
Nous allons vous présenter les résultats sur blé tendre d'hiver mais les tendances sont les mêmes pour colza.

A – EFFETS SUR LA BIOMASSE

Les résultats de nos observations sur la biomasse aérienne et racinaire sont résumés ci-dessous.

Plate-forme « engrais localisé »

Site de POUIGNY (58)
Campagne 2015 - 2016




B – EFFETS SUR LE RENDEMENT

Nos expérimentations ont été réalisées sur des sols correctement pourvu en phosphore et en potassium. Des gains de rendement ne sont pas toujours observés mais nous avons observé une meilleure couverture du sol par la culture, ce qui participe au contrôle des adventices.

4- PRECONISATIONS SELON LE CONTEXTE

Vous trouverez ci-dessous nos préconisations sur l'utilisation des engrais localisés. Celles-ci sont définies pour des semoirs à disques. Avec des semoirs à dents, il y a davantage de souplesse dans la mesure où le travail du sol de la ligne de semis recrée de la structure, stimule la minéralisation et le réchauffement.

Situations	Conseil d'éléments à localiser au semis
Semis précoce Bonnes conditions de semis Bonne fertilité du sol (apports réguliers de MO sur la parcelle)	Aucun apport au semis
	Localisation de phosphore <i>Ex : 50 kg de Super 46</i>
	Localisation de Phosphore + Soufre <i>Ex : 120 kg de Super 18</i>
	Localisation d'azote et de phosphore <i>Ex : 50 kg de 18-46</i>
Semis tardif Risque insectes d'automne Conditions peu poussantes Semis dans un couvert développé ou un couvert permanent	Localisation d'azote, de phosphore et de soufre <i>Ex : 80 kg de 12 – 27 – 0 – 25</i>

Les apports réguliers de matières organiques (fumier, compost, ...) limitent l'intérêt des engrais localisés au semis, hormis les printemps tardifs en limon battant.

ATTENTION : Il s'agit de préconisations pour favoriser le démarrage de la culture. En sol faiblement pourvu en phosphore ou potasse, des apports complémentaires devront être réalisés en plein au plus près du semis pour permettre au potentiel de rendement de s'exprimer. Reportez-vous aux normes COMIFER.

>> PARTIE 3 : LES APPORTS D'AZOTE EN VEGETATION

En semis direct sous couvert de plantes annuelles, il est conseillé d'augmenter la fertilisation azotée pour tenir compte de la consommation d'azote liée à la décomposition du couvert et le stockage du carbone.

Lorsque vous êtes en semis direct sous couvert de légumineuses pérennes, la situation est différente. En effet, les légumineuses présentent des C/N faibles, ce qui limite les besoins en azote pour la dégradation de leur résidus (si elles ne dépassent pas le stade floraison). Elles en relargueront à certains moment de leur cycle profitant à la culture et à la vie du sol.

Certaines adaptations de la conduite doivent cependant être mise en œuvre.

Nous avons réalisé, en partenariat avec la Chambre d'Agriculture de la Nièvre, plusieurs essais « fertilisation azotée en présence de légumineuses pérennes ».

Voici les principales conclusions.

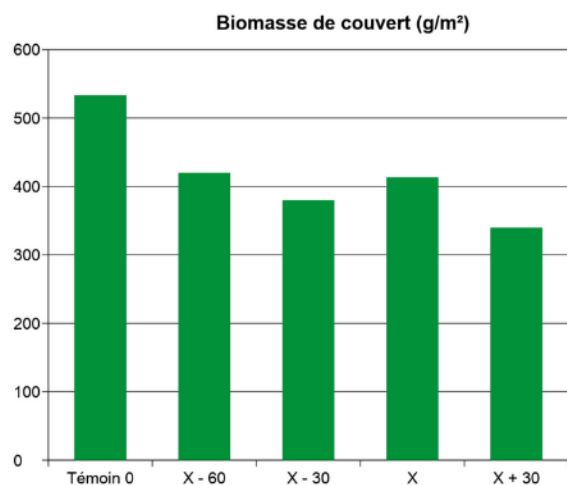
1- EFFETS SUR LA BIOMASSES DES COUVERTS DE LEGUMINEUSES

L'un des effets des la fertilisation azotée des cultures est de défavoriser le développement de la légumineuse pérenne associée :

- En stimulant la biomasse de la culture, ce qui limite la luminosité dans la végétation et donc freine la croissance des légumineuses,
- En défavorisant la fixation symbiotique de la légumineuse.

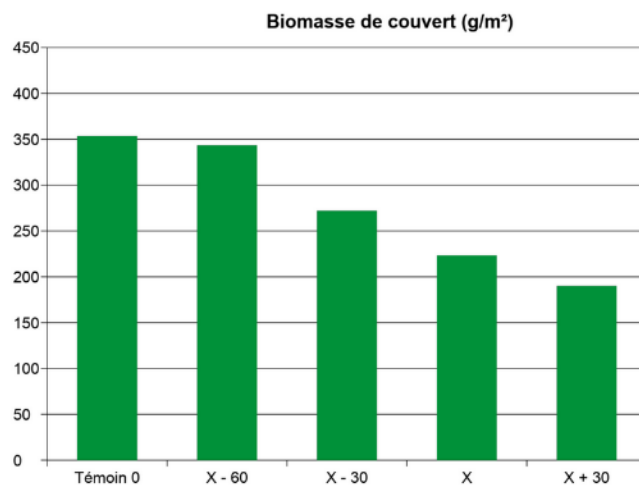
Plate-forme « Fertilisation azotée en SDCV »
6 sites
Campagne 2015 - 2018

Evolution de la biomasse du lotier dans un blé (3^{ème} année de lotier)
Site de Sully la Tour (58)



Evolution de la biomasse du lotier selon la dose d'azote.

Site de SULLY LA TOUR (58)



Evolution de la biomasse du trèfle blanc selon la dose d'azote.

Site de MONTIGNY SUR CANNE (58)

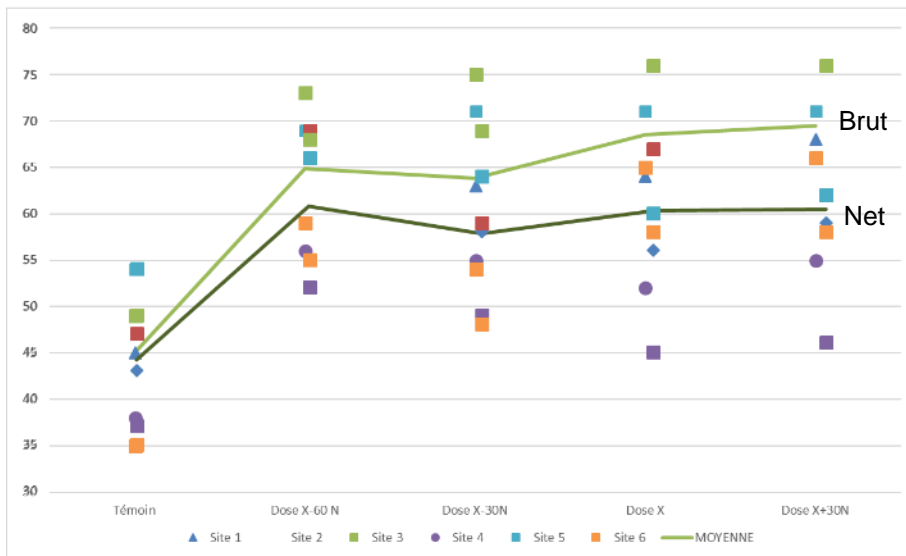
2- EFFETS SUR LE RENDEMENT ET LA QUALITE

>> CEREALES D'HIVER

Vous trouverez ci-dessous la synthèse 2015 – 2018 de nos essais « fertilisation azotée en SDCV ». 6 essais composent cette synthèse.

Essais dans un contexte de zone intermédiaire avec un potentiel compris entre 65 et 75 q/ha et un impact important du climat de l'année sur le rendement obtenu.

**Répartition des rendements bruts et nets selon la dose d'azote (q/ha)
 Synthèse 2015 - 2018**



Le rendement brut correspond au rendement aux normes à 15%. Le rendement net correspond au rendement brut auquel nous avons retiré le coût de la fertilisation azotée (converti en q/ha à 0.8 €/u N).

Les doses X sont calculées selon la méthode des bilans et avec la réalisation de reliquats d'azote en sortie hiver.

Nous remarquons que le rendement brut maximal est obtenu pour la dose X et la dose X+30 U N. Nous n'avons pas de différences significatives entre les 2 doses.

Il n'est donc pas nécessaire d'augmenter la dose d'azote en SDCV.

En rendement net, compte tenu du faible écart entre les différentes doses testées (5 q/ha de différence entre les rendements bruts), nous n'observons pas de différences significatives entre les modalités en rendement net.

En classant les essais selon leur antériorité en semis direct sous couvert de légumineuses, nous concluons que les légumineuses n'ont pas d'effet les 2 premières années (mise en place du peuplement des légumineuses et croissance de la racine). Ce n'est qu'à partir de la 3^{ème} année, que l'effet des légumineuses pérennes est visible, avec des économies possibles de 30 u N. Cet effet est plus précoce avec du trèfle blanc où, dès la deuxième année, des économies d'azote sont possibles. Cela tient au fait que le trèfle blanc alterne des phases de croissance et des phases de décomposition de ses stolons. Les luzernes et lotiers relarguent plus tardivement de l'azote lors du renouvellement de leur racine ou de leur destruction (à partir de la 3^{ème} année selon nos essais).



EN TEST AU GIEE : SUIVI PAR L'INN

La dose optimale à apporter est difficile à estimer car le comportement des légumineuses dépend des conditions de milieu, de l'espèce et de son stade. Les légumineuses peuvent à la fois injecter de l'azote dans la parcelle et en consommer ce qui concurrence la culture.

Pour mieux affiner les apports d'azote, nous réalisons depuis 2017, un pilotage des apports grâce à l'INN (Indice de Nutrition Azoté).

Indice de Nutrition Azotée : Rapport entre la teneur en azote mesurée des parties aériennes d'une plante et la teneur critique en azote, c'est-à-dire la dose minimale pour obtenir une croissance normale de la plante, à un stade donné (Source : Educagri).

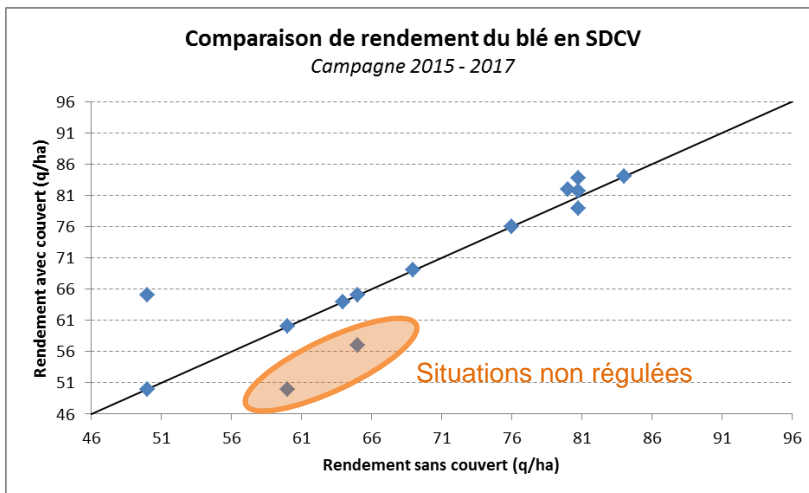
$$\text{INN} = \% \text{ N mesuré} / \% \text{ N critique.}$$

- Si $\text{INN} > 1$: l'élément est en excès par rapport au besoin de la plante.
- Si $\text{INN} < 1$: l'élément est en déficit ; un apport de cet élément peut corriger ce déficit.

Les premiers résultats sont encourageants et montrent des réductions d'azote possible en fractionnant l'azote différemment.

La synthèse sera communiquée ultérieurement.

Nous avons également comparé les rendements dans les situations avec et sans couvert permanent. Les résultats de nos expérimentations et des enquêtes parcelles sont illustrés dans le graphique ci-dessous.



Nous remarquons, que le rendement moyen est, en moyenne, supérieur de 1 q/ha dans les situations avec couverts.

Par ailleurs, des pertes de rendement importantes (10 q/ha environ) sont possibles en cas de non régulation.

Concernant la qualité des grains récoltés, nous observons une amélioration du PS (de 0 à 2 points) et de la teneur en protéines (de 0 à 0.2 point). Les résultats sont surtout plus homogènes entre les parcelles d'une même exploitation.

>> COLZA

Le colza est essentiellement utilisé pour implanter les couverts permanents. Leurs effets n'est donc pas encore perceptibles. Par contre, il est fortement conseillé de les semer avec des plantes annuelles gélives (effet structure, biomasse et gestion des insectes d'automne). Si les couverts gélifs sont bien développés et le colza bien implanté, il est possible de réduire la dose d'azote de 30 u N (source : Terres Inovia). La double pesée de colza (entrée et sortie hiver) est conseillée.

>> **CULTURES DE PRINTEMPS AVEC DESTRUCTION DU COUVERT AVANT SEMIS**

Nous le verrons dans la partie consacrée au désherbage et à la régulation des couverts, mais la maîtrise des légumineuses pérennes est très délicate avec les cultures de printemps (peu de produits disponibles selon les cultures et le risque de concurrence est important à cette période). Dans beaucoup de situations, la destruction du couvert avant semis est le plus approprié.

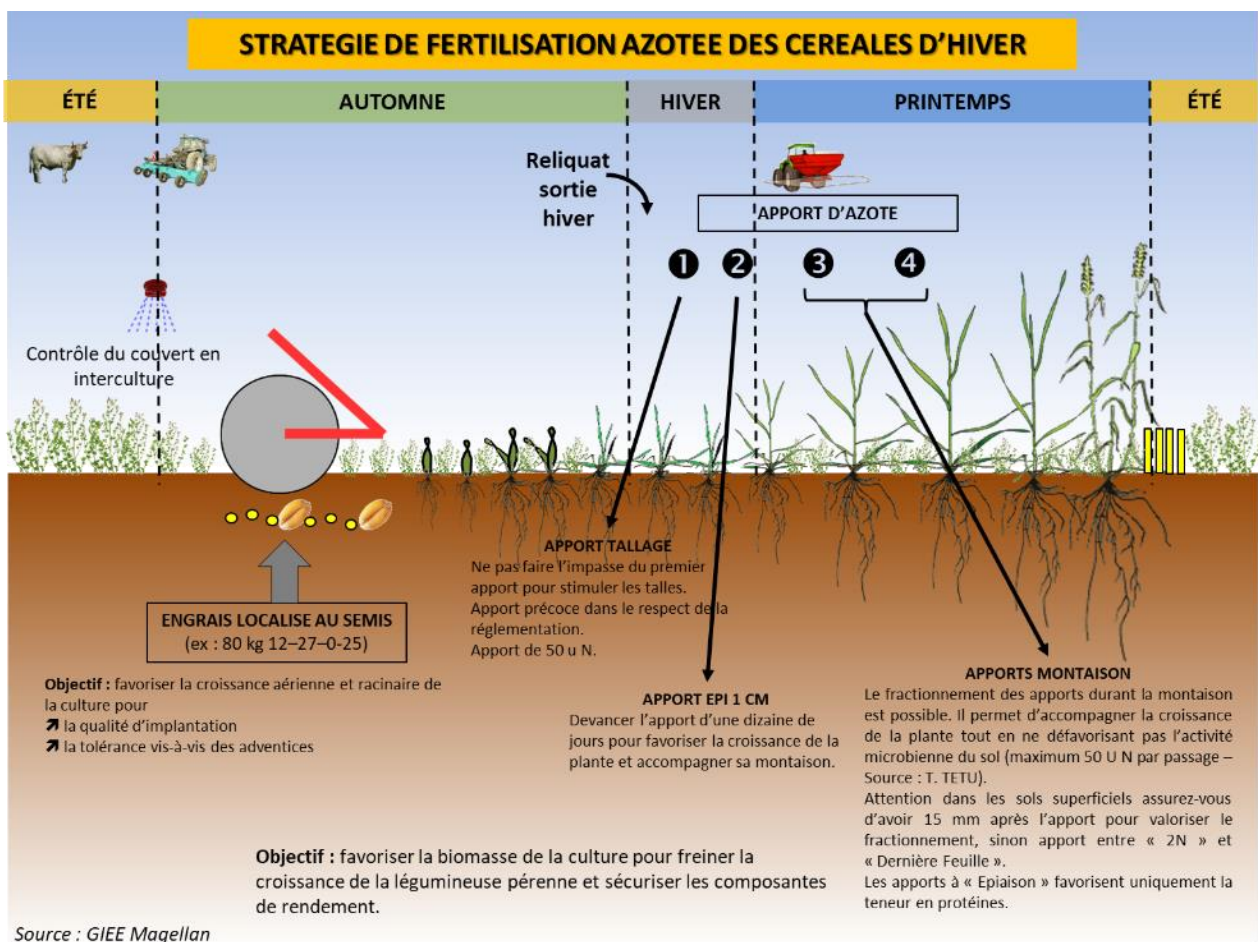
Dans ce cas, les doses d'azote relaguées dans le milieu peuvent être importantes (fonction du couvert et de son ancienneté).

Une adaptation de la fertilisation azotée sera obligatoire en mobilisant les outils disponibles (reliques sortie hiver, contrôle en végétation).

3- PRECONISATIONS

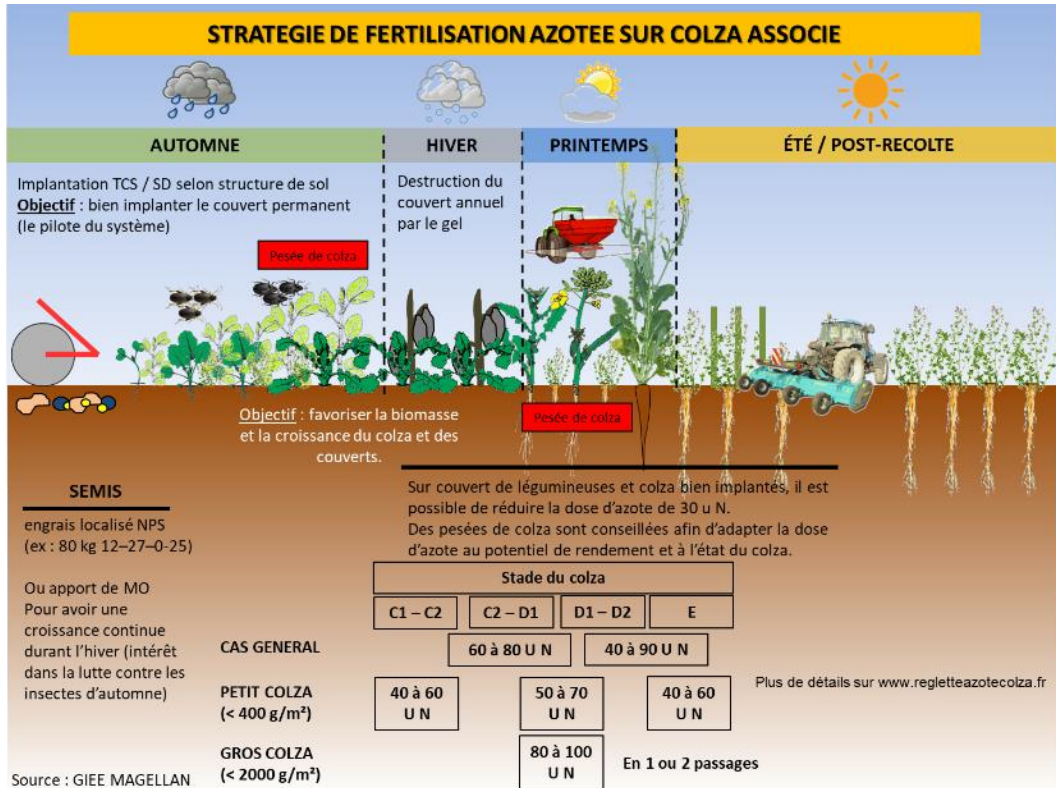
>> **CEREALES D'HIVER**

La stratégie de fertilisation azotée des blés tendres est résumé ci-dessous.



Sur orge d'hiver, le principe est le même : anticipation des apports (dans le respect de la réglementation) pour favoriser la biomasse de la culture. La mesure des reliquats sortie hiver est importante pour ne pas sur-fertiliser et ainsi défavoriser la qualité de la production (calibrage et teneur en protéines). Comme sur blé tendre, un troisième apport est possible au stade « 1N » uniquement pour les débouchés fourragers ou dans le cas d'orges brassicoles en sol profond avec un potentiel de rendement élevé.

>> COLZA



Les pesées de colza sont primordiales car elles permettent d'ajuster la dose à la biomasse de la culture. Dans le cas de semis de colza dans un couvert de légumineuse déjà implanté, veillez à apporter le premier apport suffisamment tôt (dans le respect de la réglementation) pour favoriser la croissance du colza et limiter le développement de la légumineuse.

>> PARTIE 4 : LES AUTRES MINÉRAUX DU SOL

Il ne faut pas limiter la nutrition des plantes à la fertilisation azotée. Les autres minéraux sont à suivre (cuivre, zinc, bore, molybdène) en fonction des espèces concernées. Réaliser régulièrement des analyses de sol.

Nous faisons rapidement un focus sur la fumure de fond et les apports d'amendements calciques.

1- LA FUMURE DE FOND

Pour ne pas pénaliser le développement de la culture, il est conseillé de raisonner les apports en phosphore et en potassium.

Pour cela, réalisez des analyses de sol tous les 5 ans et reportez vous aux normes du COMIFER.

N'oubliez pas que les apports réalisés au semis, doivent être complétés par des apports en végétation dans les sols les moins pourvus. Ces éléments doivent être apportés à l'automne.

Les apports de matières organiques (fumier, compost, lisier) doivent être pris en compte.

2- LE CALCIUM ET LE PH

>> LE CALCIUM

Le calcium a un impact important sur :

- La fertilité chimique (saturation de la CEC),
- La fertilité biologique (stimulation de l'activité des micro-organismes du sol),
- La fertilité physique (maintien des échanges gazeux, stabilité structurale, limitation de la battance)

En sol peu pourvu en Ca^{2+} , un apport d'amendement calcique permet d'améliorer la structure du sol.

Il intervient également dans la nutrition des plantes.

>> LE PH

Le fonctionnement du sol et l'évolution de la matière organique sont liés au statut acido-basique. Cette relation est illustrée dans le tableau ci-dessous.

Evolution de la matière organique et statut acido- basique		
pH ≤ 4,5 S/CEC ≤ 20	Protection chimique de la matière organique par Al et Fe, Enrobage par les oxyhydroxydes d'Al, Turn over faible	Pas de vers de terre C/N = 12-15
4,5 < pH ≤ 5,8 20% < S/CEC ≤ 70%	Baisse de Al ⁺⁺⁺ , diminution de la protection de la matière organique, faible augmentation de la biomasse et du turn over	Peu de vers de terre C/N = 12-15
5,8 < pH ≤ 6,5 70% < S/CEC ≤ 90%	Augmentation de la capacité d'échange effective, de la biomasse microbienne, de la respiration spécifique et du turn over	Vers de terre C/N = 10-15
6,5 < pH ≤ 7 90% < S/CEC ≤ 100%	Turn over élevé Biomasse et respiration spécifique élevées	Vers de terre C/N = 10
pH > 7 S/CEC > 100 % Présence de calcaire total	Augmentation de la protection chimique par Ca ⁺⁺ Enrobage par la calcite Diminution de l'activité de la biomasse microbienne et de son turn over Ralentissement du turn over de la matière organique	Vers de terre C/N = 12

Évolution de la matière organique et statut acido basique. (B. Fabre, 2001)

En système de semis direct sous couvert, nous observons un phénomène d'acidification de surface en lien avec l'activité microbienne et l'action des engrais. L'abaissement du pH (inférieur à 5.5) entraîne la libération d'ion aluminium d'où les symptômes de phytotoxicité observés (défaut de croissance, épaissement racinaire).

Ces phénomènes sont à suivre dans les sols limoneux.

Un suivi du pH dans les premiers centimètres du sol permet de réagir rapidement.

CHAPITRE 2

DESHERBAGE & REGULATION DU COUVERT



A RETENIR

Le contrôle du couvert est assuré par :

- La stimulation de la biomasse de la culture,
- L'utilisation d'herbicides à dose réduite.

Le positionnement est le choix du produit dépendra du couvert choisi.



>> PARTIE 1 : RAISONNEMENT DES INTERVENTIONS HERBICIDES

Le raisonnement des interventions herbicides est très important en semis direct sous couvert, car il correspond à 3 enjeux :

❶ Détruire efficacement les adventices présentes.

Même si l'objectif est de réduire l'utilisation des produits phytosanitaires, le changement de pratiques ne porte pas immédiatement ces fruits, surtout en phase de transition. Des adventices (vulpin, ray-grass, brome, gaillet, géranium, ...) peuvent encore être présentes et nécessiter une intervention.

❷ Maîtriser le développement des couverts permanents (sans les détruire),

Le but est de maintenir une couverture végétale pérenne. Pour cela, les herbicides appliqués doivent avoir une efficacité sur les adventices SANS compromettre la survie des légumineuses pérennes (trèfle, luzerne ou lotier). Le programme de régulation sera adapté à l'espèce choisie.

❸ Ne pas défavoriser la levée des couverts végétaux qui seront semés ou la croissance du couvert permanent en interculture (choix des produits et date de passage pour limiter l'impact ou la rémanence).

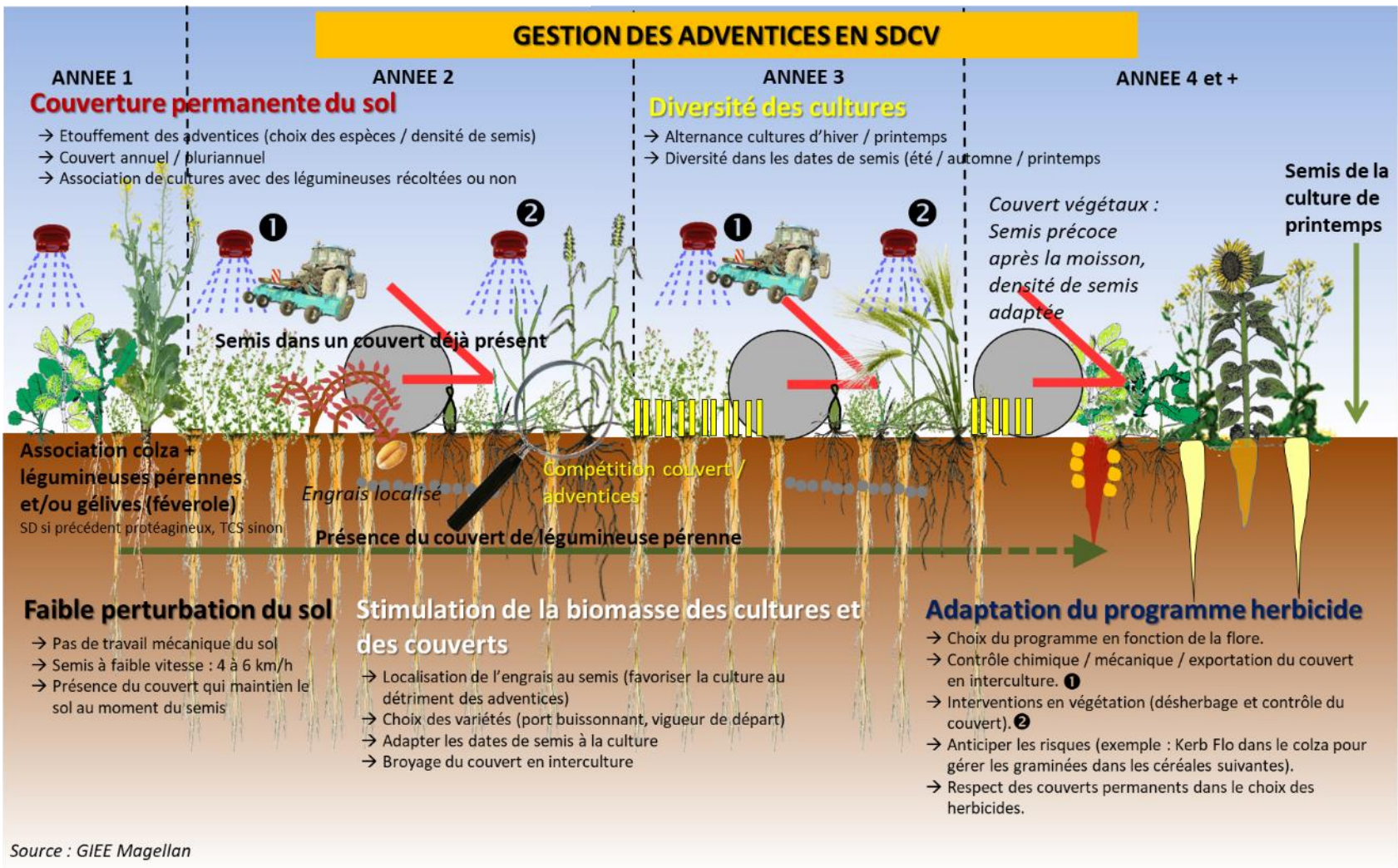
L'IMPORTANCE DE LA ROTATION

Les leviers à mobiliser sont les suivants :

- La couverture végétale,
- L'absence de travail du sol,
- La diversité de l'assolement,
- La nutrition végétale,
- L'adaptation des programmes herbicides.

Ces leviers sont résumés dans l'illustration suivante.

La gestion des adventices en semis direct sous couvert permanent de légumineuses



Source : GIEE Magellan

- **LA COUVERTURE PERMANENTE DU SOL** : L'objectif est que le sol soit couvert en permanence afin de ne laisser aucune place pour les adventices (par effet de concurrence, d'ombrage, d'étouffement d'allélopathie, ...).

Cette couverture est assurée par le couvert de légumineuses pérennes (en réalité 3 à 4 ans), le couvert annuel mis en œuvre après la moisson ou les associations d'espèces en culture.

L'implantation des couverts doit être soignée. En effet, un couvert mal implanté sera moins concurrentiel vis-à-vis des adventices. L'implantation doit également être bien positionnée par rapport aux levées des mauvaises herbes, surtout en interculture. C'est pourquoi, de nouvelles méthodes de semis sont à l'étude dans le GIEE (semis à la volée avant la moisson).

- **LA FAIBLE PERTURBATION DU SOL** : Le semis direct en bouleversant peu le sol, ne crée pas, en théorie, des conditions favorables à la germination des graines d'adventices. Pour maximiser le résultat, il est conseillé de ne pas semer trop vite (4 à 6 km/h) pour limiter le foisonnement du sol lors du passage du disque. Les semoirs à dents, en travaillant sur une largeur plus grande, montrent le plus d'adventices après leur passage.

- **LA DIVERSITE DES CULTURES** : Le but est de perturber au maximum le cycle des adventices. Pour cela, l'alternance des dates de semis est l'élément le plus important :

- semis en fin d'été : colza,
- semis en automne précoce : céréales,
- semis en automne tardif : céréales, pois d'hiver, méteil,
- semis de printemps précoce : orge de printemps, pois de printemps,
- semis de printemps tardif : tournesol, soja, maïs, sorgho, millet, sarrasin.

L'alternance des familles botanique est également conseillée pour maximiser l'efficacité des herbicides utilisables. Il est plus facile de détruire une graminée dans une culture de dicotylédones et inversement.

- **LA STIMULATION DE LA BIOMASSE DES CULTURES ET DES COUVERTS** : une plante ou un couvert avec une forte biomasse seront plus compétitifs vis-à-vis des mauvaises herbes. Plusieurs techniques peuvent être mises en œuvre pour atteindre cet objectif :

- broyage des couverts permanents en interculture,
- choix des espèces avec un ou des critères concurrentiels (port de plante, vigueur de départ, ...),
- date de semis plus précoce,
- augmentation des densités de semis,
- suivi de la nutrition des plantes (engrais localisé, respect des besoins en éléments minéraux, apport aux moments où la plante en a le plus besoin).

- **ADAPTATION DES PROGRAMMES HERBICIDES** : le but est d'assurer la survie / faisabilité du couvert tout en assurant un contrôle des adventices présentes. Le choix des herbicides devient alors primordial. La complémentarité entre les interventions chimiques, mécaniques (broyage, fauchage, ...) ou animale (pâturage) sont la clé de voute de la réussite de ces systèmes.



A RETENIR

Sans travail du sol, la diversité des autres leviers mobilisés assurent la réussite de la stratégie de lutte contre les adventices.

La diversité des cultures et surtout des dates de semis reste le levier le plus important à mettre en œuvre.

Une adaptation des programmes herbicides à chaque espèce et à chaque couvert permanent est indispensable.

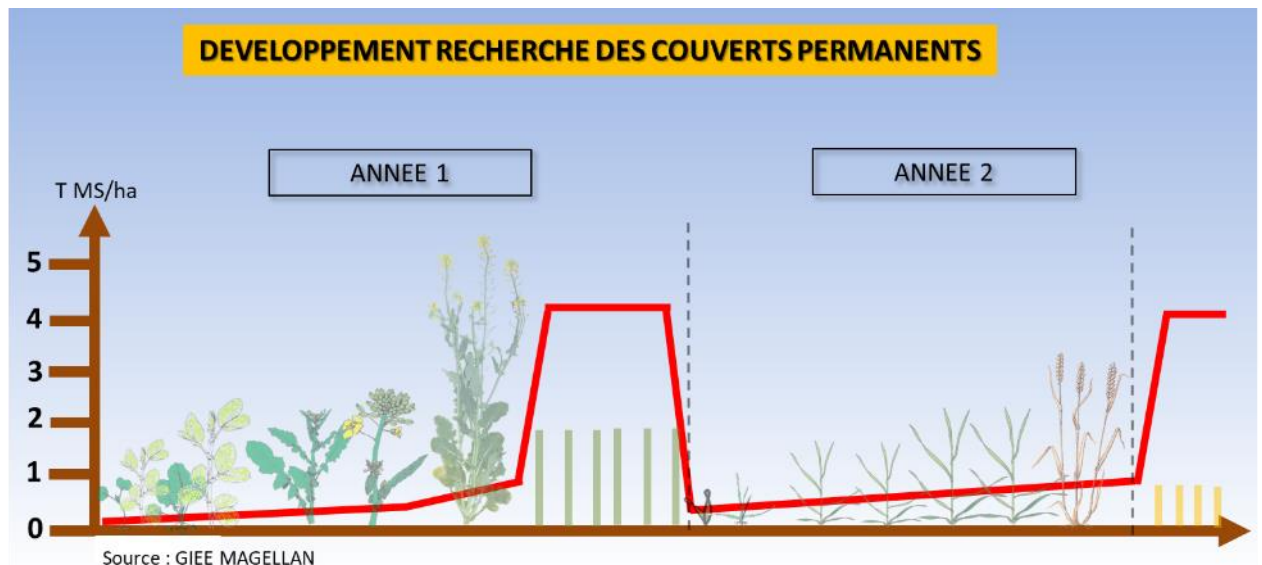
>> PARTIE 2 : LE DEVELOPPEMENT DES COUVERTS PERMANENTS

Pour remplir leurs rôles (cf Partie 3), les couverts permanents doivent se développer essentiellement en interculture pour :

- prendre la place des adventices (concurrence, ombrage, ...),
- pouvoir être exploités (enrubannage, pâturage).

Entre les phases actives de croissance en interculture, le couvert doit rester discret en végétation pour ne pas pénaliser la croissance de la culture de vente.

L'illustration ci-dessous résume le développement recherché pour les couverts de légumineuses pérennes. **Rappelons le, l'objectif de ces systèmes est d'arriver à la double culture : culture de vente + exploitation du couvert (pour des animaux ou pour le sol).**



L'enjeu de la régulation sera de maintenir le couvert à un niveau acceptable où il ne pénalise pas le développement de la culture de vente.



A RETENIR

La biomasse maximale à ne pas dépasser pour limiter les pertes de rendement en céréales est de 1 T MS/ha (source : Arvalis).

Cette biomasse est obtenue pour un couvert uniforme faisant 10 à 15 cm de haut.

Evaluation visuelle de la biomasse d'un couvert.

La réalisation de mesures / pesées est le plus sûr.



Source : GIEE MAGELLAN

>> PARTIE 3 : LES FACTEURS DE REGULATIONS DES COUVERTS

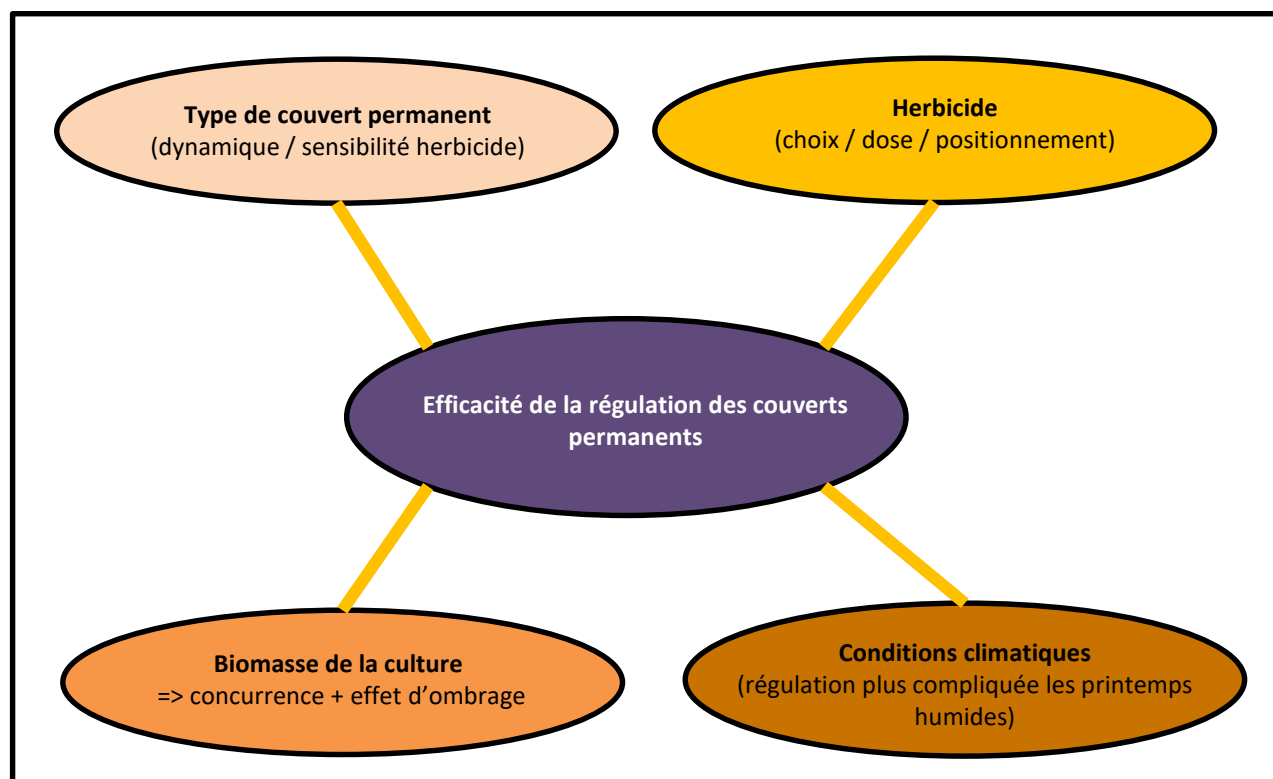


A SAVOIR

Le légumineuses sont des plantes qui ont une forte croissance lorsqu'elles ont accès à la lumière. Par contre, lorsqu'elles bénéficient de moins d'énergie lumineuse (ombrage par exemple), leur croissance est ralentie. C'est cet élément qu'il faut exploiter au maximum dans nos systèmes.

La recherche d'une biomasse précoce et continue doit être une priorité. La régulation chimique n'intervenant que si la culture n'a pas su maîtriser la croissance du couvert.

Les principaux facteurs de régulation des couverts permanents sont résumés dans l'illustration ci-dessous.



La maîtrise de la biomasse végétale est primordiale dans la gestion des couverts permanents. Tous les leviers doivent être mobilisés pour la favoriser.

Ils sont résumés ci-dessous :

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{Biomasse} \\ \text{végétale} \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline \text{Densité de} \\ \text{semis} \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{|c|} \hline \text{Choix variétal} \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{|c|} \hline \text{Nutrition des} \\ \text{plantes} \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{|c|} \hline \text{Association} \\ \text{d'espèces} \\ \hline \end{array}$$

Les conditions climatiques sont également très impactantes. En effet, les printemps sec et chaud seront favorables à une régulation efficace car peu favorables à la croissance des couverts. Par contre, les printemps chaud et humide (pluie en mai et juin) seront favorables au développement des couverts si bien que l'efficacité de la régulation chimique s'en trouvera diminuée, notamment sur luzerne.

>> PARTIE 4 : EXEMPLES DE CONDUITES SELON LA CULTURE

1- LE COLZA

A – SEMIS DU COUVERT PERMANENT AVEC LE COLZA

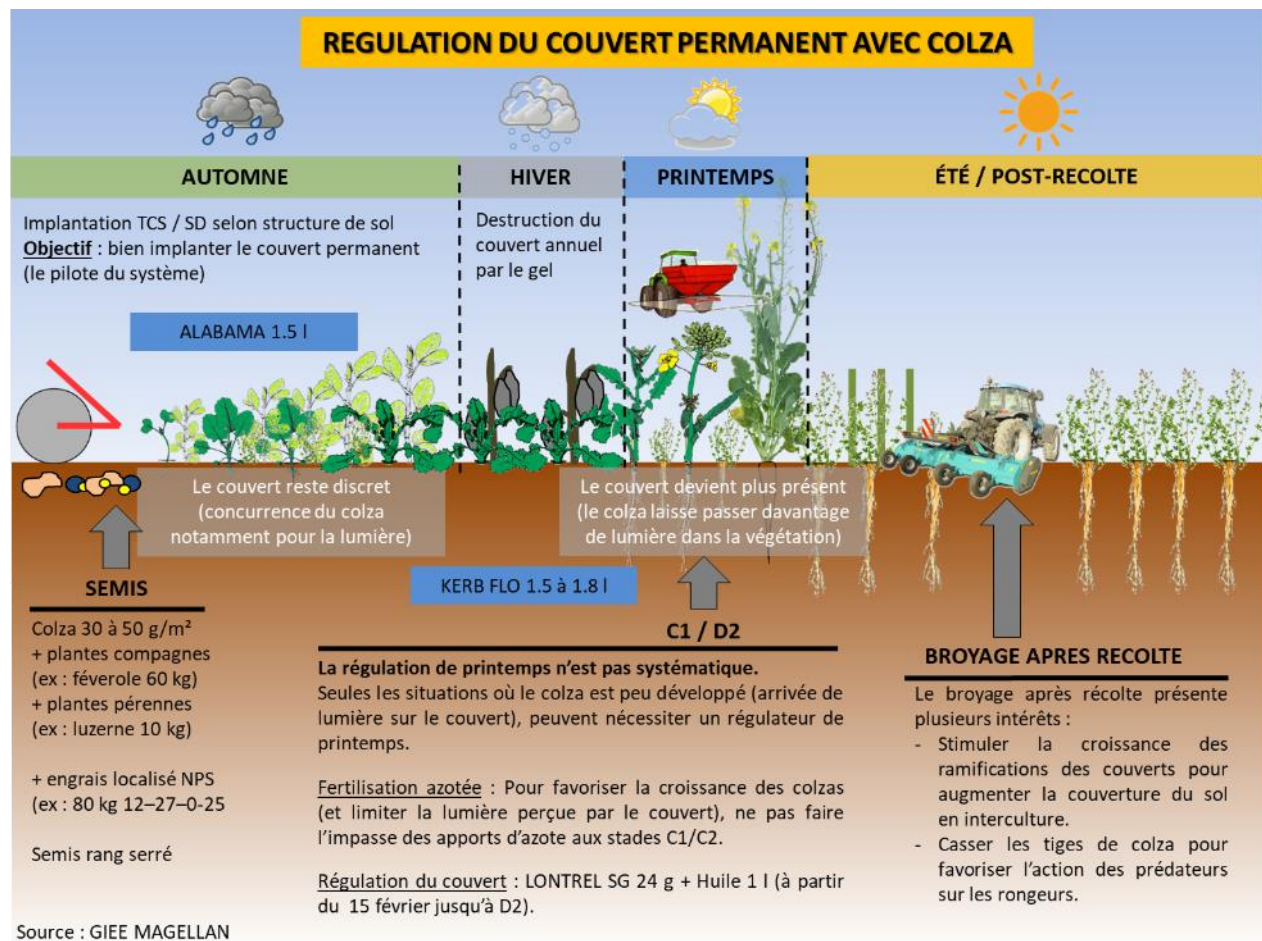
Il s'agit de la principale technique utilisée. Le colza est un très bon partenaire pour les légumineuses pérennes.



A SAVOIR

Le couvert se développe lentement sous le colza. Bien souvent, il passe inaperçu une grande partie du cycle du colza (nous nous demandons s'il est bien présent dans la parcelle !). Il faut attendre la fin de cycle pour que la lumière puisse traverser le colza et favoriser la croissance de la légumineuse pérenne. Patience donc !

L'illustration ci-dessous récapitule les points clés de la régulation du couvert permanent associé au colza.





La régulation chimique dans le colza n'est donc pas systématique. Elle ne sera donc justifiée que dans les situations où la légumineuse reçoit encore de la lumière durant le printemps (zones de parcelles avec des trous suite à des dégâts de limaces, mulot ou insectes).

POUR ALLER PLUS LOIN :

- **Mode d'implantation du colza** : L'écartement entre les rangs et le positionnement du couvert par rapport au colza joue également un rôle important. En effet, nos expérimentation ont montré que les semis en rangs écartés (45 cm) et/ou avec la localisation du couvert entre les rangs étaient les seules situations où la régulation de sortie hiver était nécessaire. Les semis en rangs serrés et associant sur le même rang le colza et le couvert entraînent suffisamment d'ombrage pour cantonner le couvert dans la strate inférieure. Seuls les passages de roues montrent un couvert développé.

Le tableau ci-dessous récapitule les avantages et inconvénients des modes d'association avec le colza.

	En association en plein  <i>Exemple : colza + lotier (Suilly la Tour)</i>	En mélange mais rang séparé  <i>Exemple : colza + luzerne (Chevenon)</i>
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> - facilité de semis (pas besoin de caisse séparée). - Bonne couverture du sol → maîtrise des adventices. 	<ul style="list-style-type: none"> - Moins de concurrence sur le rang durant la phase d'installation.
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> - Risque de concurrence durant la phase d'installation ?? 	<ul style="list-style-type: none"> - Nécessité d'un semoir équipé de plusieurs caisses. - Temps de manipulation. - Risque de développement plus fort du couvert au printemps (Luzerne par exemple) → plus de lumière en inter-rang.

C'est le couvert permanent qui deviendra le « pilote » de votre système de culture. Il doit donc être bien implanté, sinon, il n'atteindra pas ses objectifs (maîtrise des adventices, apports d'éléments minéraux, ...) et devra être détruit au risque d'entraîner trop d'effet négatif sur l'enherbement, la maîtrise des coûts, ...

Si la structure de votre sol n'est pas favorable à une implantation en semis direct, une implantation avec travail du sol sera préconisée.

- **Maitrise de la biomasse végétale** : Pour favoriser la croissance végétale et avoir l'effet de concurrence et d'ombrage souhaité sur le couvert permanent, différentes techniques peuvent être mise en œuvre :

- date de semis : un semis précoce (de 10 à 20 j) dans la mesure où une pluviométrie efficace y est associé,

- assurer une alimentation suffisante de la plante : en fonction de la teneur du sol, des apports localisés au semis en azote (avant le 1^{er} septembre), en phosphore, en soufre, ... sont conseillés. Des apports de matières organiques sont également possibles.

En végétation, ne pas retarder les apports d'azote pour assurer un redémarrage précoce du colza.

- associer les espèces : les associations avec des légumineuses pérennes (lentille, fénugrec, trèfle d'Alexandrie) sont conseillées pour augmenter la biomasse au moins à l'automne et contenir le développement des légumineuses pérennes. Cette association est plus intéressante que l'augmentation de densité du colza qui augmente le risque d'élongation à l'automne et de verse au printemps.

- choix variétal : privilégier les variétés avec une bonne vigueur de départ.

- **Choix des herbicides** : Pour ne pas pénaliser la croissance des couverts, il est conseillé d'adapter le programme herbicide. Privilégier les applications de post-levée pour limiter les risques de phytotoxicité.

La sélectivité des programmes est résumé dans le tableau suivant :

Pré-levée	Cotylédons	1-2F	Rosette	Après le 15 février	Trèfles	Luzerne Lotier
Napropamide						
NOVALL 0.8 à 1 l		NOVALL 0.8 à 1 l				
		NOVALL 0.8 à 1 l	NOVALL 0.8 à 1 l			
ALABAMA 1.5 l		ALABAMA 1 l Ou NOVALL 0.8 l				
		ALABAMA 1.5 l				
		SPRINGBOK 1.5 l				
ALABAMA 2 l						
COLZOR TRIO 3 l						
BUTISAN 1 l + CENTIUM 36CS 0.1 l						
			CLERANDA 1.5 l + DASH HC 1 l			
			KERB FLO 1.8 l			
			IELO 1.5 l			
			CALLISTO 0.2 l			
			CALLISTO 0.05 l		Régulation	Régulation
				LONTREL SG 174 g		
				LONTREL SG 24 g	Régulation	Régulation

Sources : Terres Inovia, Jouffray Drillaud, GIEE MAGELLAN

 Bonne

 Irrégulière

 Faible

Pour connaître les programmes herbicides utilisables sur les légumineuses gélives, reportez-vous à la page 126.



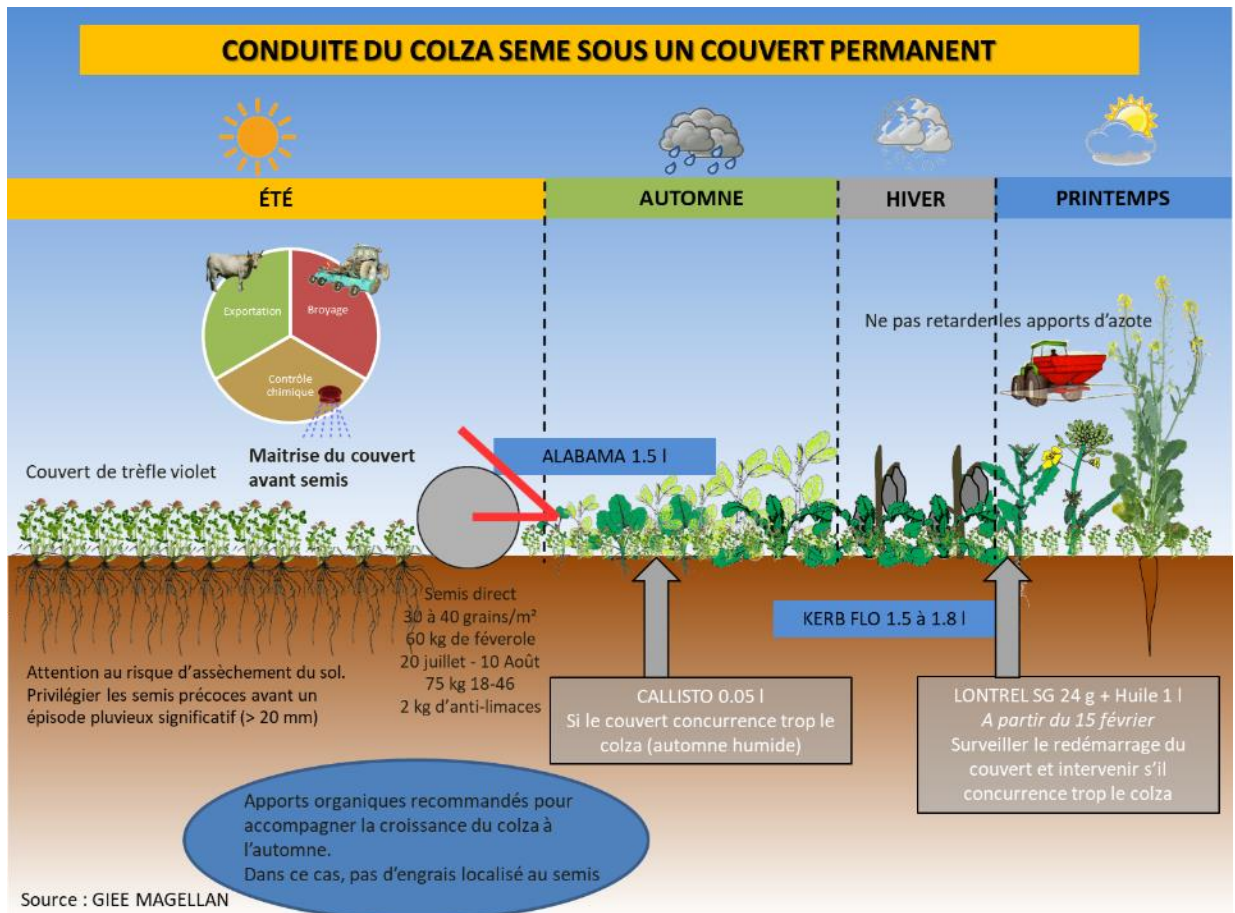
A RETENIR

- Pour réguler le couvert : appliquer soit du CALLISTO 0.05 l à l'automne (rarement nécessaire), soit du LONTREL SG 24 g + Huile 1 l après le 15 février (température minimale de 12°C).
- Pour anticiper les risques adventices dans la rotation, notamment les graminées dans les céréales suivantes, l'application de KERB FLO est conseillée.

B – SEMIS DU COLZA SOUS COUVERT PERMANENT

Dans le cas d'un semis direct dans un couvert permanent déjà implanté, il est conseillé de respecter quelques règles.

- **Date de semis** : le risque d'assèchement du sol est très élevé. En été sec, il convient d'être vigilant pour ne pas pénaliser l'implantation du colza. Veiller à semer tôt (fin juillet – début août) et avant un épisode pluvieux significatif (au moins 20 mm).
- **Association de plantes** : maintenir les associations avec des légumineuses gélives pour assurer une biomasse d'automne et contenir en partie le développement du couvert permanent déjà en place.
- **Maitrise du couvert avant semis** : il est important de réguler le couvert avant le semis pour ne pas pénaliser la croissance du colza. Plusieurs moyen sont possibles :
 - Exportation pour les animaux,
 - Broyage (attention aux résidus qui gêneraient le travail du semoir),
 - Régulation chimique : 1 l de glyphosate
- **Régulation chimique** : 2 périodes à surveiller :
 - Automne : en fonction du développement du couvert à l'automne (période pluvieuse et douce et si le couvert prend le dessus sur le colza), une régulation avec du CALLISTO 0.05 l est envisageable.
 - Printemps : intervenir avec LONTREL SG 24 g + Huile 1 l (à partir du 15 février et jusqu'au stade D2) si le couvert concurrence trop le colza.



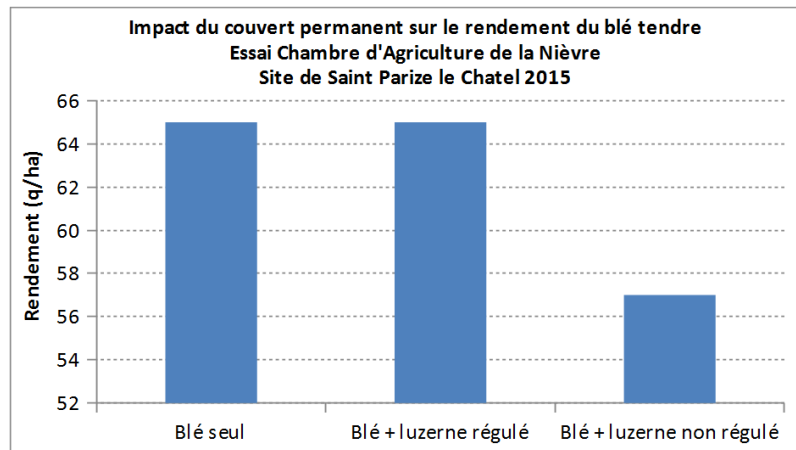
2- LES CEREALES D'HIVER

Ces cultures (blé, orge, triticale, seigle, épeautre) sont implantées dans un couvert en place depuis au moins 1 an.

La régulation du couvert est primordiale car comme nous l'avons abordé en page 32, les principaux effets négatifs du couvert permanent s'exercent au niveau de :

- La compétition pour l'eau et les éléments minéraux,
- L'ombrage en diminuant la quantité de lumière interceptée (pénalisation de la photosynthèse).

Une mauvaise régulation du couvert permanent entraîne une pénalisation du rendement. Le niveau de perte de rendement sans régulation est illustré dans le graphique ci-dessous.



Blé sous couvert de lotier non régulé
 Juillet 2016.
 Suilly la Tour (58)

Source : GIEE MAGELLAN

Les pertes de rendement varient selon :

- Les années : les années humides, les couverts se développeront davantage donc potentiellement leur nuisibilité augmente.
- Le type de couvert : la nuisibilité en non régulation dépend du type de couvert permanent (en lien avec son rythme de développement et son système racinaire).

Pertes de rendement observées : LUZERNE > TREFLE BLANC > TREFLE VIOLET >> LOTIER

A – LES LEVIERS AGRONOMIQUES POUR FREINER LE COUVERT PERMANENT

Un leitmotiv : favoriser la biomasse de la culture !

- **Choisir une variété / espèce étouffante** : nous l'avons mentionné plus haut, la maîtrise de la légumineuse pérenne passe par une couverture du sol par la culture qui soit dense et précoce pour limiter la quantité de lumière disponible pour la légumineuse. De ce fait, son activité sera ralentie.

La hauteur de la plante est un critère important. Nous avons observé un bon contrôle du couvert pour des plantes ayant des hauteurs de tiges de 170 cm.

Dans ce contexte, nous avons observé un très bon comportement du seigle (très bonne capacité d'étouffement du couvert permanent), du triticale, de l'avoine. Concernant les blés, la situation est plus compliquée avec des contrôles du couvert très limités. Les mélanges de variétés sont sans doute une piste intéressante. Des essais sont en cours.

La photo ci-contre illustre l'intérêt de la biomasse végétale sur la maîtrise du couvert. Ici, la luzerne se développe uniquement entre les micro-parcelles d'essai où la culture a été détruite. Dans les modalités, la biomasse de la culture a permis de contrôler la luzerne.



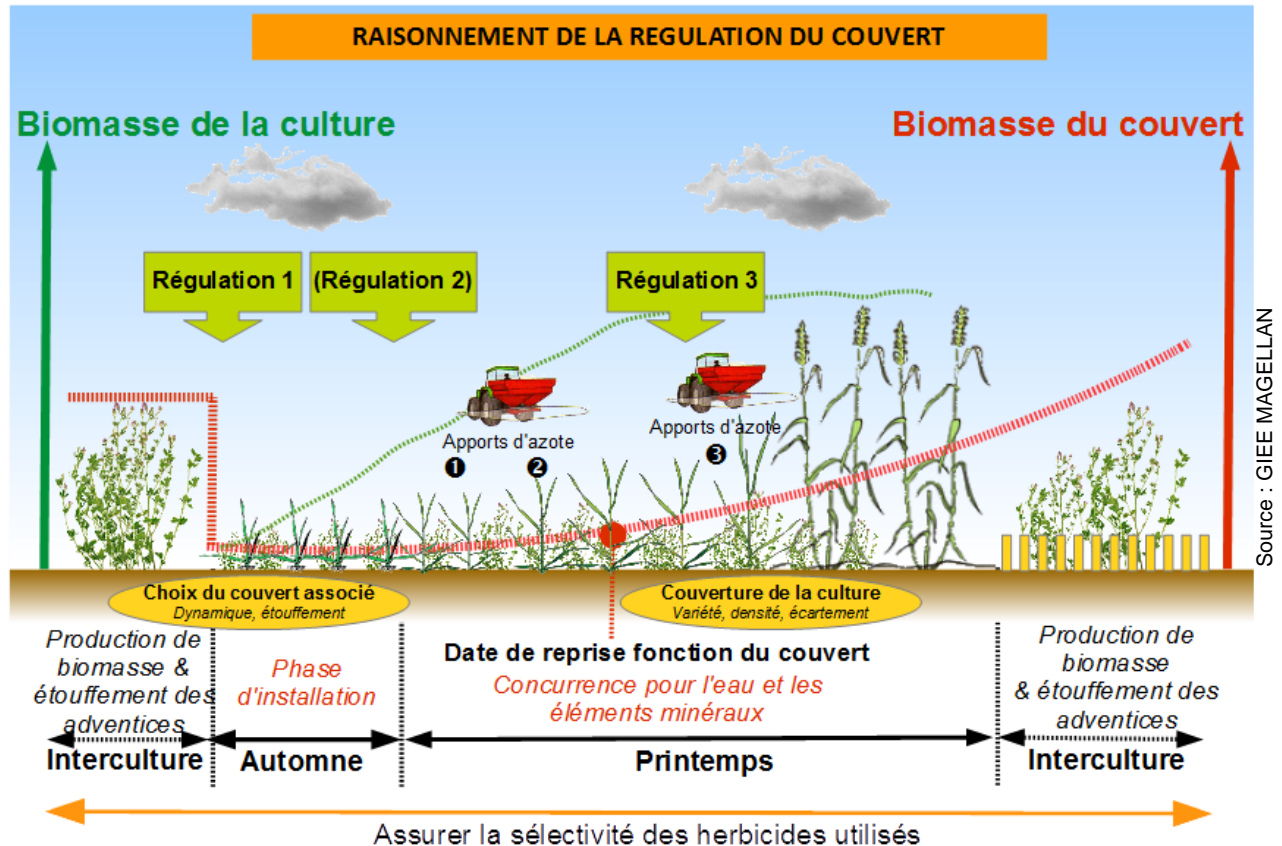
Source : GIEE MAGELLAN

- **Adapter la densité de semis** : dans la même idée de favoriser la biomasse végétale, il est conseillé d'augmenter la densité de semis (300 à 400 grains selon la date de semis) pour permettre à la culture de concurrencer le couvert à l'automne et au printemps.

- **Adapter le fractionnement de la dose** : Pour favoriser la biomasse précoce de la céréale, il est déconseillé de décaler les apports d'azote et de maintenir l'apport tallage.

B – RAISONNEMENT DE LA REGULATION DU COUVERT

Le raisonnement de la régulation du couvert s'articule autour de 3 périodes.



- **REGULATION 1** : cette étape correspond à la phase d'implantation. A la fin de l'interculture, il faut préparer la parcelle au semis direct. En fonction de la biomasse du couvert, une régulation sera nécessaire.

- **régulation mécanique par broyage** : attention à le faire suffisamment tôt avant le semis pour que les résidus ne gênent pas au moment du semis ou que ceux-ci ne représentent pas un abri pour les limaces. En général, cette opération est faite fin août / début septembre pour un semis en octobre.

- **régulation par exportation du couvert** : c'est l'intérêt même de la couverture permanente. Viser la double culture. Cette exploitation peut être faite soit par pâturage, soit par enrubannage dans l'optique de nourrir un troupeau.

- **régulation chimique** : application après ou avant le semis d'un herbicide non sélectif (en général 1 à 1.5 l de glyphosate) qui auront pour avantage de contrôler à la fois le développement du couvert et de détruire les graminées présentes et trop développées pour pouvoir être correctement contrôlées dans la culture. Dans les situations sans graminées, un herbicide antidicotylédones est suffisant pour calmer la légumineuse avant semis.



CETTE ETAPE EST-ELLE OBLIGATOIRE ?

Cette étape est très importante dans les systèmes avec luzerne. En effet, une luzerne trop développée au moment du semis (> 60 cm de haut), ne gênera pas le semis (au contraire) mais représentera, lorsque la végétation se couchera au sol au moment du passage du semoir, un abri pour les mulots et campagnols. La densité de pieds de la culture peut être fortement affectée. C'est pourquoi, un broyage est recommandé fin août / début septembre pour avoir au moment du semis (octobre), une végétation avec une hauteur maximale de 15 – 20 cm de haut.

En année sèche, cette étape n'est pas obligatoire pour des couverts comme le trèfle ou le lotier.

- **REGULATION 2** : cette étape correspond à la régulation d'automne (stade 3F à plein tallage). Le but est de laisser le peuplement de la culture se mettre en place correctement sans subir la concurrence de la plante pérenne (ombrage essentiellement).

La croissance de la culture pérenne est à surveiller les automnes doux et humides.

En cas de forte pénalisation de la culture traduite par des pertes de pieds et un couvert qui passe au dessus de la céréale, une intervention herbicide à dose réduite est nécessaire. Les sulfonylurées (type NICANOR 5 à 7 g) sont les plus souvent utilisées. Attention, ces produits mettent souvent 10 à 20 jours avant de montrer leur efficacité en fonction des températures. Ils faut donc les anticiper et ne pas attendre que le couvert soit trop développé pour agir. Des produits de contact (à base de carfentrazone) sont également possibles mais à éviter sur des couvertures denses (risque de redémarrage en automne favorable).

Nous intégrons également dans cette période, les interventions herbicides de sortie hiver. Il convient de bien choisir les produits pour maintenir l'efficacité escomptée sur les adventices ET limiter l'impact sur les couverts (action régulatrice possible selon le produit, la dose et le couvert). Ce choix se complique lorsque vous souhaitez désherber des graminées car le recours aux sulfonylurées (ATLANTIS, ARCHIPEL, OTELLO, ...) va détruire la légumineuse pérenne (notamment le trèfle blanc et la luzerne). Bien sur, la priorité sera toujours donnée à la maîtrise des adventices dans la parcelle et en cas de forte présence d'adventices, le couvert sera détruit en choisissant les herbicides adaptés.

EN PLUS : Pour renforcer l'action régulatrice de la culture sur le couvert, il est recommandé de ne pas retarder les 2 premiers apports d'azote (dans le respect des dates autorisées dans le cadre de la directive nitrate) pour favoriser la biomasse de la céréale. Pas besoin d'amener de forte quantité (40 à 50 uN suffisent). Concrètement, cela correspond à apporter le premier apport au redémarrage de la céréale (courant février) et le second, quelques jours avant le stade « Epi 1 cm ».



CETTE ETAPE EST-ELLE OBLIGATOIRE ?

Cette régulation est souvent réalisée pour des semis sous couvert de trèfle ou luzerne (dans les automnes doux et humides et si la régulation au moment du semis n'a pas été suffisante).

Avec le lotier, cette intervention est souvent inutile car la plante arrive précocement en arrêt végétatif (lorsque la durée du jour et la température diminuent) et repart tardivement en végétation (fin avril).

La surveillance régulière de la parcelle à l'automne permet d'intervenir au bon moment pour calmer la croissance du couvert.

Ici, un blé semé en direct dans un couvert de trèfle violet.



Source : GIEE MAGELLAN

Source : GIEE MAGELLAN



Il est conseillé de bien observer ses parcelles en semis sous couvert permanent pour repérer le redémarrage en végétation de la légumineuse.

Ci-contre, une photo d'un semis de blé sous couvert de trèfle blanc.



Source : GIEE MAGELLAN

Pour limiter la nuisibilité du couvert, veiller à ce que celui-ci ne dépasse pas 10 à 15 cm de haut à floraison (pour un couvert homogène).

Source : GIEE MAGELLAN



Ci-contre, une situation à éviter.

Le couvert passe au dessus de la végétation car le couvert n'a pas été régulé.

L'effet d'ombrage est très important et les pertes de rendement associées peuvent également être élevées (jusqu'à 10 q/ha voire plus les années humides favorables au développement du couvert).

Les parcelles sous couvert de luzerne sont les plus sujettes à cette situation.

Essai stratégie Régulation Automne / Sortie Hiver

Glyphosate 1 l au semis puis couvert régulé en mars :
Trèfle à 2 cm



Glyphosate 1 l au semis puis couvert régulé en avril :
Trèfle à 4 cm



Glyphosate 1 l au semis puis couvert non régulé en mars :
Trèfle à 16 cm



Source : GIEE MAGELLAN







C – LES HERBICIDES UTILISABLES

Pour choisir les herbicides les plus appropriés pour réguler le couvert tout en ayant une action sur les adventices, nous avons réalisés avec la chambre d'Agriculture de la Nièvre des essais de sélectivité des herbicides sur les 4 principaux couverts que nous avons dans le GIEE, à savoir le trèfle blanc, le trèfle violet, la luzerne et le lotier.





Les résultats sont illustrés ci-dessous :

► EN INTERCULTURE : AVANT LE SEMIS DE LA CEREALE DANS LE COUVERT

Nous avons comparé en interculture différents types d'herbicides pour connaître leurs efficacités sur la régulation du couvert. Cette notation a été réalisée sur lotier. Compte tenu du faible développement de la plante à l'automne, l'intervention n'était pas justifiée, mais elle a permis de mettre en évidence certaines tendances.

Suilly-la-Tour le 12/10/15 T°(C) = 7°C HR (%) = 98% Volume de traitement = 120l/ha			Lotier
	Coût (€)	IFT	
Beloukha 16l	240	-	
Beloukha 4l + Glyphosate 1l	63	0,1	
Banvel 4S 0.2l + Beloukha 4l	67	0,6	
Glyphosate 2l	6	0,3	
Glyphosate 1l	3	0,2	

Légende :

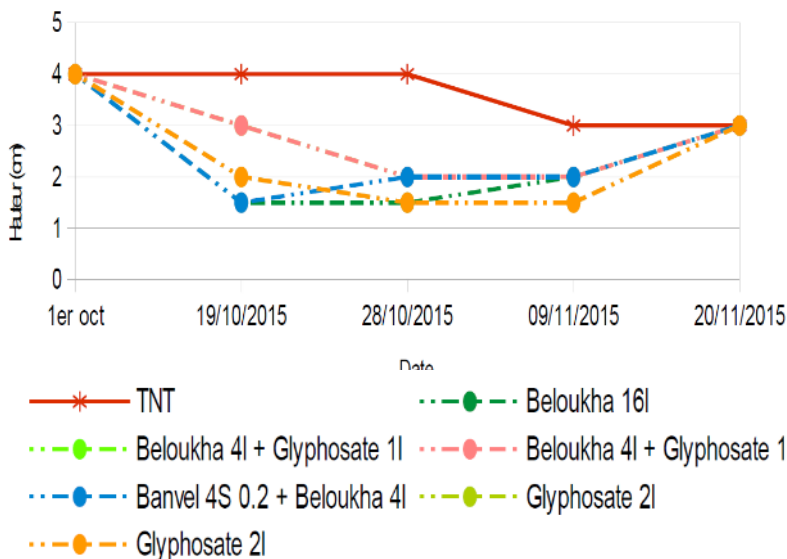
-  Pas de phytotoxicité - Pas d'effet régulation
-  Jaunissement – Pas d'effet régulation
-  Tassement – Régulation
-  Forte régulation – Risque de destruction – A éviter

Source : GIEE MAGELLAN / CA58



Beloukha 16l

Evolution de la hauteur du lotier






**Beloukha 4l +
Banvel 4S 0,2l**

En règle général, 1 l de glyphosate est suffisant pour contrôler le couvert avant semis.

► **A L'AUTOMNE : DU STADE « 1 F » A « PLEIN TALLAGE »**

Le tableau ci-dessous récapitule l'efficacité régulatrice de quelques herbicides.
 Cette liste est non exhaustive. Nos poursuivons les essais pour étudier d'autres produits.

HERBICIDES et DOSES	 LUZERNE	 TREFLES	 LOTIER
NICANOR 7 g	Yellow	Yellow	Yellow
NICANOR 12 g	Yellow	Yellow	Yellow
NICANOR 16 g	Red	Red	Yellow
PLATFORM 40 WG 30 g	Yellow	Yellow	Yellow
PLATFORM 40 WG 50 g	Red	Red	Yellow
DEFI 3 l	Yellow	Yellow	Yellow
COMPIL 0.2 l	Yellow	Yellow	Yellow
KALENKOA 0.8 l	Red	Red	Yellow
FOSBURI 0.5 l	Green	Green	Green
TROOPER 2.5 l	Green	Green	Green
PROWL 400 1.5 l	Green	Green	Green
CHLORTOLURON 1800 g	Green	Green	Green
DAIKO 2.25 l	Green	Green	Green

Source : GIEE MAGELLAN / CA58



Pas d'effet sur le couvert.



Action régulatrice (frein au développement – réduction de hauteur).



Destruction du couvert. Déconseillé.



A RETENIR




Nous remarquons que la plupart des herbicides racinaires en post-levée précoce sont sélectifs des légumineuses pérennes. Ceci est particulièrement intéressant car nous pouvons sereinement utiliser ces produits pour contrôler les premières levées de graminées (vulpin, ray-grass, paturin) et de dicotylédones (véronique, pensée, matricaire).

Les sulfonylurées possibles à l'automne (KALENKOA) automne ne sont pas sélectives des luzernes et trèfles.

Le lotier offre plus de possibilités de produits utilisables mais nécessite des doses plus fortes pour voir une efficacité régulatrice suffisante.

► EN SORTIE HIVER : DU STADE « EPI 1 CM » A « 1 NŒUD »

Le tableau ci-dessous récapitule l'efficacité régulatrice de quelques herbicides. Cette liste est non exhaustive. Nous poursuivons les essais pour étudier d'autres produits.

HERBICIDES et DOSES	 LUZERNE	 TREFLES	 LOTIER
ATLANTIS WG 400 g + Huile 1 l			
AXIAL PRATIC 1 l + Huile 1 l			
ARCHIPEL 200 g + Huile 1 l			
ATLANTIS PRO 1.2 l + Huile 1 l			
OCTOGON 275 g + Huile 1 l			
ATTRIBUT 40 g + Adjuvant			
MONITOR 25 g + Adjuvant			
ATLANTIS 400 g + ATTRIBUT 40 g + Huile 1 l			
PRIMUS 0.1 l			
PICOTOP 1.3 l			

Source : GIEE MAGELLAN / CA58



Pas d'effet sur le couvert.



Action régulatrice (frein au développement – réduction de hauteur).



Destruction du couvert. Déconseillé.



Source : GIEE MAGELLAN

Ci-contre, la photo d'un trèfle blanc de 2^{ème} année ayant été désherbé avec ATLANTIS PRO 1 l + Huile 1 l en mars.

Nous observons une forte défoliation mais les rhizomes restent présents. En interculture, la plante n'est pas repartie.



A RETENIR

Le lotier est le couvert le moins sensible aux herbicides. Il permet de gérer des adventives avec des herbicides sans pour autant remettre en cause la survie du couvert.




Les autres couverts nécessitent des parcelles peu sales en graminées. La mise en place de leviers agronomiques sera indispensable pour limiter la présence des adventives (vulpin, brome).

► **AU PRINTEMPS** : DU STADE « 1 NOEUD » A « DERNIERE FEUILLE »

Intervention à bien raisonner !!

Attention au stade limite de passage. Avec les hormones, au delà du stade « 2 Nœuds », vous risquez de pénaliser la fertilité des épis. Nous avons mis en évidence dans nos essais, une perte de rendement de 50% pour des applications d'hormones au stade « Epiaison »

Le tableau ci-dessous récapitule l'efficacité régulatrice de quelques herbicides.
 Cette liste est non exhaustive. Nous poursuivons les essais pour étudier d'autres produits.

HERBICIDES et DOSES (→ Stade limite)	 LUZERNE	 TREFLES	 LOTIER
NICANOR 7 g (→ Dernière Feuille)	Yellow	Yellow	Green
NICANOR 14 g (→ Dernière Feuille)	Red	Red	Yellow
TOMIGAN 0.25 l (→ Dernière Feuille)	Yellow	Yellow	Green
TOMIGAN 0.5 l (→ Dernière Feuille)	Red	Red	Yellow
CHARDEX 0.6 l (→ 2 NOEUDS)	Yellow	Yellow	Yellow
CHARDEX 1 l (→ 2 NOEUDS)	Red	Red	Yellow
BOFIX 0.5 l (→ 2 NOEUDS)	Yellow	Yellow	Yellow
BOFIX 1 l (→ 2 NOEUDS)	Red	Red	Yellow

Source : GIEE MAGELLAN / CA58



Pas d'effet sur le couvert.



Action régulatrice (frein au développement – réduction de hauteur).



Destruction du couvert. Déconseillé.

Source : GIEE MAGELLAN



Cette photo illustre l'action régulatrice de TOMIGAN 0.25 l sur un couvert de trèfle blanc.

La hauteur de végétation a quasiment été divisée par deux en 5 jours.



A RETENIR

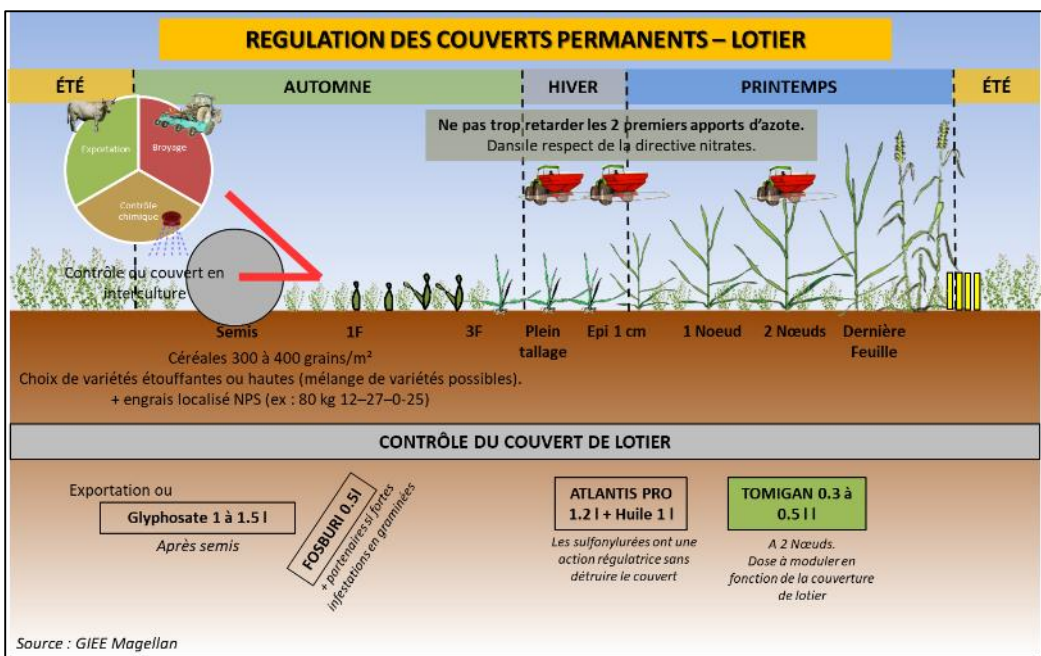
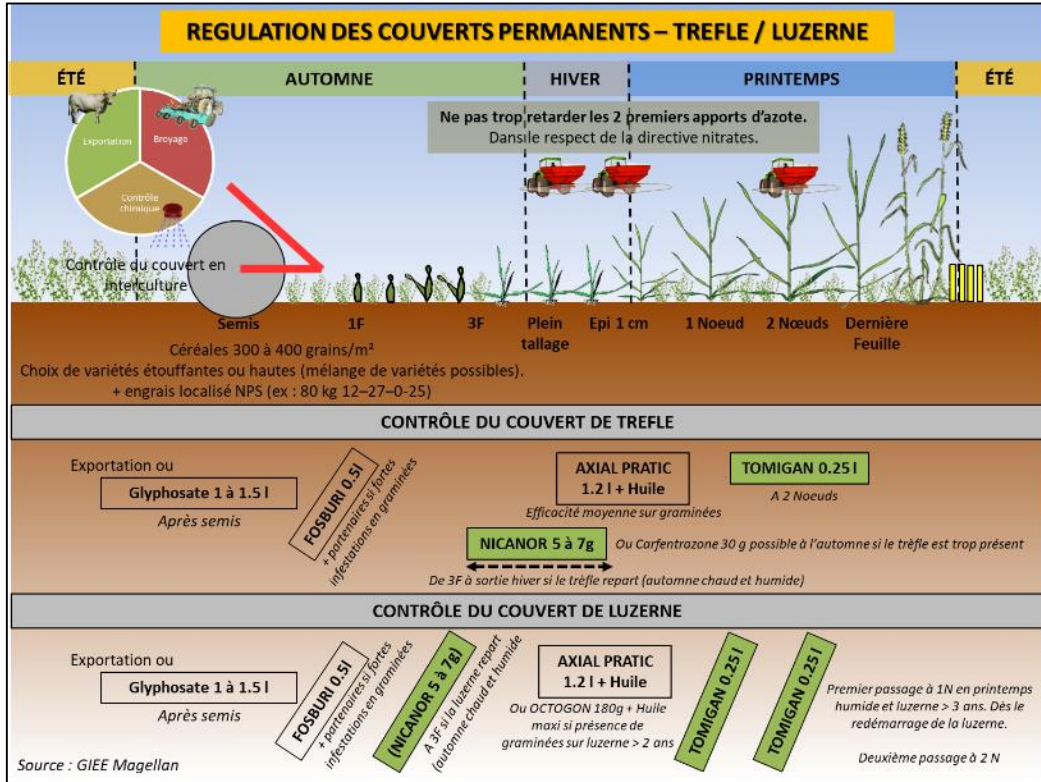
Privilégier les hormones pour leur rapidité d'action et adapter la dose à la sensibilité du couvert.

Avec le lotier, une majoration de doses peut être nécessaire. Cette dose plus élevée permet en plus de pouvoir un effet sur les mauvaises herbes éventuellement présentes (renouée, chardons).

C – EXEMPLES DE PROGRAMMES HERBICIDES & REGULATION SUR BLE TENDRE

Voici des exemples de raisonnement de la stratégie désherbage & régulation selon le couvert.

Les interventions d'herbicides d'automne et de printemps sont à raisonner en fonction de la parcelle. Avec le SDCV et une rotation équilibrée, des réductions d'herbicides sont possibles (en fréquence et en quantité utilisée).



3- SUR CULTURES DE PRINTEMPS

ATTENTION : Avec les cultures de printemps, il convient d'être prudent en situation de semis direct sous couvert permanent. Des pertes de rendement sont souvent observés. Si malgré tout, vous souhaitez mettre en œuvre cette technique, l'utilisation de couvert avec un système racinaire profond (luzerne / lotier) est conseillée pour limiter la concurrence avec l'eau et les éléments minéraux.

A – SUR ORGES DE PRINTEMPS

Le semis de légumineuses pérennes avec les orges de printemps est tout à fait envisageable. Attention à bien gérer la profondeur de semis (idéalement 0.5 à 1 cm – possible jusqu'à 2 cm). Le programme désherbage devra également être adapté en évitant l'utilisation d'hormones (TOMIGAN, BOFIX) ou de sulfonylurées (NICANOR) pour ne pas pénaliser la croissance des couverts associés.

Dans le cas de semis d'orge de printemps dans un couvert permanent de légumineuse, le raisonnement est proche de celui des céréales d'hiver. Privilégiez tout de même les association avec des espèces à racines profondes. Prévoyez une intervention avec une hormone (TOMIGAN 0.25 à 0.5 l selon le couvert) dès la reprise franche du couvert. Intervention à renouveler en cas de printemps humide. Veiller à respecter la réglementation (nombre de passages par produits, homologation de l'herbicide sur la culture, stade limite d'application).

B – SUR MAÏS

Il est difficile de faire co-exister le maïs et des légumineuses pérennes. En effet, la concurrence pour l'eau, les éléments minéraux et la lumière est importante. La destruction du couvert est conseillée avant l'implantation de la culture. Pour maintenir les 2 espèces, soyez vigilant sur la stratégie de régulation et l'irrigation limite l'impact du couvert sur le rendement de la culture.

► SELECTIVITE DES HERBICIDES

Herbicides / Doses	Sélectivité
ISARD 1.2 l	
CAMIX 2.5 l	
ADENGO 2 l	
AUXO 0.5 l	
NISSHIN 0.3 l	
NISSHIN 0.5 l	
CALLISTO 0.7 l	
LAUDIS 0.5l	
EMBLEM FLO 0.6 l	
BANVEL 4S 0.6 l	
BANVEL 4S 0.2 l	

Source : GIEE MAGELLAN / CA58



Pas d'effet sur le couvert.



Action régulatrice (frein au développement – réduction de hauteur).

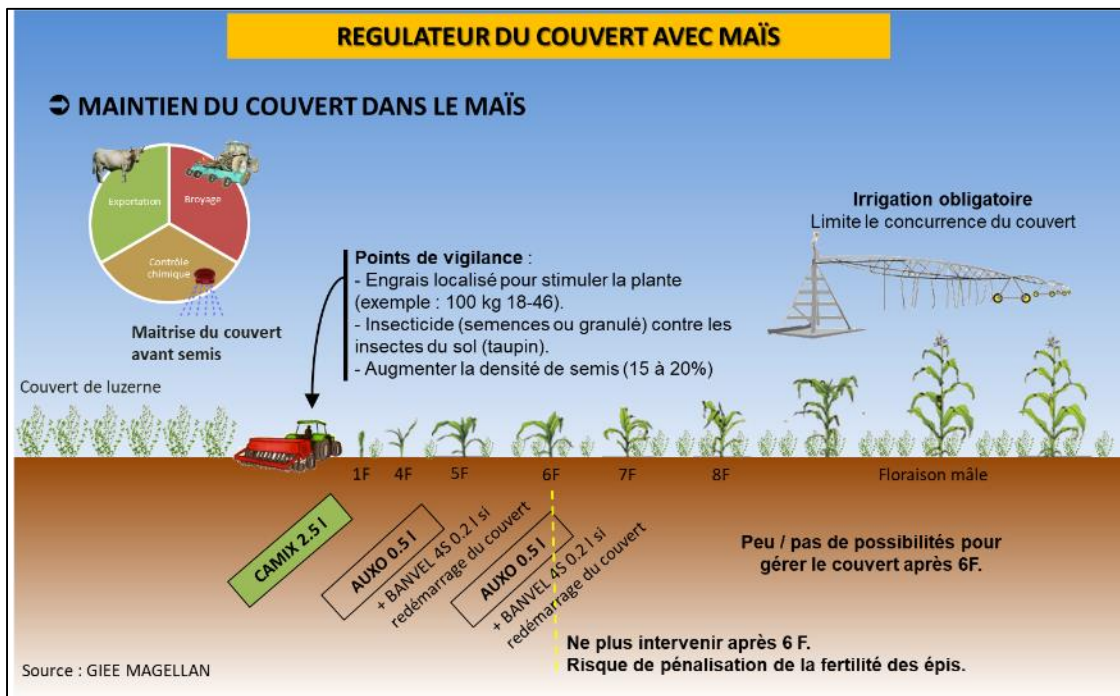
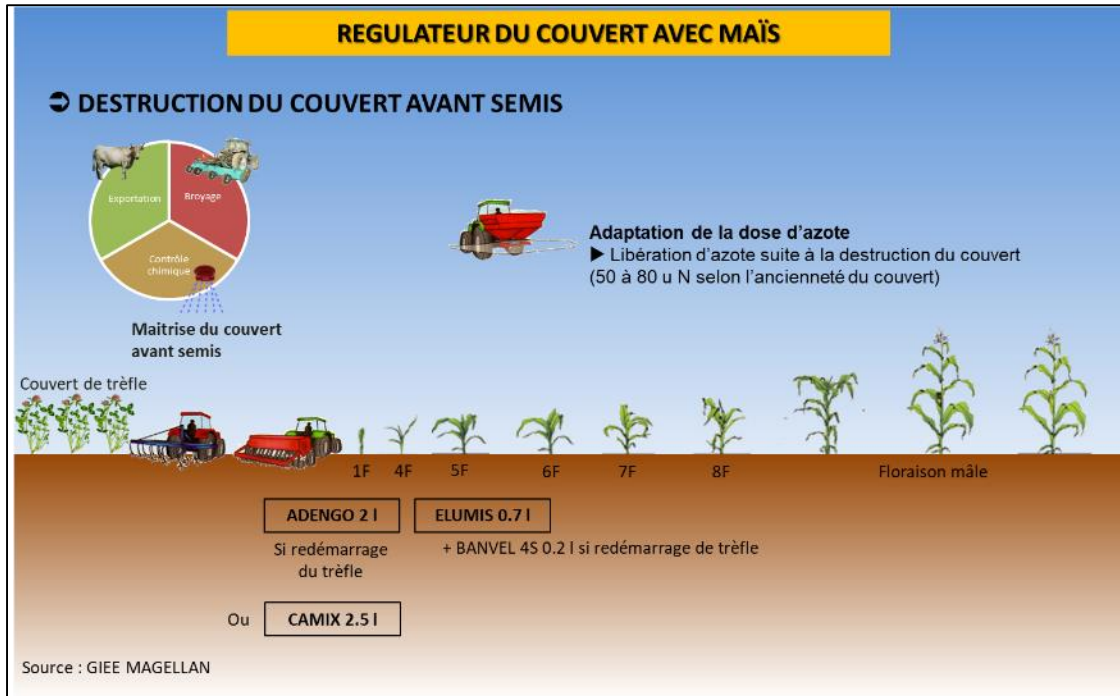


Destruction du couvert. Déconseillé.

► EXEMPLES DE PROGRAMMES MAÏS GRAIN

Nous pouvons distinguer deux types de situations :

- Destruction du couvert avant semis du maïs : cas des parcelles avec un couvert de trèfle. Même si le trèfle violet serait moins concurrentiel du fait d'un système racinaire plus profond que le trèfle blanc, il convient d'être vigilant avec ce type de couvert, notamment si la parcelle n'est pas irriguée.
- Maintien du couvert dans le maïs.



Images : Syngenta, SUPAGRO



Mais + Luzerne

Source : GIEE MAGELLAN

Dans les situations où le couvert est mal géré ou si les conditions de fin de cycle sont favorables au développement tardif de la légumineuse pérenne, les pertes de rendement peuvent être importantes (> 10 - 15 q/ha).

C – AVEC TOURNESOL

Compte tenu des faibles possibilités de régulation (peu de produits efficaces) durant le cycle du tournesol, le semis direct d'un tournesol dans un couvert de légumineuse pérenne est aujourd'hui déconseillé.



Tournesol + Trèfle violet – Parcelle irriguée

Source : GIEE MAGELLAN

L'installation d'un couvert permanent avec un tournesol est possible (semis à la même date). Pour limiter la nuisibilité sur le tournesol, privilégiez les légumineuses à racines profondes (luzerne, lotier, voire trèfle violet en situation irriguée).

D – AVEC DES PROTEAGINEUX

Compte tenu des faibles possibilités de régulation (peu de produits efficaces), le semis direct d'un protéagineux d'hiver ou de printemps dans un couvert de légumineuse pérenne est aujourd'hui déconseillé.



Féverole + luzerne

Source : GIEE MAGELLAN

CHAPITRE 3



A RETENIR

Avec l'arrêt du travail du sol et la présence de couvert, nous espérons le retour de la régulation naturelle.

Mais ces conditions sont aussi favorables à la présence de ravageurs.

La mise en place de leviers agronomiques rétabli l'équilibre.

LUTTER CONTRE LES BIOAGRESSEURS



>> PARTIE 1 : DES RAVAGEURS A SURVEILLER

Avec l'arrêt du travail du sol et la présence de couverts végétaux, nous espérons augmenter la biodiversité dans les parcelles. Le problème que nous rencontrons souvent est que la première biodiversité qui revient est la « mauvaise », à savoir les bioagresseurs.

Nous vous proposons la présentations de 2 ravageurs à bien surveiller en SDCV : les limaces et les campagnols.

1- LES LIMACES

Caractères	Limace grise ou loche (<i>Deroceas reticulatum</i>)	Limaces noires (plusieurs espèces)
Couleur de limace jeune	Rose violacée	Gris bleuâtre
Couleur de la limace adulte	Gris beige (plus ou moins clair)	Noire
Taille de l'adulte	Entre 4 et 5 cm	De 2,5 à 4 cm
Mucus	Blanc laiteux ou abondant	Incolore
Nombre de génération par an	1 à 2	1 à 2
Espérance de vie	Entre 9 et 13 mois	Entre 7 à 12 mois
Période d'activité	La période optimum est une nuit humide, sans pluie, avec une température comprise entre 10 et 15 °C. Elles peuvent causer des dégâts à partir de 0,5 °C.	

2- LES CAMPAGNOLS

Caractéristiques	Campagnol des champs	Mulot sylvestre
Longueur du corps dont la tête	82 à 122 mm	7,5 à 11 cm
Longueur de la queue	23 à 39 mm	7 à 11 cm
Pelage	Dos brun jaunâtre à brun roussâtre. Ventre blanc grisâtre.	Dos gris brun à reflet roux passant progressivement au blanchâtre sur le ventre.
Tête	Grosse tête arrondie avec des oreilles petites, un peu velues à l'intérieur.	Yeux saillants, oreilles proéminentes. Une petite tâche allongée, de couleur jaune ocre sur la gorge.
Durée de vie	1 à 3,5 mois dépend de la saison de naissance. Elle n'excède jamais plus que 12 mois.	2 ans
Alimentation	Herbivore. Racine et pousses de graminées, bulbes, graines.	Granivore (un peu omnivore). Céréales, graines, glands, fâines, noisettes, baies...
Habitat	Galeries très ramifiées avec plusieurs issues reliées entre elles.	Galeries complexes comprenant deux issues.
Reproduction	De mars à octobre (dès fois en hiver). 1 à 5 portées de 1 à 10 petits.	De mars à octobre (se peut en hiver). 3 à 4 portées par an de 2 à 9 petits.
Seuil de nuisibilité	200 individus/ha	
Dégâts	Une luzerne peut être totalement détruite. Sur céréales, 40 à 60% de pertes après épiaison. Et sur les autres cultures.	Il s'attaque aux graines, lors des semis, aux céréales,

>> PARTIE 2 : LES LEVIERS A MOBILISER

En SDCV, il existe plusieurs leviers à mobiliser pour limiter la présence de bio-agresseurs dans les parcelles.

L'efficacité des stratégies de lutte seront d'autant plus grande si vous arrivez à combiner plusieurs leviers agronomiques.

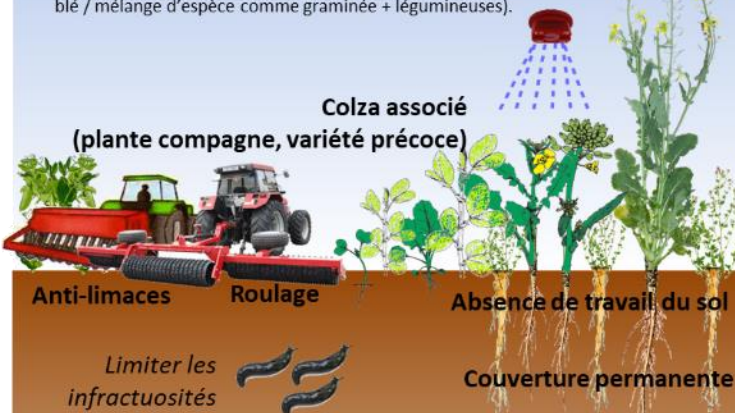
L'illustration en page suivante résume les différentes solutions possibles pour limiter la présence ou l'impact des bio-agresseurs.

La gestion des ravageurs en semis direct sous couvert permanent de légumineuses

GESTION DES RAVAGEURS EN SDCV

Association de plantes

- Effet attractif (mélange de colza avec 10% de variété plus précoce à floraison pour leurrer les méligèthes).
- Effet répulsif (lin sur altise, féverole sur colza).
- Effet dilution (mélange de variétés de sensibilité différente sur blé / mélange d'espèce comme graminée + légumineuses).



Anti-limaces Roulage

Colza associé
(plante compagne, variété précoce)

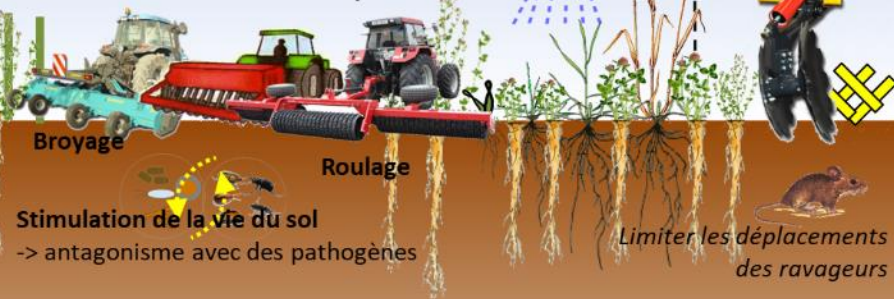
Absence de travail du sol

Limiter les
infractuosités

Couverture permanente

Favoriser les auxiliaires de cultures

- Maintenir un habitat. (couvert végétal, absence de travail du sol, maintien des infrastructures du paysage).
- Faciliter l'action des auxiliaires (broyage des résidus de colza pour permettre aux rapaces de manger des mulots).
- Intervention insecticide raisonnée et choix des produits

Choix variétal & associations de
variétés et d'espèces

Broyage

Roulage

Stimulation de la vie du sol
-> antagonisme avec des pathogènes

Pulvérisation foliaire

Léger travail du
solLimiter les déplacements
des ravageurs

Interventions phytosanitaires

- Respecter les seuils de traitement
- Observer régulièrement ses parcelles
- Respect des bonnes pratiques de pulvérisation (température, hygrométrie, présence d'auxiliaires).
- Si possible, laisser des zones non traitées dans la parcelle (refuge pour auxiliaires).

Biomasse végétale & Nutrition des
plantes : des plantes robustes

- Une plante présentant une alimentation équilibrée sera plus résistante aux attaques de ravageurs (choix des engrais / éviter les antagonismes entre les éléments / améliorer l'efficacité des apports).
- Utiliser la complémentarité des cultures (pois précédent colza pour favoriser la croissance automnale).
- Choisir des variétés peu sensibles (choix variétal pour les cultures / espèces peu sensible aux maladies et ravageurs dans les couverts végétaux).

Rendre le milieu défavorable aux
ravageurs

- Roulage après semis pour réduire les infractuosités du sol et limiter les déplacements des limaces.
- Travailler superficiellement le sol pour casser les passages préférentiels des mulots.
- Diversifier les cultures dans la rotation ou les associations.
- Décaler les dates de semis pour limiter la rencontre entre les ravageurs et les cultures (évitement).

Source : GIEE Magellan

Les différentes solutions se regroupent autour de 3 objectifs principaux :

- **PERTURBER LES RAVAGEURS** : le but est de rendre le milieu peu favorable à la présence ou à l'activité des ravageurs.

>> Le roulage après le semis est primordial pour augmenter le contact sol/graine et favoriser la levée des plantes mais également pour limiter les infractuosités qui facilitent le déplacement des limaces dans le sol.

>> Décaler les dates de semis permet d'éviter, ou tout au moins de limiter, la rencontre entre les ravageurs et la culture (esquive). Cette technique a fait ses preuves en céréales d'hiver pour lutter contre les ravageurs (pucerons, cicadelles).

>> la diversification des cultures dans la rotation permet de limiter les possibilités de maintien ou de dispersion des ravageurs.

>> En derniers recours, le travail du sol permet de perturber l'habitat des ravageurs et bien souvent de les détruire par action physique. Un travail du sol superficiel est souvent suffisant, notamment dans la lutte contre les campagnols, en brouillant les voies de déplacement préférentielle (allées bien marquées au sol).

>> La couverture végétale permanente peut aussi avoir un impact sur la présence de ravageurs. Nos observations ont montré une présence souvent plus faible de limaces dans les parcelles sous couvert de trèfle car ce couvert assèche fortement le sol, ce qui défavorise leur présence.

>> Associer les cultures. Cette techniques présente plusieurs effets : effet répulsif, effet leurre (détourne les ravageurs des cultures), effet de barrière ou de dilution (capte une partie des spores qui n'iront pas sur la plante).

>> Bien gérer les pailles ou les résidus pour ne pas favoriser la présence des ravageurs (limaces).

- **RENDRE LES PLANTES ROBUSTES** : le but est de limiter l'impact des ravageurs lorsqu'ils vont rencontrer les cultures.

>> Choisir des variétés tolérantes (moindre sensibilité, port de plantes, vigueur de départ, ...).

>> Bien alimenter les cultures. Des plantes bien « nourries » seront moins sensibles aux attaques des différents ravageurs. Réaliser régulièrement des analyses de sols pour vérifier la disponibilité en éléments minéraux et apporter les lorsqu'ils sont manquant et surtout au moment où la plante en a le plus besoin. La localisation d'engrais permet à la plante d'être mieux alimentée en début de cycle et de bien s'implanter pour une meilleure valorisation des ressources du sol. Vous pouvez également planter vos cultures après des cultures favorables à leur croissance (ex: colza après protéagineux).

Il faut également bien planter les cultures pour ne pas pénaliser la valorisation des éléments apportés.

>> Avancer les dates de semis : le but est d'avoir des cultures suffisamment développées à l'arrivée des insectes (dépasser la période de sensibilité). Cette technique est particulièrement efficace sur colza pour lui permettre d'atteindre le stade 4F à l'arrivée des adultes de grosses altises.

- **AUGMENTER LA REGULATION NATURELLE** : le but est d'augmenter l'activité des auxiliaires pour favoriser le parasitisme ou la prédation des ravageurs.

>> Le broyage des résidus de colza après moisson permet de favoriser la présence de rapaces qui participeront à la régulation des populations de campagnols.

>> Choix des espèces de couverts : privilégier les espèces riches en nectar (féverole, vesce, sarrasin, ...) pour maintenir la présence des auxiliaires dans les parcelles. Ces couverts pourront être positionnés en bandes dans les parcelles pour favoriser la dispersion des auxiliaires.

>> Raisonner les applications insecticides. Suivre l'évolution des ravageurs et des auxiliaires (surtout au printemps) avant d'intervenir. Respecter les seuils de traitement. Introduire des zones non traitées dans les parcelles pour maintenir des zones refuges.

>> Respecter les bonnes pratiques de pulvérisation pour éviter la dispersion des produits phytosanitaires dans ces zones refuges.

>> Se former à la reconnaissances des auxiliaires de cultures.

QUELQUES PHOTOS PRISES CHEZ LES MEMBRES DU GIEE MAGELLAN



Un sillon mal refermé représente un risque vis-à-vis des limaces.

Dans ces conditions, le roulage après semis est indispensable pour augmenter le contact sol-graine et limiter les déplacements en réduisant les infractuosités.



Présence de limaces.



Source : GIEE MAGELLAN



Ci-dessus des photos de galeries de campagnols. Ces dégâts sont souvent impressionnants durant l'hiver car les ravageurs dévorent les parties aériennes et/ou une partie des racines des cultures.

Les campagnols ont une activité cyclique avec un effet année très important.

Les allées entre les galeries représentent des voies privilégiées de déplacement. Une des alternatives pour limiter la progression des populations consiste à effacer ces passages par un léger travail du sol.

06

Construire un système en SDCV



AGRONOMIE SEMIS DIRECT
Nutrition des plantes
LEGUMINEUSES
Couverts Végétaux
Economie
VIE DU SOL
Systèmes de culture





Témoignage

Retrouver une présentation du GIEE et les témoignages des membres du groupe en cliquant sur le lien :



<https://www.youtube.com/watch?v=QAmxoPr8-cM>

CHAPITRE 1

LES ATELIERS DE CO-CONCEPTION



UNE DEMARCHE COLLECTIVE

1- LE PRINCIPE DES ATELIERS DE CO-CONCEPTION

Il n'est jamais simple de changer de systèmes de culture, de faire les bons choix, surtout quand vous êtes seuls.

Nous connaissons tous les leviers agronomiques à mobiliser. La difficulté est de choisir les bons leviers adaptés à notre exploitation et surtout d'oser les mettre en œuvre.

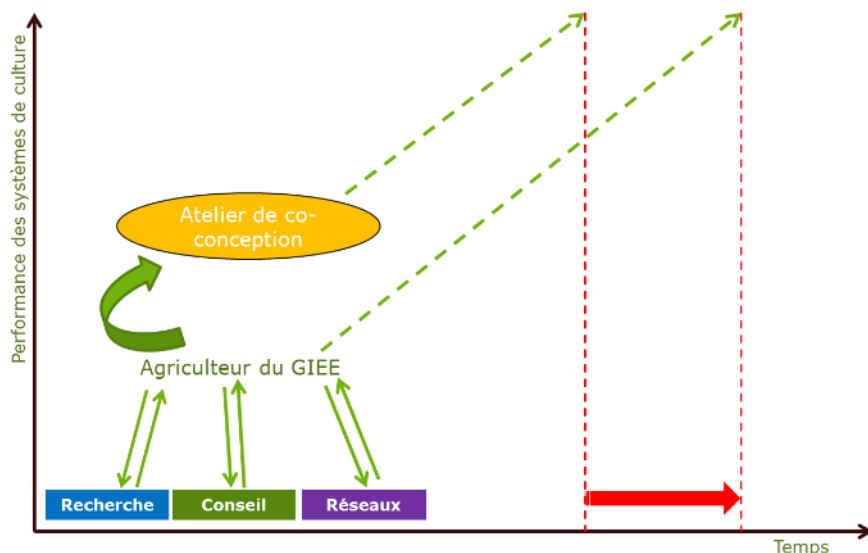
Pour profiter de l'expérience de chacun, nous misons sur les ateliers de co-conception.

Dans ces ateliers, nous remettons les agriculteurs au centre de la réflexion globale de l'exploitation. Nous partons du principe que les agriculteurs sont des conseillers agricoles polyvalents. Leur champ d'expertise est très varié : productions végétales, productions animales, machinisme, fiscalité, comptabilité, organisation du travail, commercialisation, ...

Les agriculteurs sont mis en position de conseillers pour aider un membre du groupe dans son changement de systèmes.

Le partage d'expérience fait progresser et évite de faire les mauvais choix.

Ces ateliers sont également un lieu d'émulation où chacun peut s'exprimer. L'ambiance conviviale mais studieuse, ainsi que la méthodologie accélèrent le changement de pratiques.



Le but de ces ateliers est de permettre aux membres du GIEE de gagner du temps dans la réflexion de leur nouveau système de culture. Chacun vient partager son expérience et ses connaissances issues de ces pratiques et de ses différents réseaux

2- LES ETAPES DES ATELIERS DE CO-CONCEPTION

La méthodologie utilisée lors de ces ateliers est formalisée (conception lors du projet PURE, partenariat INRA (Raymond REAU), Chambre Régionale d'Agriculture de Bourgogne Franche-Comté (Marie-Sophie PETIT) et la Chambre d'Agriculture de la Nièvre (Michael GELOEN)).

Elle est présentée ci-dessous :

ETAPES	DUREE
1- Présentation de l'exploitation - Contexte - Schéma décisionnel / pratiqué - Présentation de la cible à atteindre	15 minutes
2- Validation de la cible / problématique - Echange dans le groupe	10 minutes
3- Proposition de pistes d'amélioration - Réflexion personnelle - Présentation collective des pistes (Post-it)	1 heure
PAUSE	10 minutes
4- Bilan - Pistes proposées - Pistes retenues par l'agriculteur central	15 minutes
5- Phase d'assemblage - Hiérarchisation des pistes retenues - Formalisation d'une proposition	1 heure

L'étape 1 consiste à présenter l'exploitation et surtout le projet de l'agriculteur « central » accueillant le groupe. Nous partons sur un objectif à 5 ou 10 ans pour ne pas tenir compte des freins actuels et ne pas brider la créativité des membres du groupe lors de l'atelier.

L'étape 2 est une discussion entre les membres du groupe pour vérifier que chacun partage l'objectif à atteindre en terme de nouveau système de culture à la fin de l'atelier.

L'étape 3 est une des étapes importantes de l'atelier. Dans cette phase, les agriculteurs « consultants » sont mis en position de conseillers. 2 temps forts se succèdent :

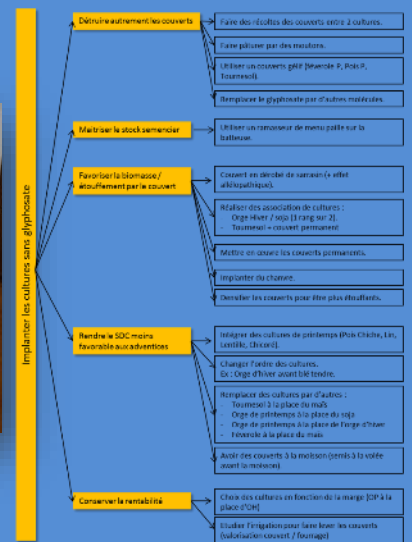
- un temps individuel où chaque agriculteur « consultant » note sur un post-it la solution qu'il préconiserait à l'agriculteur pour construire son nouveau système de culture. Plusieurs solutions peuvent être émises : 1 idée par post-it.
- un temps collectif où chaque solution est passée en revue. Chaque agriculteur explique en quoi la solution qu'il a proposé peut aider l'agriculteur « central ».

L'étape 4 est une phase de bilan où chacun s'exprime sur les pistes qu'il aimerait mettre en œuvre sur son exploitation. L'autre intérêt est de capitaliser sur les pistes proposées pour pouvoir les remobiliser lors d'un autre atelier.

L'étape 5 est également importante. Il s'agit de la phase d'assemblage. Dans cette étape, le but est de hiérarchiser les pistes proposées lors de la séance de post-it. En règle générale, ceux sont entre 30 et 50 solutions qui sont proposées. Le but n'est pas de toutes les mettre en œuvre sur l'exploitation mais de choisir les leviers (3-4) les plus pertinents dans le contexte de l'agriculteur. A la fin de cette phase, le groupe propose un nouveau système de culture à l'agriculteur.

LES PRODUCTIONS ISSUES DES ATELIERS DE CO-CONCEPTION

Vous trouverez ci-dessous les 3 principales productions des ateliers



Les solutions proposées par les agriculteurs « consultants » ainsi que leurs fonctions

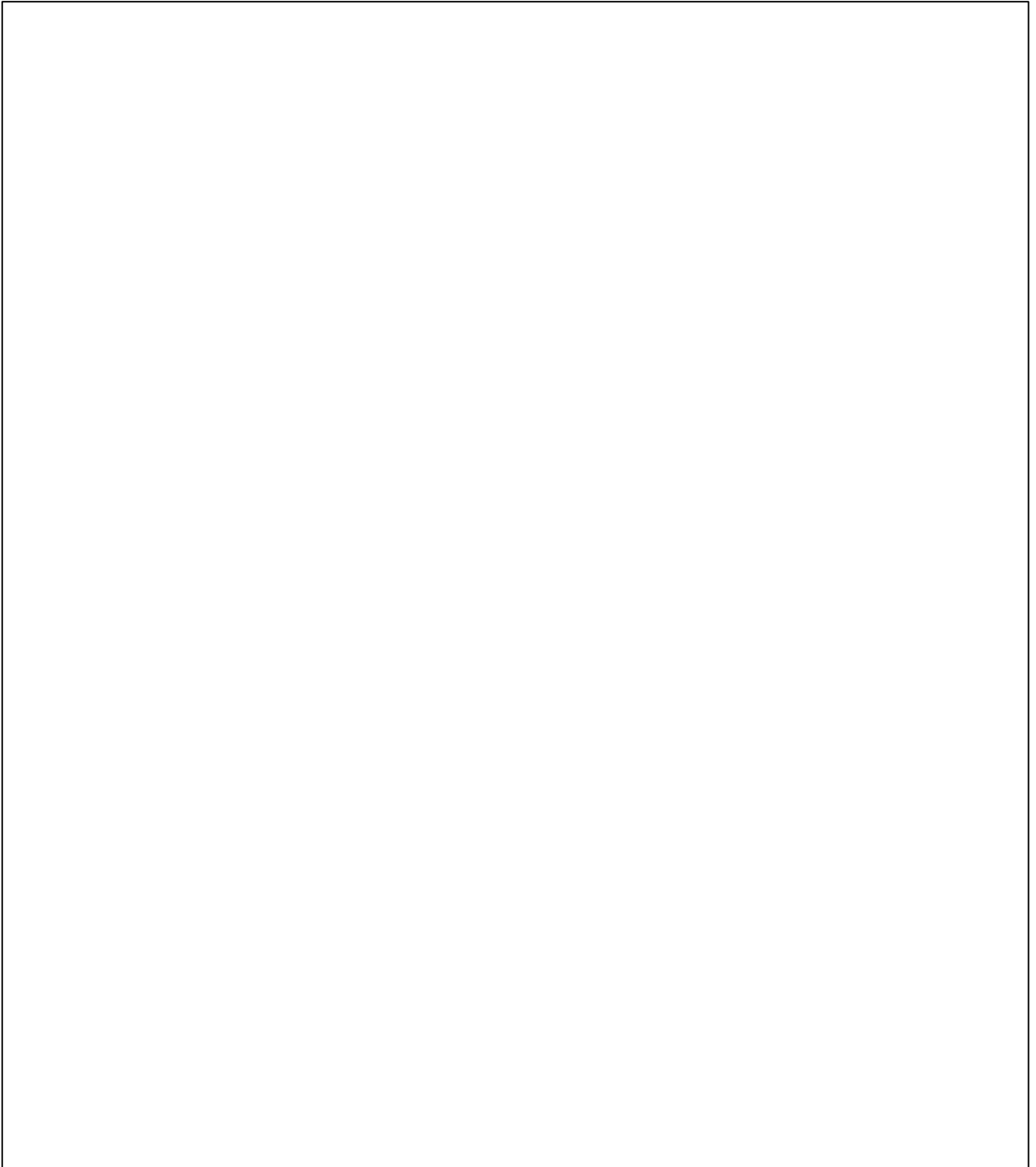


Le nouveau système de culture proposé



Le catalogue des idées proposées

MES NOTES



CHAPITRE 2

A retenir

Le choix d'une rotation adaptée est la clé de réussite des systèmes en semis direct sous couvert permanent.

Il convient de bien intégrer la légumineuse pour maximiser ses bénéfices dans le système et limiter les effets néfastes.

CONSTRUIRE UNE NOUVELLE ROTATION

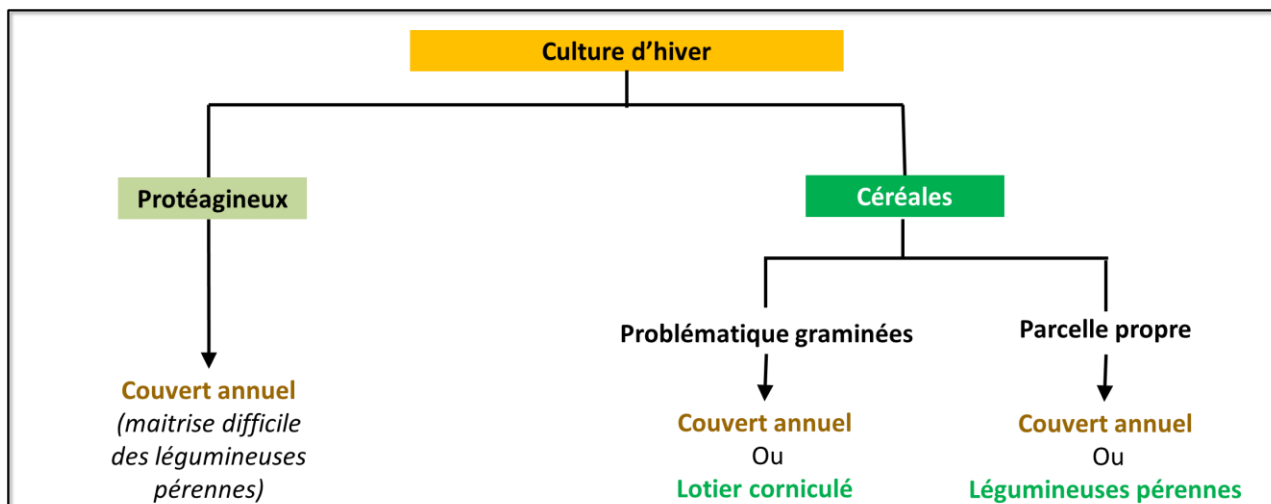


>> PARTIE 1 : BIEN INTEGRER LES COUVERTS PERMANENTS

1- CHOIX ENTRE COUVERT ANNUEL ET COUVERT PERMANENT

Il n'est jamais facile de franchir le pas du couvert permanent ! Pour éviter les échecs et permettre de vous orienter au mieux dans votre choix, nous vous proposons 2 arbres de décisions.

L'approche est forcément liée au système de culture, nous avons séparé en 2 parties : dans les cultures d'hiver et les cultures de printemps. L'objectif est toujours le même, il faut anticiper pour permettre de valoriser au mieux le couvert dans la culture et préparer (sans pénaliser) la culture suivante.

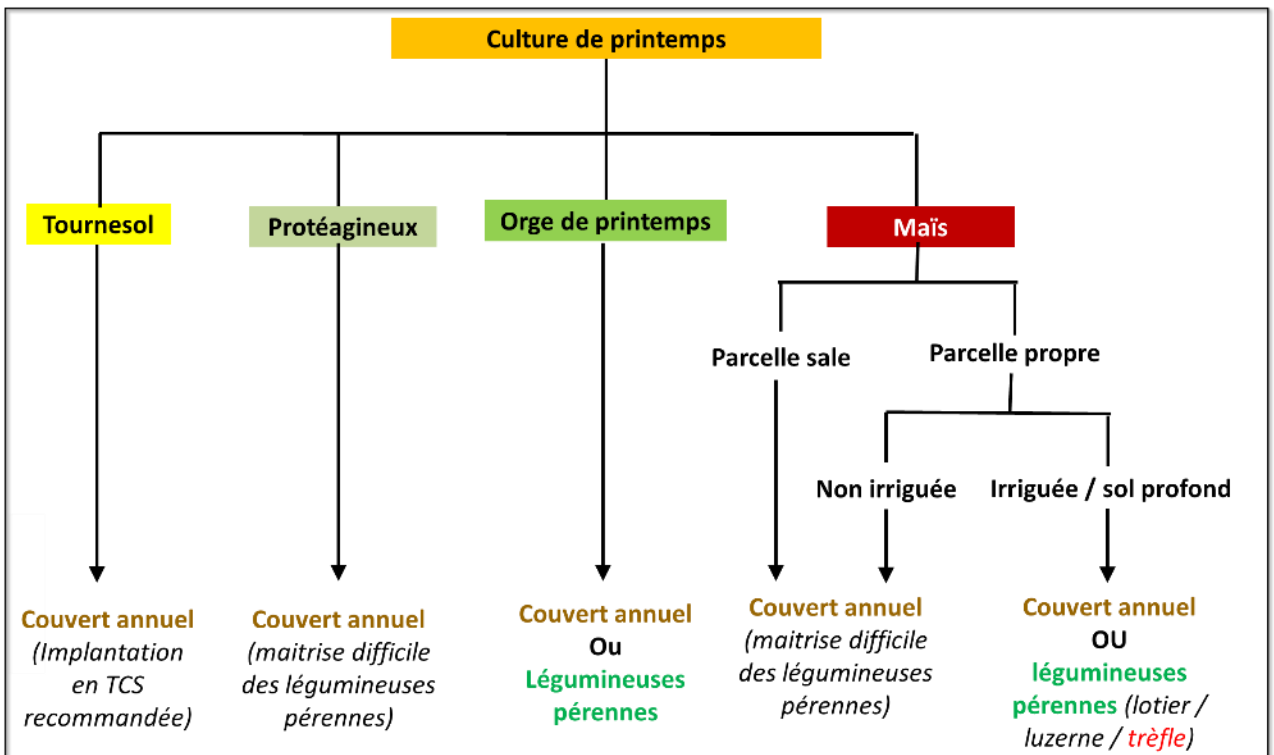


Le couvert permanent avec les cultures d’hiver sera envisageable dans les cultures où son contrôle sera possible. Les cultures de protéagineux ne seront donc pas conseillées dans un couvert permanent. Avec les céréales, le choix du couvert permanent dépendra de l’infestation en graminées. Le lotier corniculé sera à privilégier dans les parcelles avec une problématique graminées, les autres couverts (trèfle / luzerne) seront plus facile à gérer dans les parcelles propres (du fait de leur sensibilité aux herbicides).



Nous l’avons vu dans le chapitre consacré à la régulation, faire co-exister une culture d’été avec un couvert permanent est très délicat et les pertes de rendement sont souvent observées. Ces associations sont à bien raisonner. Si malgré tout, vous souhaitez tester cette conduite, voici une aide pour limiter les mauvais choix de couverts selon la culture et la situation de la parcelle.

Avec des cultures de printemps, le choix de partir en couvert permanent dépendra des possibilités de contrôle du couvert vis-à-vis de la culture. N’oublions pas qu’à cette période, les besoins des cultures mais également des couverts sont importants et que le couvert implanté depuis au moins 1 an peut être plus agressif que la culture pour prélever les éléments dont il a besoin ou capter la lumière.



RAPPEL SUR LES ADAPTATIONS DES COUVERTS PERMANENTS AUX TYPES DE SOL

Pour avoir un développement optimal des couverts et leur permettre de remplir leur rôle, ils convient de les implanter dans les types de sol adéquats.

Couvert	Sol acide (limon sableux)	Sol basique (limon argileux)	Sol froid (limon battant)
Luzerne	Non adapté	Adapté	Non adapté
Trèfles (B: blanc / V : violet)	Adapté (TV > TB)	Adapté (TB > TV)	Adapté
Lotier corniculé	Adapté	Adapté	Non adapté

2- ASSOCIATIONS DE LEGUMINEUSES

Le but est de maximiser la biomasse des légumineuses :

- Dans les sols hétérogènes : chaque espèce est adaptée à un ou plusieurs types de sol, l'association va permettre, dans les parcelles hétérogènes, que chaque espèce du mélange se développe dans le type de sol qui lui convient le mieux.
- En jouant sur la complémentarité des plantes : les associations entre :
 - des plantes hautes (luzerne) et des plantes basses (trèfle blanc ou lotier)
 - Des plantes à enracinement profond (lotier / luzerne) avec des plantes à enracinement moins profond (trèfle blanc)
 permet de mieux exploiter les ressources (lumière ou éléments minéraux).

Par exemple : dans le mélange luzerne 5 kg + trèfle violet 3 kg, la luzerne se développera mieux dans les zones plus sèches de la parcelle, alors que le trèfle violet sera plus présent dans les zones plus humides.

PRESENTATION DU SITE DE SULLY LA TOUR

En 2015, nous avons mis en place, en partenariat avec la CA58, un site pluri-annuel de comparaison de couverts permanents.

Les modalités testées sont les suivantes :

Couverts testés
Luzerne 10 kg
Trèfle blanc 3 kg
Lotier corniculé 10 kg
Minette 15 kg
Sainfoin 30 kg
Méililot officinal 10 kg
Luzerne 5kg + Trèfle blanc 1.5 kg
Trèfle blanc 1.5 kg + lotier 5 kg
Luzerne 5 kg + Lotier 5 kg

Le type de sol est limon argileux.

Implantation de la plateforme avec le colza (45 grains/m²) en TCS.

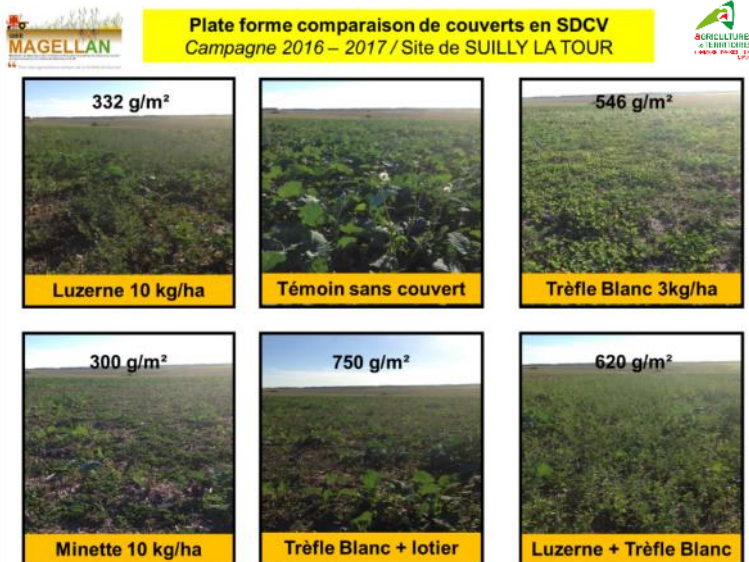
>> 2015 - 2016 : COLZA

Pas de différences de rendement observées (44q/ha). Les couverts se sont développés lentement jusqu'au mois de mai. Présence de légumineuses à la moisson mais aucune gêne pour la récolte.

>> 2016 : INTERCULTURE

Les photos ci-contre illustrent le développement de quelques couverts en interculture par rapport au témoin sans couvert (au centre en haut).

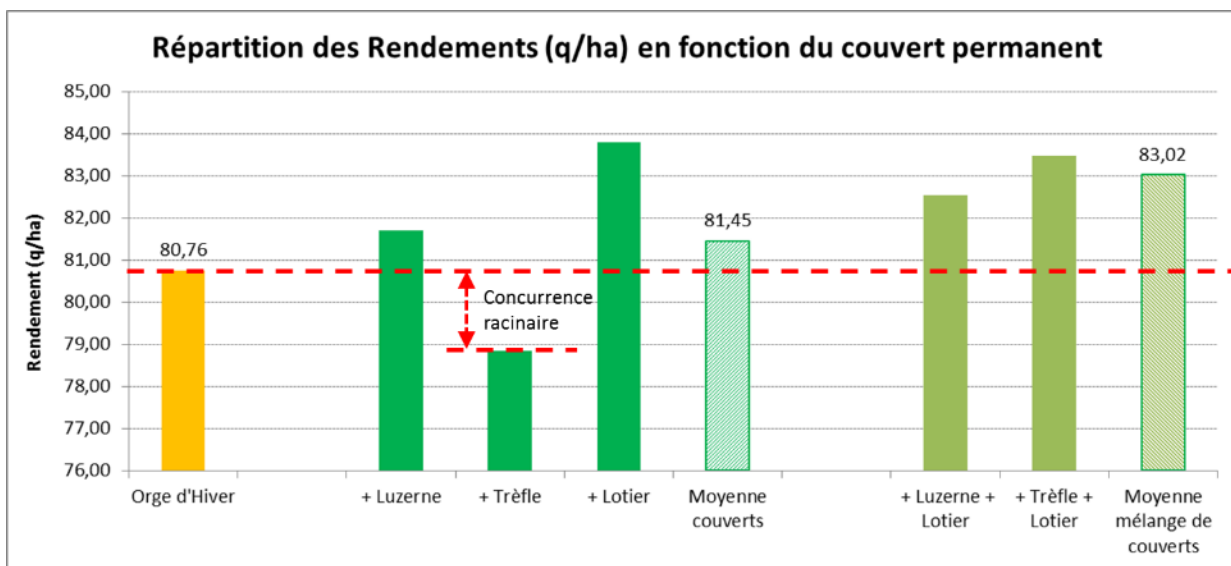
- Nous observons que les biomasses les plus importantes sont observées pour les associations de légumineuses.
- Le pouvoir concurrentiel des légumineuses s'exerce très bien sur les repousses de colza.



>> 2016 - 2017 : ORGE D'HIVER



Semis direct sous couvert.
 Le 10 octobre.
 300 grains semés.



PS	61,4	60,9	61,6	62,6	61,7	63	64,5	63,75
Calibrage(%)	90,5	91,5	92,5	91,5	91,83	91	92	91,5
Protéines (%)	10,7	9,3	10,2	10,4	9,97	10	10,6	10,3
PMG (g)	32	38	36,5	34,5	36,3	40,5	38	39,3

Dans le contexte de cet essai, nous remarquons que les rendements les plus importants (récoltes en bandes) sont observés dans les associations.

Le couvert limitant le plus le rendement est le trèfle blanc, sans doute en raison de la concurrence pour l'eau et les éléments minéraux au printemps (enracinement identique à celui des cultures). Les associations intégrant le trèfle tempère sa concurrence.

Les critères PS et calibrage ne sont pas affectés par la présence du couvert. Par contre, les PMG sont plus importants dans les situations avec couvert.

>> 2017 : INTERCULTURE

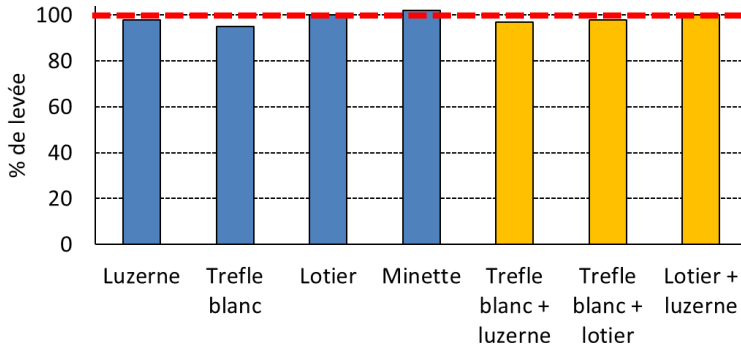
L'été 2017 fut sec, avec une arrivée tardive de la pluie (fin août). Durant l'interculture, seules les parcelles en couverture permanente étaient « vertes ». En couvert annuel, les biomasses observées furent très en dessous des objectifs (1 à 1.5 T MS/ha).

Malgré une biomasse également en deçà de celle de l'année précédente, les couverts permanents ont permis de bien contrôler les levées d'adventices (repousses de céréales).

>> 2017 - 2018 : BLE TENDRE

Semis le 29 septembre 2017 d'un mélange de 5 variétés (Gaytha, Apache, Oregrain, Syllon, Descartes).
 Densité de semis : 300 grains/m².
 1.5 l de glyphosate au semis.
 Engrais localisé : 80 kg de 12-27-0-25
 2 kg d'anti-limaces

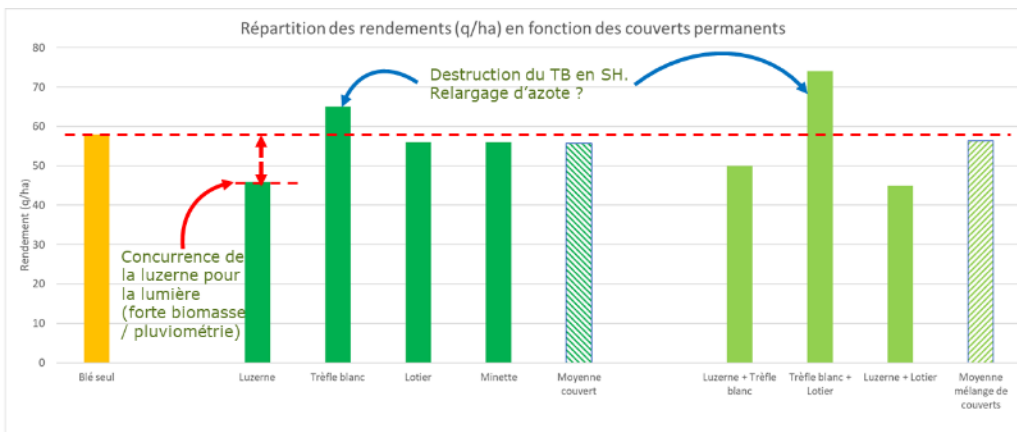
% de levée selon les couverts par rapport à une situation sans couvert



Les observations faites le 13 octobre 2017 ne montrent pas de différences sur le peuplement en blé en fonction des couverts.

A noté que sur la modalité avec le trèfle blanc, les plantes présentaient 1 feuille de moins qu'avec les autres couverts (2F contre 3F).

Observations au 26 janvier



Humidité (%)	11	11	11	11	11	11	12	11	12	11
Protéines (%)	12	13	13	13	12	13	14	14	13	13
PS	70	70	69	70	70	70	72	72	70	71
PMG (g)	33	31	31	28	31	30	28	33	28	30

La parcelle a reçu une sulfonylurée en sortie hiver, si bien que le trèfle blanc a été détruit. Le lotier et la luzerne ont résisté.

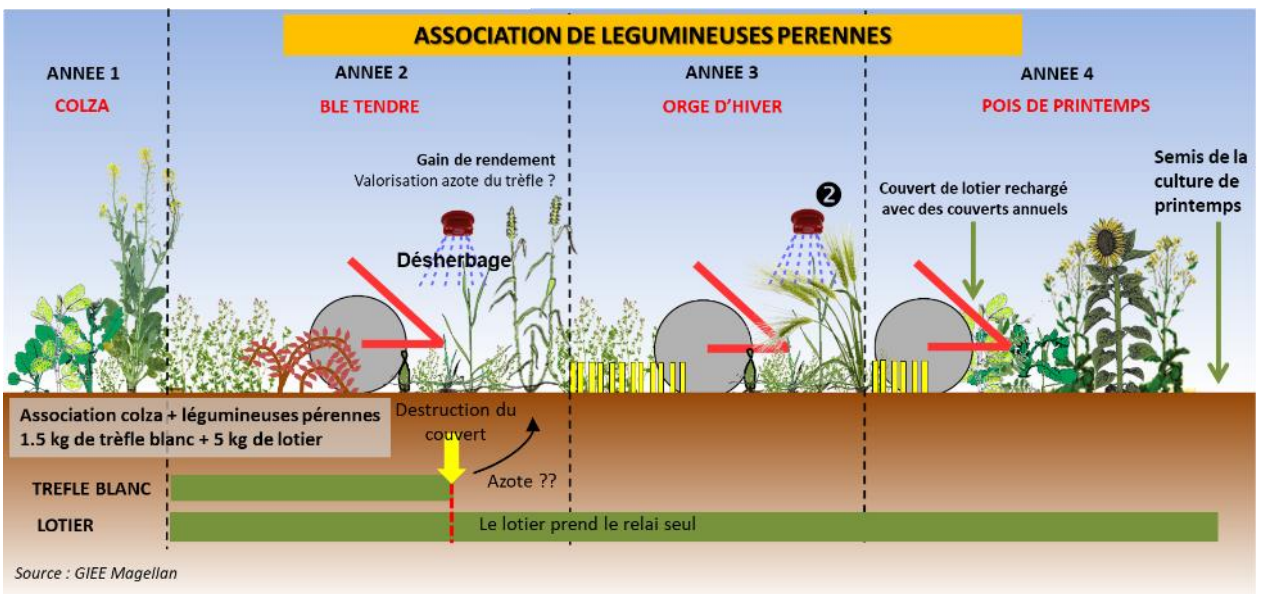
La plateforme n'a pas été régulée au printemps, et dans le contexte de l'année dernière (forte pluviométrie), la luzerne a fortement poussé. Son développement a été important, elle est passée au dessus du blé si bien que la concurrence pour la lumière a été importante (ombrage sur le blé). Au final, les pertes de rendement observées peuvent atteindre plus de 10q/ha. Une double régulation (1N et 2N) aurait été justifiée.

Le lotier n'a occasionné aucune perte de rendement malgré le climat favorable. Depuis le début du suivi sur la plateforme, il s'agit du couvert le moins pénalisant pour les cultures.

Le trèfle détruit à sans doute libéré de l'azote, ce qui a profité au remplissage du grain. Au final, les gains de rendement sont compris entre 5 et 10 q/ha.

ENSEIGNEMENT 2018

Fort de ce constat, nous pouvons proposer l'association suivante : Lotier + Trèfle



Le principe est de semer avec le colza, une association composée de 1.5 kg de trèfle blanc et de 5 kg de lotier. Les 2 espèces se développeront dans le colza ainsi qu'en interculture.

Le semis du blé suivant sera réalisé dans le couvert avec les 2 espèces. Le désherbage de sortie hiver (mars) sera effectué avec une sulfonylurée, ce qui détruira le couvert de trèfle mais laissera le lotier. Ce dernier se développera seul jusqu'à la récolte et durant la culture de céréale suivante (ex : orge d'hiver). L'azote produit lors de la destruction du trèfle profitera à l'orge d'où des gains de rendement observés.

A la récolte de l'orge d'hiver, si le couvert de lotier n'est pas homogène, il pourra être rechargé par des espèces annuelles adaptées à la culture suivante.

>> PARTIE 2 : CHOISIR LES BONNES CULTURES

En semis direct sous couvert permanent de légumineuses, le choix des cultures est primordiale, notamment en phase de transition car le sol ne fonctionne pas encore à 100%.

N'oublions pas qu'en SDCV, ce ne sont pas les cultures qui fonctionnent différemment, mais bien le sol qui a un comportement différent.

Il faut donc des plantes qui soient capables de s'adapter à ces nouvelles conditions (réchauffement du sol plus lent, minéralisation décalée, présence du couvert de légumineuses, ...).

Nous pouvons classer les plantes en plusieurs catégories.

Cultures favorables pour introduire les couverts permanents		Cultures possibles en semis direct sous couvert de légumineuses pérennes **	Cultures possibles mais présentant des risques de forte concurrence du couvert de légumineuse pérenne	Cultures déconseillées en SDCV légumineuses permanentes
Sans travail du sol	Avec travail du sol			
(Colza) * Céréales d'hiver (semis à la volée avant la moisson) Orge de printemps (Méteil)	Méteil Colza <u>Tournesol</u>	Blé tendre Triticale Seigle Avoine Orge d'hiver Epeautre	Maïs Orge de printemps Sorgho	Tournesol Lentille Féverole Pois Soja Lin

* : Sous réserve de bien gérer l'implantation (gestion des pailles).

** : dans le cadre d'une régulation bien gérée.

En gras : culture déconseillée en semis direct même avec couvert annuel (forte sensibilité à la structure du sol (lentille) ou pénalisation par un réchauffement du sol plus lent (tournesol)).

En souligné : pertes de rendement possibles avec des espèces à faible enracinement (trèfle) et en sol superficiel (concurrence pour l'eau et les éléments minéraux).

>> PARTIE 3 : CHOISIR LES BONNES SUCCESSIONS

En plus de choisir les bonnes cultures, il faut également définir les bonnes successions de cultures.

En plus de la performance économique, nous visons des successions de cultures qui répondent aux 4 enjeux agronomiques suivants :



1/ Maîtrise des graminées dans la rotation.

2/ Favoriser l'implantation de la culture (gestion des résidus / structure de sol).

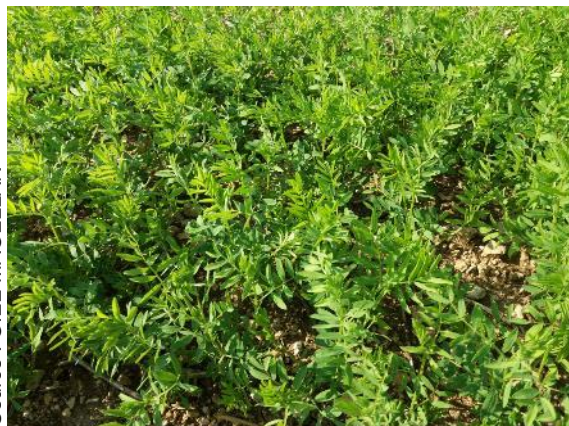
3/ Améliorer la fertilité de nos sols

4/ Autonomie protéique et fourragère des exploitations

IMPORTANT

Nous verrons dans la suite de ce chapitre quelques combinaisons possibles pour assurer sereinement la transition en semis direct.

Dans la diversité des rotations possibles, un point commun devrait cependant demeurer, à savoir la présence de légumineuse à un moment de la rotation. Qu'elle soit de printemps, d'hiver ou pérenne, la légumineuse aura des effets positifs sur la gestion des adventices et surtout sur la stimulation de l'activité microbienne.



Différentes combinaisons de cultures ou principe de successions sont possibles. Voici quelques exemples :

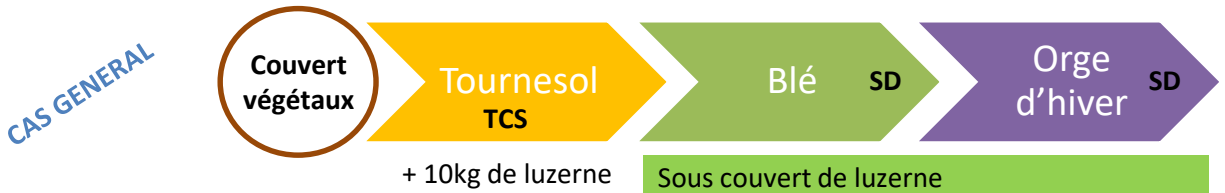
→ **INTEGRER DES CULTURES DE PRINTEMPS**

Dans les parcelles à fortes pression graminée (vulpin, ray-grass), le non travail du sol et la présence de couvert ne sont souvent pas suffisants pour limiter la présence d'adventices.

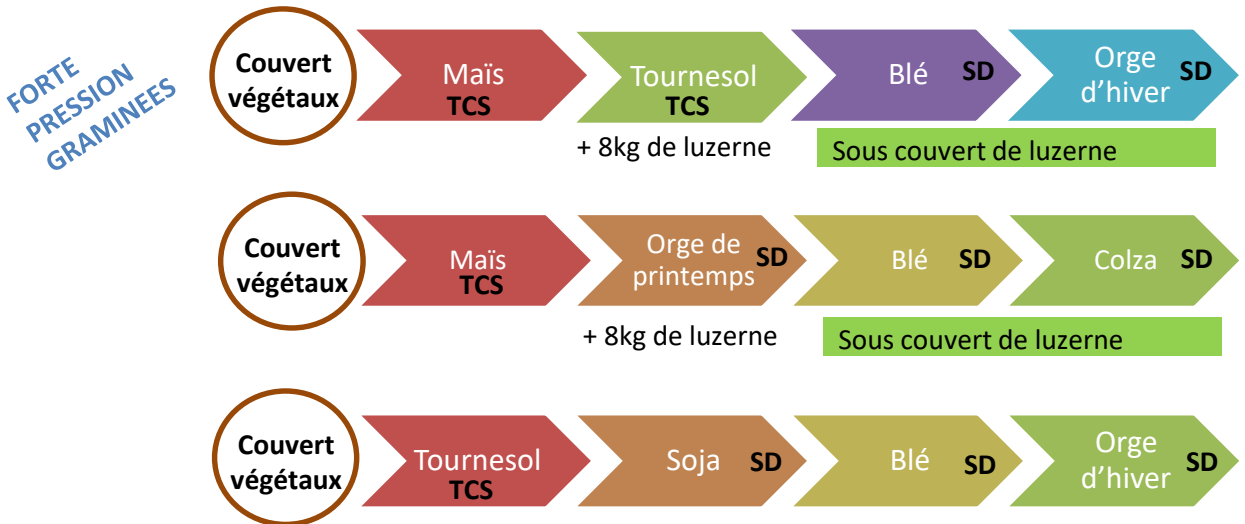
Dans ces situations, avant de partir en SDCV, il est conseillé de commencer la rotation par 1 voire 2 cultures de printemps pour casser le cycle des adventices et partir sur de bonnes bases.

N'attendez pas 3 ou 4 ans avant d'introduire une culture de printemps, dans ce laps de temps, les graminées auront le temps d'augmenter le stock semencier du sol !

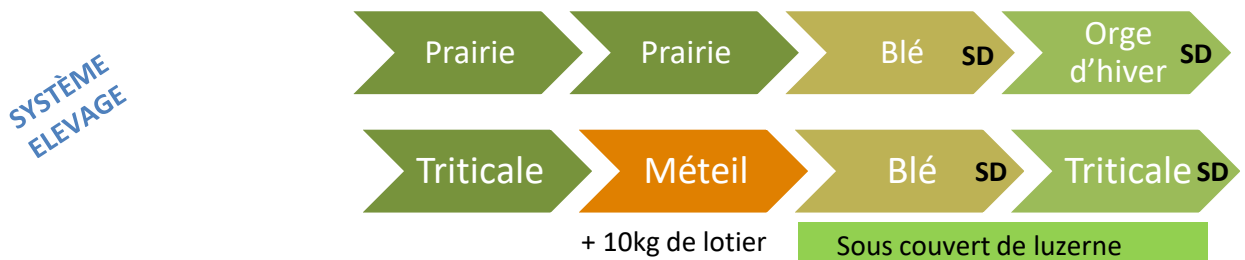
Exemples de successions intégrant des cultures de printemps :



La culture de printemps, ici le tournesol, va rompre le cycle des graminées et limiter la présence de vulpin dans la culture suivante. Par ailleurs, compte tenu de la date de récolte du tournesol, le décalage de la date de semis va diminuer le risque des pucerons d'automne.



Les doubles cultures de printemps renforcent la pression exercées sur les graminées, ce qui participe à diminuer fortement leur présence dans les cultures suivantes. Si les cultures introduites sont sensibles à la structure du sol, un passage d'outils peut être justifié avant le semis (vérification par un profil de sol).



→ FAIRE SUCCEDER DES CULTURES EXIGEANTES APRES DES CULTURES « FACILITATRICES »

Le principe est d'anticiper l'implantation d'une culture exigeante sur un critère agronomique (exemple : la présence de résidus au semis) en intégrant un précédent qui facilitera son introduction dans le système de culture.

Exemple de succession :



Le colza est une culture exigeante notamment concernant sa qualité d'implantation, notamment en semis direct. En effet, la présence de paille, la pression limace ou insectes d'automne ainsi que le manque de fertilité du sol pénalise un démarrage rapide du colza et entraîne des charges en intrants plus importantes.

Faire succéder un colza après un pois de printemps ou d'hiver résout une partie des problématiques lors de l'implantation :

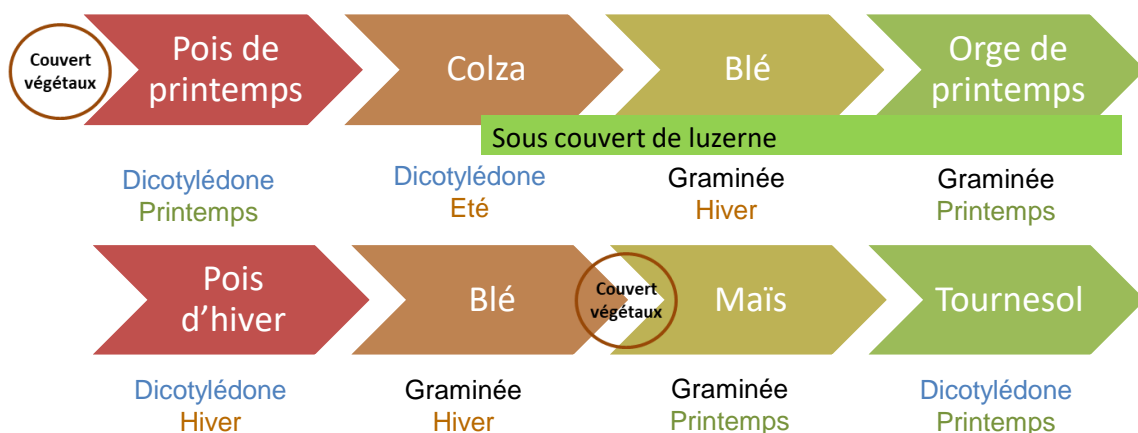
- Le pois introduit de l'azote dans le sol qui stimulera la croissance du colza à l'automne et limitera la sensibilité à certains ravageurs (limaces notamment en arrivant rapidement à un stade de moindre sensibilité aux ravageurs),
- Les résidus de légumineuses se dégradent rapidement et occasionne une gêne limitée au semis (contrairement aux pailles de céréales),
- Faibles repousses de céréales (économie d'anti-graminées).

→ LA ROTATION 2x2

Le principe est de perturber au maximum les bio-agresseurs en alternant :

- 2 cultures d'hiver et 2 cultures de printemps,
- 2 graminées et 2 dicotylédones,

Exemples de successions :

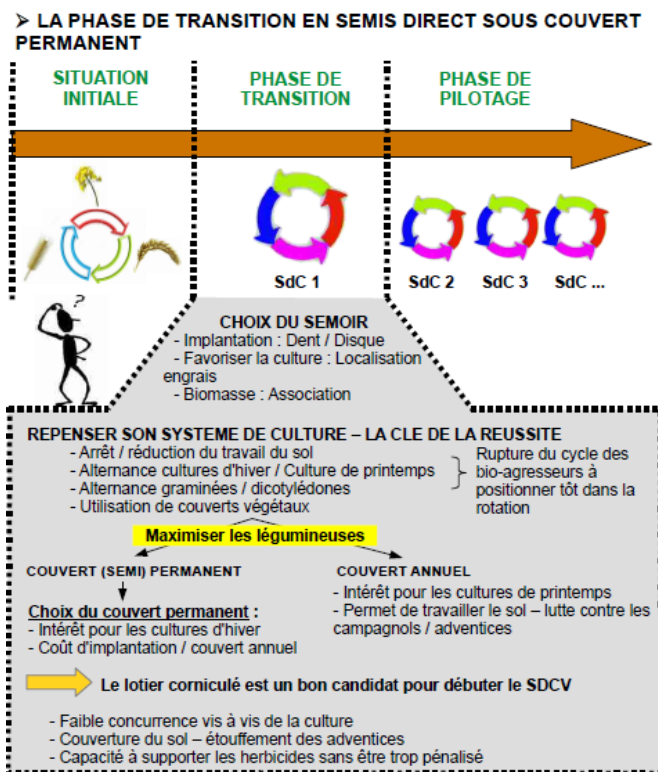


Stratégie très efficace sur les graminées. Ces rotations, outre l'effet de rupture de cycle des bio-agresseurs, permettent d'alterner les matières actives. Il est plus facile de détruire des graminées dans des dicotylédones et des dicotylédones dans des graminées. Possibilité d'appliquer du KERB FLO sur pois d'hiver ou colza pour gérer les graminées dans la rotation.

>> PARTIE 4 : BIEN DEMARRER EN SDCV

La transition vers le Semis Direct Sous Couvert Permanent se décompose en 3 phases :

- **La phase initiale**, qui est le point de départ du changement de pratiques avec ses atouts et ses contraintes (problèmes de graminées, structure de sol, ...),
- **La phase de transition**, où l'agriculteur va amorcer son changement de pratique (rotation, absence de travail du sol, couverture du sol) tout en corrigeant, à son rythme, les problématiques héritées du système de culture précédent. C'est pourquoi, lorsque le type de sol s'y prête (hors sol battant), nous conseillons d'implanter dans cette période, un couvert de lotier, moins concurrentiel et moins sensible aux herbicides. Cela permet de continuer à avoir un programme herbicide adéquat dans les zones encore concernées par des graminées sans risquer de détruire le couvert (cas des pratiques avec luzerne ou trèfle). Durant cette phase, l'agriculteur acquiert de nouvelles références et de nouveaux réflexes (autre regard sur ses parcelles), et en parallèle, le fonctionnement du sol s'améliore (stockage carbone, amélioration de la structure, ...).



La durée de cette phase de transition est très dépendante (5 à 7 ans en moyenne, mais il existe de fortes disparités entre les exploitations).

- A la fin de la phase précédente, l'agriculteur connaîtra les leviers à actionner et les ressources à mobiliser pour l'aider à ajuster son système de culture en fonction des problématiques rencontrées. Débute alors la **phase de pilotage** où se succéderont de nouveaux systèmes de culture en réponse à l'arrivée de nouvelles contraintes (ravageurs, aléas climatiques, ...) ou des orientations nouvelles prises par l'agriculteur (nouveau débouché, ...).

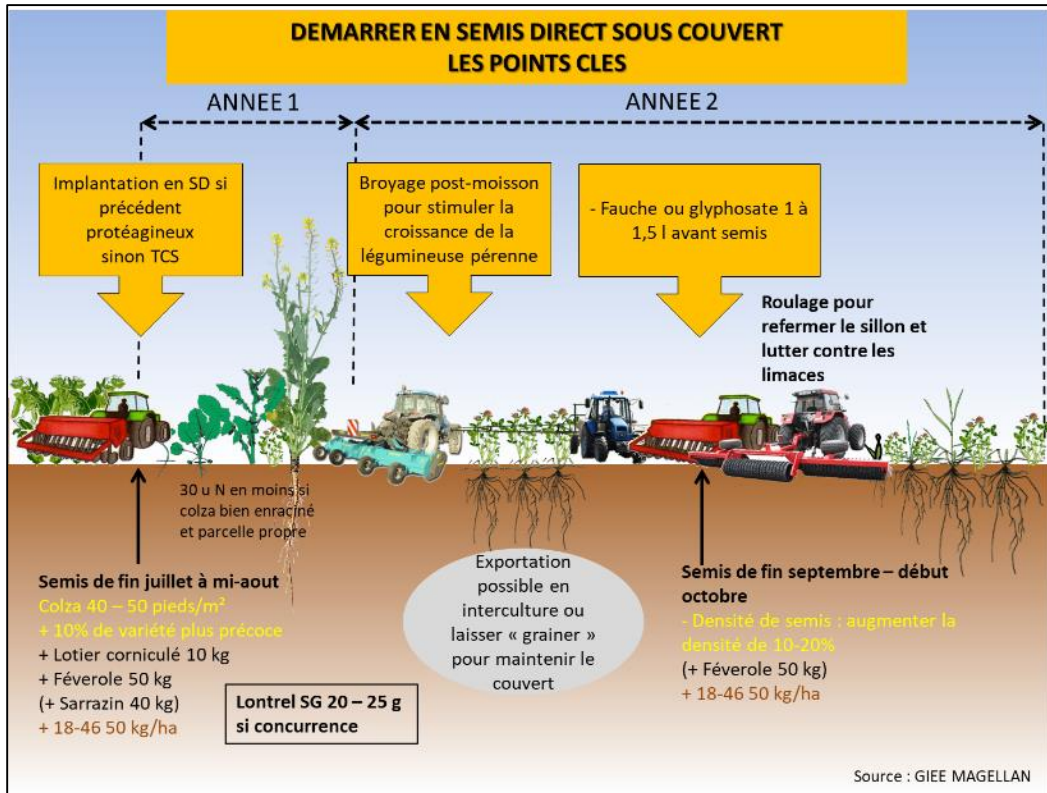


Vous trouverez en page suivante, un exemple de phase de transition, qui récapitule quelques points clés dans l'élaboration du changement de pratique.

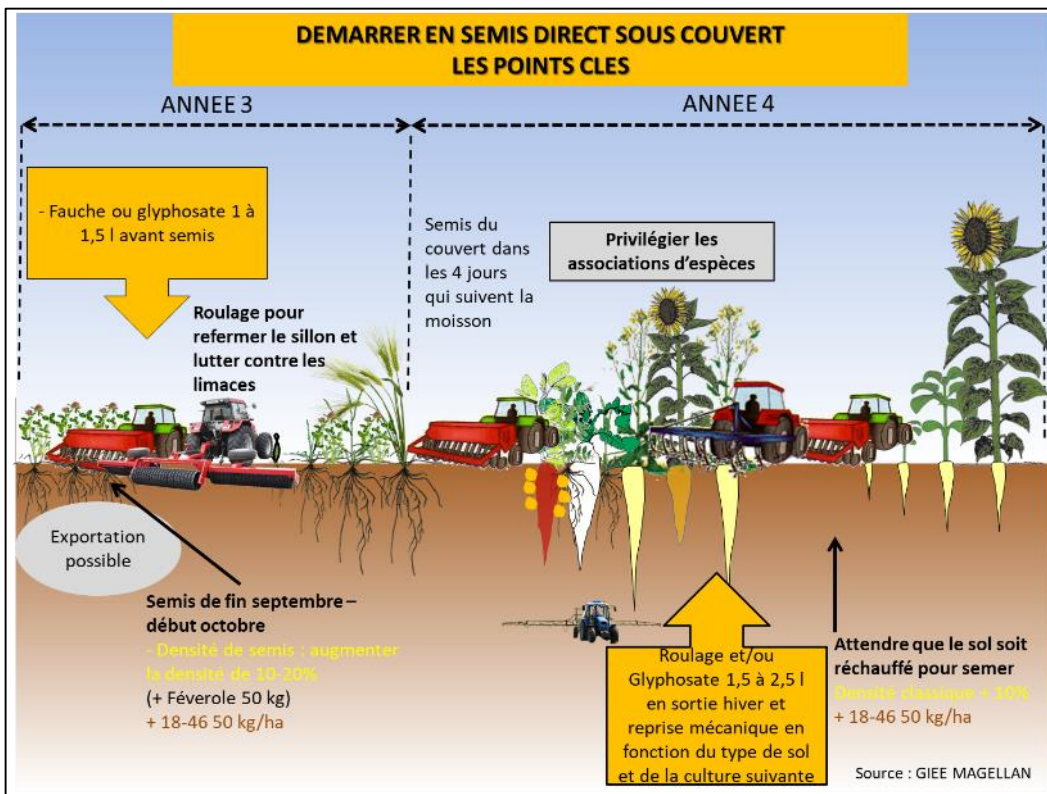
L'un des points à ne pas négliger est le contrôle régulier de la structure de votre sol, tout au long de la phase de transition, mais également après. C'est le bon fonctionnement du sol qui autorisera le semis direct !

Autre élément important, mais nous l'avons déjà évoqué à plusieurs reprises dans ce document, la nécessité de ne pas partir seul dans cette technique mais de rejoindre un collectif. Le partage d'expérience vous fera gagner beaucoup de temps.

Les illustrations suivantes résument les points clefs pour démarrer en Semis Direct Sous Couvert Permanent.



Observation régulière du sol



Observation régulière du sol

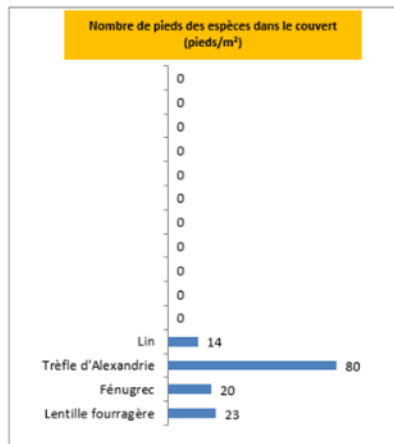
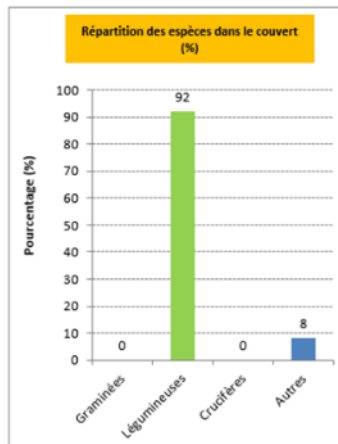
Mélange MAGELLAN CO+



Mélange de plantes compagnes pour colza.

COMPOSITION :

Couvert	Quantité (kg/ ha)	Commentaires
Lentille	5	Intérêt dans la couverture du sol – Vitesse de croissance – Minéralisation possible
Fenugrec	4.5	Effet biomasse – Port dressé
Trèfle d'Alexandrie	2	Vitesse de croissance – Effet biomasse – Sensibilité au gel
Lin de printemps	1	Effet « bouche trou » - Sensibilité au gel



Effet
Insecte

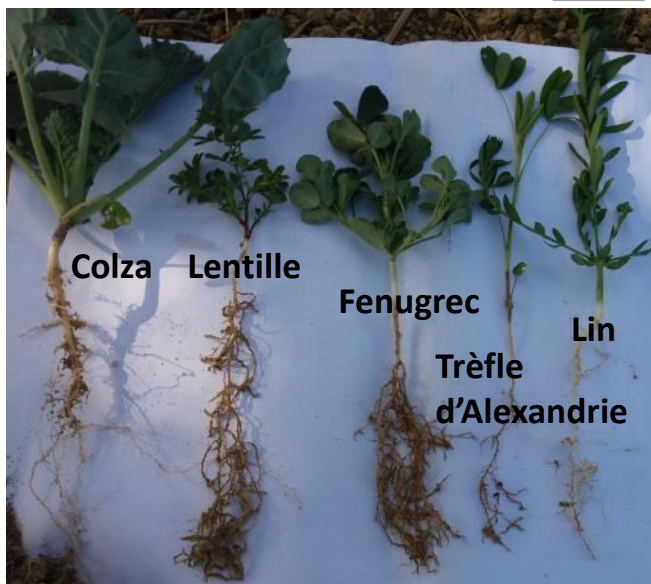
Effet
Azote

Effet
Fertilité du sol

Soit 12.5 kg/ha

Mélange possible avec de la féverole (50 kg) et du tournesol (1 kg)

Nombre total de pieds/m² **137**



Novembre 2018

Disponible sur le site :

Agriconomie.com

GUIDE **MAGELLAN**

Le Semis direct : du couvert annuel ... au couvert permanent

AGRICULTUR
G
R
O
N
O
M
I
E

ECOLOGIE

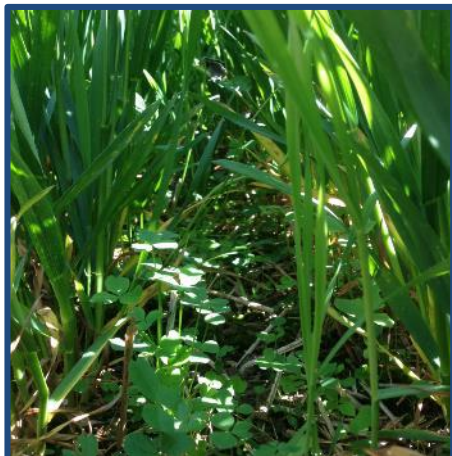


**GIEE
MAGELLAN**

Mobilisation des Agriculteurs dans le Québec et l'Évaluation de systèmes de culture avec couvert
de Légumineuses pour Le maître des Ardennes et de TN

“ Pour des agriculteurs acteurs de la fertilité de leur sol

Le GIEE Magellan est un groupe de 33 agriculteurs nivernais créé en 2015. Il a pour but d'atteindre la triple performance grâce au semis direct sous couvert végétal.



Suivez nous sur faceBook
@GIEEMAGELLAN