

MAÏS

La fertilisation azotée

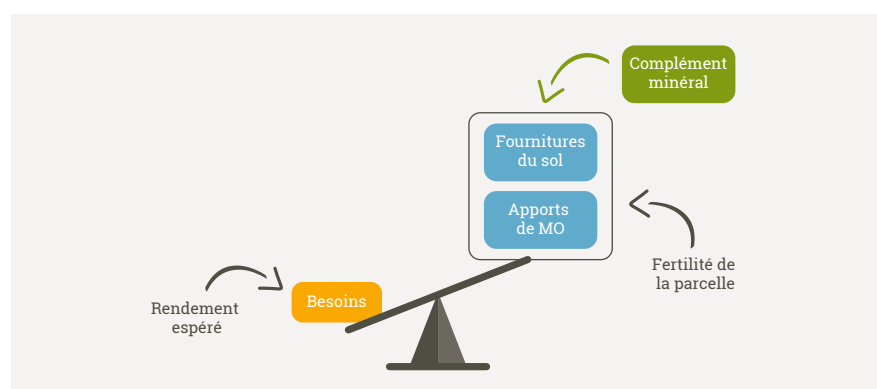
La position du maïs en tête de rotation et sa capacité à valoriser les apports de matières organiques le placent parfois dans des situations de sur-fertilisation. Sa durée de prélèvement, limitée à 4 – 5 mois, rend également la culture plus à risque en matière d'APL. L'ajustement de la fertilisation du maïs à la parcelle, en fonction des besoins de la culture et des fournitures totales en azote du sol (reliquat au semis, minéralisation de l'humus et des matières organiques, ...), reste le principal levier pour limiter les risques de lessivage, garantir des APL conformes et maîtriser les coûts.

Quelles sont les recommandations en matière de fertilisation du maïs ? Comment mieux valoriser les engrais de ferme ? Quelle quantité d'azote est encore disponible pour le maïs après une culture dérobée récoltée au printemps ? Que penser des engrais starter ? Présentation des recommandations relatives à la conduite azotée du maïs formulées en Wallonie.

RAISONNEMENT DE LA FERTILISATION : AJUSTER SES APPORTS AUX PERFORMANCES DE LA CULTURE ET À LA FERTILITÉ DE SA PARCELLE

De réelles économies de fertilisation en culture de maïs sont possibles. Pour ajuster au mieux ses apports, il faut faire le point sur son potentiel de rendement, qui détermine les besoins totaux de la culture, et estimer la fertilité de sa parcelle. De nombreux outils sont disponibles afin de calculer la dose prévisionnelle d'azote, parmi lesquels le « module ferti » de PROTECT'eau (www.protecteau.be).

La fertilisation minérale est ajustée en fonction du rendement espéré et des fournitures du sol





Estimer les besoins totaux de la culture en fonction de son potentiel de rendement

Les besoins de la culture de maïs se situent entre 12 et 15 unités d'azote par tonne de matière sèche (MS) produite. Le niveau de rendement doit, par conséquent, être estimé objectivement pour éviter tout gaspillage d'engrais.

Le potentiel de rendement diffère selon les régions agricoles. Il suit, en fait, les zones de température du territoire pour se situer entre 12 et 20 t MS/ha. Il varie également en fonction de la précocité de la variété choisie (indice FAO) et de la date de semis.

Les variétés précoces, semées dans des conditions froides ou plus tardivement, sont en général moins productives.

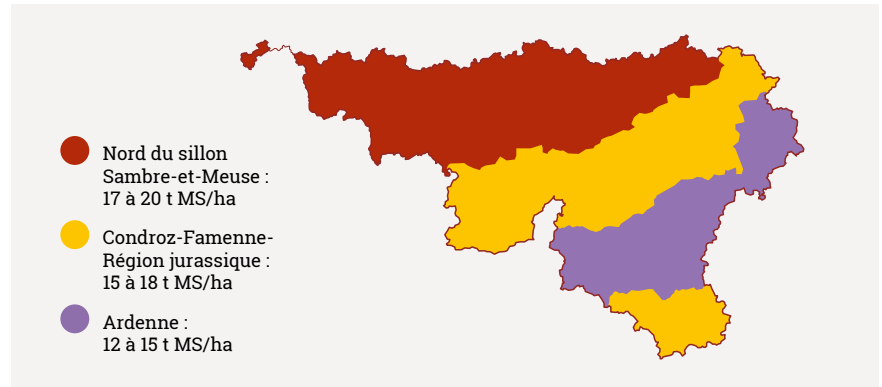
Les besoins varient donc de 200 unités en Ardenne, pour les variétés précoces (FAO < 230), à 230 unités en Région limoneuse pour les variétés mi-précoces à tardives (230 < FAO < 270) les plus couramment rencontrées. A ces besoins doivent encore être ajoutées 30 unités, qui correspondent à la quantité d'azote que la culture ne peut pas prélever.

Besoins en fertilisation du maïs (unités d'azote par hectare) en fonction de la région agricole et de la variété

Zone	Variété	Besoins en fertilisation* (unités N/ha) (rendement espéré, t MS/ha)		
		Très précoce à précoce (FAO < 230)	½ précoce à tardive (230 < FAO ≤ 270)	Très tardive (FAO > 270)
Régions limoneuse et sablo-limoneuse		220 u (17 t)	230 u (19 t)	260 u (22 t)
Zones favorables du Condroz, Famenne et Région jurassique		210 u (16 t)	220 u (18,5 t)	Non conseillé
Zones moins favorables du Condroz, Famenne et Région jurassique		210 u (15 t)	Non conseillé	Non conseillé
Ardenne		200 u (13 t)	Non conseillé	Non conseillé

* A ces besoins doivent s'ajouter 30 unités, afin de prendre en compte l'azote non prélevé par la culture

Le potentiel de rendement varie selon les régions agricoles



Précocité et indice FAO : choisir un maïs adapté à ses conditions culturales



En Europe, la précocité des variétés de maïs se traduit par son « indice FAO ». Cet indicateur reflète les besoins en chaleur de la plante pour réaliser son cycle de développement. Plus un maïs est précoce (faible indice FAO), plus son cycle est rapide et moins il a besoin de degrés-jours pour parvenir à maturité.

En région froide, on choisira, par conséquent, des variétés très précoces aux besoins en chaleur plus faibles.

Dans les régions plus favorables, le choix reposera sur la date de semis. Il est également recommandé de rester prudent après plusieurs années chaudes et de ne pas opter d'office pour des variétés beaucoup plus tardives que par le passé. Faire le choix d'un maïs plus précoce permet, par ailleurs, d'implanter une couverture

hivernale après la récolte et de bénéficier des nombreux services agronomiques offerts par les couverts.

Dans le cas de semis effectués tôt dans la saison ou dans des conditions froides, il est également recommandé de choisir des variétés caractérisées par une bonne croissance juvénile.

En Wallonie, les Centres pilotes (CIPF, CPL-Végémar et CARAH) testent chaque année le comportement des nouvelles variétés mises sur le marché afin de les classer les unes par rapport aux autres et permettre un conseil adapté en fonction des régions.

MAÏS



Recommandations en matière de choix de précocité (indice FAO) des variétés selon la région et la date de semis

Région	Date de semis		
	Du 15 avril au 1 ^{er} mai	Du 1 ^{er} mai au 15 mai	Après le 15 mai
Nord du Sillon Sambre-et-Meuse	Demi-précoce (230 < FAO ≤ 250) à tardive (250 < FAO ≤ 270) voire, très tardive (FAO > 270)	Précoce (200 < FAO < 230)	Très précoce (180 < FAO ≤ 200)
Sud du Sillon Sambre-et-Meuse	Précoce (200 < FAO ≤ 230)		
Ardenne	Ultra-précoce (FAO ≤ 180) à très précoce ² (180 < FAO ≤ 200)	Semis déconseillé après le 1 ^{er} mai ³	

¹ Les meilleures variétés très précoces peuvent être semées jusqu'à 420 m d'altitude

² Le maïs est semé en Ardenne entre fin avril et début mai, dès que les conditions climatiques sont favorables, mais, à cette période, les risques de gelée sont encore bien réels. En cas de semis trop précoce et de gelées tardives, les dégâts peuvent être importants.

³ On estime qu'après le 1^{er} mai, on perd 100 kg de MS/ha et par jour.

Estimer les fournitures totales d'azote issues de la parcelle et des apports d'engrais de ferme

Le complément minéral est calculé en tenant compte du reliquat azoté en sortie d'hiver, de la minéralisation de l'humus du sol, de l'effet engrais vert de la CIPAN ainsi que des apports d'engrais de ferme. Des analyses de laboratoire permettent d'apprécier plus précisément ces différents postes. PROTECT'eau met également à votre disposition des outils pour piloter au mieux la fertilisation.



PROTECT'eau met à votre disposition des outils pour piloter au mieux la fertilisation.

Quelle fertilisation sur un maïs après un ray-grass fauché au printemps ?

Après un ray-grass fauché au printemps, on tient compte, pour le conseil en maïs, de la balance entre les apports de matière fertilisante sur le ray-grass en fin d'hiver et les besoins pour la coupe. Ceux-ci sont estimés à 25 unités par tonne de MS. Si la fertilisation de la culture dérobée est supérieure aux besoins, on considère que l'excédent sera disponible pour le maïs. Ces unités sont, par conséquent, déduites du conseil. Au contraire, si la balance pour le ray-grass est négative, on estime que la culture d'herbe a « vidé » le profil de sol au printemps. Celui-ci se situe alors autour des 10-20 unités/ha et il faudra tenir compte de cette valeur plus faible que la moyenne pour le calcul de la fertilisation du maïs. Il est conseillé d'effectuer une analyse du reliquat après la coupe pour confirmer cette hypothèse.

Dans le cas d'application de lisier sur le ray-grass, si la coupe d'herbe profite de la part d'azote directement disponible après l'épandage, le maïs bénéficiera, quant à lui, de la part minéralisée plus tard dans la saison. On estime que 30 % de l'azote contenu dans les lisiers de bovins appliqués dans ces conditions et 20 %

dans le lisier de porcs, est ainsi disponible pour le maïs durant son développement. Il s'agit, par conséquent, d'un bon moyen de valoriser son lisier car il profite à deux cultures.

Il est également possible de se passer d'apport d'engrais sur la dérobée. Des essais d'associations avec légumineuses, réalisés par l'UCLouvain-ELIa, ont en effet montré qu'en absence de fertilisation, il est possible de récolter 4,8 t MS/ha de ray-grass/trèfle (20 + 10 kg/ha) avant le semis de maïs. Il s'agit de résultats moyens observés durant 4 ans. Le démarrage de la minéralisation au printemps coïncide en fait avec la repousse de la culture d'herbe qui ne nécessite pas, par conséquent, d'apports supplémentaires.



MAÏS

La méthode du bilan appliquée au maïs

Toutes ces valeurs sont disponibles sur la fiche « Fertilisation raisonnée des cultures » et sur le « module ferti » de PROTECT'eau (disponible en ligne).



Besoins totaux en azote

Besoins pour la production attendue

+ 30 uN*
(azote non prélevé par la culture)

En fonction des rendements espérés (Région / Date de semis / Précocité)

Complément minéral =

Besoins totaux de la culture - fournitures en azote

*uN : unités d'azote par hectare



MAÏS

Fournitures en azote

Reliquats azotés en sortie d'hiver

- > Réalisez des analyses de sol (à partir du 1^{er} avril)
- > Consultez la Base de données de PROTECT'eau

Minéralisation de l'humus

- > Le maïs valorise 90% de la minéralisation annuelle
- > Varie de 50 à 95 uN en fonction du taux d'humus et des fréquences d'apport de matière organique

Effet engrais vert des CIPAN

- > Une analyse de sol en laboratoire permet de mesurer votre taux d'humus

Effet du précédent

- Varie de 15 à 45 uN selon :
 - > le mélange (présence de légumineuses)
 - > le développement

Effet prairie

- A ne pas négliger si beaucoup de résidus (pailles, chaumes, épis broyés) ou après une culture de légumineuses

Apport de matière organique

- > Varie de 20 à 140 uN en fonction de la prairie et du rang de la culture
- > Favorisez un maïs précoce et l'implantation d'une interculture l'année de la destruction

- > N'oubliez pas vos analyses ! Les valeurs fertilisantes de vos engrais de ferme sont très variables
- > Pour garantir une meilleure efficacité de l'azote disponible, il vaut mieux privilégier l'apport fréquent de matière organique en plus petites quantités

PROTECT'eau met en ligne chaque année les moyennes des reliquats azotés en sortie d'hiver par type de couverture hivernale et région pédologique.

Consultez la règlette d'épandage de PROTECT'eau pour connaître la valeur fertilisante de vos engrais de ferme.

MAÏS

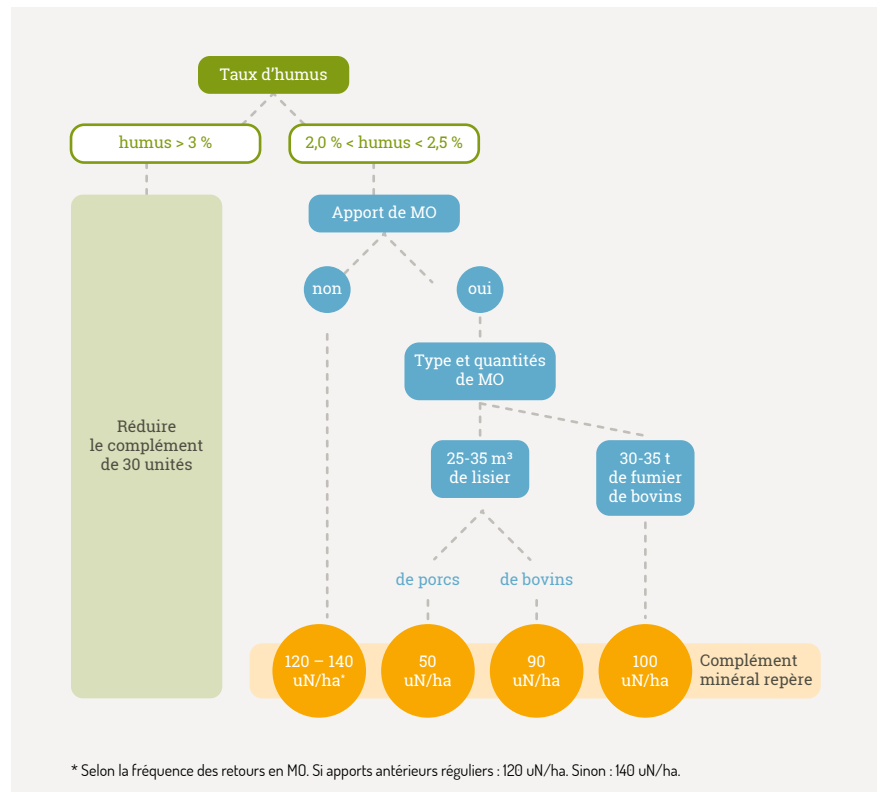
FERTILISATION AZOTÉE MIXTE « MINÉRAL/ORGANIQUE » : QUEL EST L'OPTIMUM ?

Le CIPF préconise depuis de nombreuses années une fertilisation azotée « mixte » (organique + complément minéral) dès que cela est possible. Les résultats de leurs essais, réalisés en collaboration avec les équipes scientifiques de PROTECT'eau, ont mis en évidence que la combinaison des deux sources d'azote permet d'assurer le rendement optimum dans la plupart des situations.

Le schéma ci-contre donne des fertilisations repères pour des situations fréquemment rencontrées (reliques azotés en sortie d'hiver et teneur moyenne en azote des engrais de ferme).

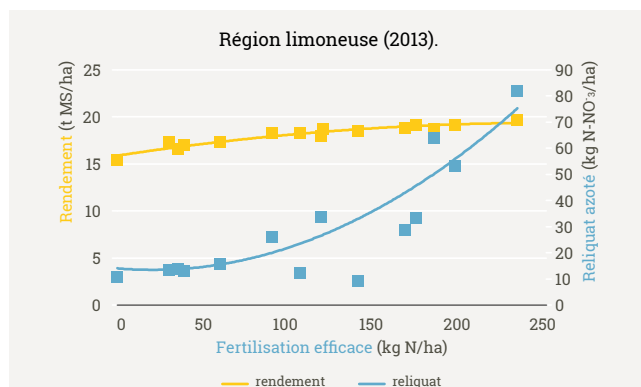
Au-delà de ces repères, les rendements plafonnent tandis que le niveau des reliques post-récolte augmente. L'azote supplémentaire est en effet mal valorisé par le maïs et engendre un surcoût non récompensé par le rendement ainsi qu'un risque d'APL élevé comme l'illustrent les schémas ci-dessous.

Recommandations en matière de fertilisation mixte

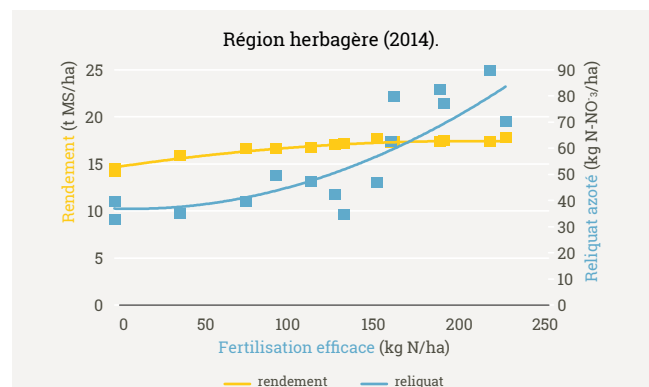


Sources : CIPF et UCLouvain-ELIa (2012)

Evolution du rendement et du reliquat azoté post-récolte en fonction de la fertilisation en Régions limoneuse et herbagère



Au-delà de 175 unités (organique + minéral) d'azote efficace¹ apportées en rotation, les rendements plafonnent. A contrario, le niveau des reliques augmente significativement en approchant, voire en dépassant, le seuil de conformité des APL qui se situe entre 65 et 90 kg N-NO₃/ha sur base de ces dernières années.



En monoculture sur la Région herbagère, dès que l'on dépasse les 145 unités d'azote efficace, le seuil de conformité des APL est rapidement atteint.

¹ Azote efficace : fraction azotée issue de l'apport organique et directement assimilable par la culture en place à laquelle s'ajoute l'apport d'azote minéral au moment du semis.

Source : Résultats d'essais du CIPF et de l'UCLouvain-ELIa, 2013 et 2014

Efficacité des apports de matière organique

Des essais réalisés par les partenaires de PROTECT'eau ont montré que des apports fréquents, en petites quantités, améliorent l'efficacité des engrais de ferme, par rapport à une dose plus importante apportée ponctuellement. L'efficacité de l'azote peut monter jusqu'à 45-60 % pour un fumier appliqué tous les 1 à 2 ans, à raison de 20 t/ha. Ce gain s'explique par un « effet retard » cumulé de la fraction azotée pour ces apports fréquents. La culture bénéficiera donc de 40 à 60 unités d'azote efficace à chaque apport. Pour une quantité correspondant au maximum fixé par le PGDA (un peu moins de 40 t/ha) et généralement appliquée en tête de rotation, on peut espérer de l'ordre de 25 à 35 % d'efficacité, soit 70 unités disponibles pour le maïs.

L'apport d'engrais de ferme répond également à une bonne partie des besoins en phosphore et en potasse du maïs. Trente tonnes de fumier par exemple, couvrent tous les besoins en P_2O_5 et K_2O de la culture. Les teneurs en N, P, K des engrais de ferme sont détaillées sur la réglette de PROTECT'eau.



Pol Bayot
agriculteur à Clermont (Walcourt)

Je plante chaque année une quinzaine d'hectares de maïs ensilage qui est, avec la betterave sucrière et fourragère, la tête de rotation de mes cultures. Je pratique le non-labour depuis 5 ans. Pour mon maïs, je choisis des variétés avec un indice FAO de 220 à 240 et une production élevée en grain pour l'alimentation de mes vaches laitières. Pour cela, je me base sur les recommandations du CIPF et de mon commercial. Je teste ces variétés plusieurs années sur la ferme.

La préparation de la culture du maïs commence, en ce qui me concerne, après la moisson, en apportant 25 tonnes de fumier de bovins en août. Je travaille le sol à une profondeur de 20-25 cm, à l'aide d'un déchaumeur à dents fixes, pour l'implantation de ma CIPAN. Ma préférence va

pour un mélange d'espèces gélives : avoine brésilienne, phacélie et trèfle d'Alexandrie. La préparation des terres au printemps est assurée par un passage au vibroculteur à 10-15 cm de profondeur, 24 à 48 heures avant le semis en direct du maïs. On se situe généralement vers le 25 avril. Pour calculer le complément minéral à apporter, je réalise chaque année des analyses de reliquat azoté au début du mois d'avril sur mes parcelles de maïs. Après réception des résultats, je fais appel à ma conseillère PROTECT'eau pour affiner le conseil en fonction de mon type de sol et du précédent. En fait, mes sols sont assez superficiels et souvent schisteux. En moyenne, compte tenu des éléments précédents, j'apporte une centaine d'unités d'azote avant le semis, sous forme d'ammonitrate ou d'azote liquide.

En travaillant de la sorte, les rendements que j'obtiens et la qualité de l'ensilage répondent tout à fait à mes exigences. J'ai également réalisé des APL sur ces parcelles lorsque j'ai travaillé avec PROTECT'eau et ils étaient conformes. La fertilisation conseillée répondait donc bien aux besoins du maïs, sans être en excès.



MAÏS

**QUE PENSER DES ENGRAIS « STARTER »
OU ENCORE DES ENGRAIS FOLIAIRES ?**

Les engrais starter sont principalement composés d'azote et de phosphore. Leur utilisation permet de stimuler le démarrage de la culture en positionnant, au plus près des racines, le phosphore qui est essentiel au développement de la plantule. L'intérêt de cette pratique est particulièrement marqué dans des conditions froides ou pour des semis précoces. Lors de nombreux essais réalisés par le CIPF ces 8 dernières années dans les différentes régions agricoles de Wallonie, l'apport d'un engrais starter DAP 18-46 au semis, ou une autre formulation commerciale du même type (20-34 par

exemple), appliqué à raison de 100 kg/ha le long de la ligne de semis, a engendré une augmentation de rendement de 4,6 % en moyenne, par comparaison avec la fertilisation de l'agriculteur. D'autres formulations micro-granulées proposées par les négociants ont été étudiées et ont permis des gains de rendement de 1 à 5 % par rapport au même témoin (apports, selon l'engrais, de 15 à 25 kg/ha dans la ligne). Le complément minéral azoté est, par ailleurs, diminué de la quantité équivalente de celle fournie par le starter, soit une vingtaine d'unités.

Quant à l'engrais foliaire, s'il est appliqué à une période où les maïs sont stressés par le froid ou la sécheresse, aucun gain sur le rendement ne peut être attendu. Les plantes sont, en effet, peu réceptives dans ces conditions. Dans des circonstances plus favorables néanmoins, lorsque l'application est réalisée sur un maïs en bonne forme, le CIPF fait état de gains sur le rendement de 3,4 % en moyenne, et même parfois supérieurs à 5 %. Il faut donc raisonner sa décision en fonction de l'intérêt économique d'une application. Pour assurer une efficacité optimale, il est, par ailleurs, impératif de pulvériser en soirée ou tôt le matin, quand l'humidité relative de l'air est la plus élevée.

**MAÏS APRÈS UN RETOURNEMENT DE PRAIRIE :
CHOIX DE LA VARIÉTÉ, CIPAN ET SOUS-SEMIS**

Afin de valoriser au mieux les énormes quantités d'azote libéré après un retournement de prairie permanente (jusqu'à 400 kg N/ha), il est recommandé de semer le maïs au plus près de la date de destruction. En matière de choix variétal, il est conseillé de s'orienter vers un maïs plutôt précoce, afin d'assurer un niveau de maturité suffisant au moment de la récolte, au vu de l'importance du relargage potentiel d'azote en fin d'été. Cette précaution permet également d'implanter une culture intermédiaire piège à nitrate (CIPAN) rapidement après la récolte pour permettre de capter une

part intéressante de l'azote minéralisé à l'arrière-saison. La CIPAN permet de maintenir une partie de l'azote disponible pour la culture suivante et de réduire les pertes par lessivage. Il est préférable d'opter pour des espèces d'intercultures longues, qui continuent à se développer au printemps, comme un seigle ou un triticale. Le couvert doit idéalement être implanté pour le 1^{er} octobre. Après le 15 octobre, les chances d'avoir un prélèvement d'azote suffisant sont faibles. Des essais menés par le CIPF et l'UCLouvain-ELI ont montré que le seigle pouvait mobiliser entre 66 et 86 kg N/ha,



**POUR EN
SAVOIR PLUS**

**D'autres conseils pour
maîtriser ses APL ?
Le MAG'3 contient un
dossier complet sur ce sujet.**

**Il est disponible en ligne sur
www.protecteau.be.**



essentiellement à la fin de l'hiver, pour des semis réalisés respectivement le 15 octobre et le 1^{er} octobre. Quant à la destruction du couvert, elle doit avoir lieu au début du mois d'avril afin de lui permettre une croissance suffisante tout en garantissant une bonne dégradation avant le semis du maïs et une moindre concurrence pour les réserves en eau du sol.

MAÏS

Le semis de ray-grass italien sous couvert du maïs constitue une autre technique de réduction des risques de lessivage de nitrate. La technique consiste à implanter du ray-grass italien à la dose de 15 kg/ha dans l'inter-rang, à l'aide d'une bineuse équipée d'un semoir pneumatique. Le recouvrement est assuré par les doigts d'une herse qui complète l'équipement. Il est impératif d'attendre le stade 6^{ème} ou 7^{ème} feuille du maïs avant de procéder à l'implantation du sous-semis. En effet, le ray-grass est très concurrentiel. Semé plus tôt, il induit inévitablement une perte de rendement en maïs. Après les récoltes, le ray-grass reprend rapidement son développement et joue efficacement un rôle de piège à nitrate en arrière-saison. Il peut également être récolté. Le regain d'intérêt pour les méthodes de désherbage mécanique (voir plus loin dans ce dossier) offre de nouvelles perspectives pour cette technique.

Après la destruction d'une prairie permanente, la réglementation interdit d'épandre de l'azote minéral pendant la première année qui suit cette opération.

L'apport de matière organique est également interdit pendant les deux années qui suivent le retournement de la prairie.



Photos © CIPF

Sous-semis de fétuque implanté en même temps que le maïs

LES SOUS-SEMIS EN CULTURE DE MAÏS



Semoir Pöttinger Aerosem PCS à double trémie



Sous-semis de trèfle en juin, juillet et octobre

Photos © CIPF

Le CIPF a également évalué l'intérêt de sous-semis implantés en même temps que le maïs. La difficulté est d'identifier des espèces à développement plus lent au départ afin de ne pas concurrencer la culture. Dans ce cas, les implantations du maïs et du sous-semis peuvent être réalisées en un seul passage, à condition de disposer d'un semoir adéquat (distribution mono-graine intégrée dans un semoir pneumatique standard). Parmi

les espèces testées, l'implantation de fétuque rouge (6 kg/ha) ou de trèfle blanc (2 kg/ha) donnent de très bons résultats. Ces espèces jouent principalement un rôle de maintien et de protection des sols durant l'hiver. Si vous désirez davantage d'informations, n'hésitez pas à prendre contact avec le CIPF (www.cipf.be).