

Fertilisation du maïs en 2012 : rendement optimum, reliquats et coûts minimum !

Jean-François Oost¹ et Marc De Toffoli²

¹ CIPF asbl, Centre Pilote Maïs asbl ; ² UCL-ELIa membre de la structure d'encadrement Nitrawal

Introduction:

Dans le contexte actuel et vu la hausse de prix des engrais azotés, la fertilisation de la culture de maïs doit être ajustée au mieux. Pour ce faire, plusieurs éléments doivent être pris en compte :

- le niveau de rendement doit être objectif et représentatif pour chaque parcelle (type de sol, pH, date de semis, etc.) pour éviter tout gaspillage sans limiter son potentiel de rendement.
- Le niveau d'azote disponible en début de culture (profil azoté de printemps) peut être mesuré par un laboratoire (références en bas d'article)
- Le niveau de fertilisation par les engrais de ferme qui est déterminé par l'analyse, la quantité appliquée et son efficacité (cf. réglette engrais de ferme de Nitrawal)
- L'effet azote éventuel d'une prairie retournée, d'une CIPAN,...

En tenant compte de ces paramètres utilisés dans les outils de calcul de la fertilisation (module azo-maïs, fiche ferti Nitrawal), de réelles économies de fertilisation sont encore possibles dans de nombreuses exploitations. Les résultats présentés dans cet article ont pour objectif d'apporter une aide concrète à l'agriculteur et sont basées notamment sur les résultats d'essais menés par le CIPF depuis plus de dix ans, avec le soutien financier du Service Public de Wallonie – DGARNE.

Fertiliser en fonction des besoins de la culture :

Les besoins totaux du maïs sont en moyenne ceux repris dans le Tableau 1.

Tableau 1. Besoin du maïs en fonction de la région et de l'indice de précocité

zone	variété	très précoce à précoce (FAO<230)	1/2 précoce à tardive (230<FAO<270)	très tardive (FAO>270)
	limoneuse, sablo-limoneuse	221	228	264
	zone favorable de Condroz, Famenne et région jurassique	208	222	
	zone moins favorable de Condroz, Famenne et région jurassique	210		
	Ardenne	195		

Apport de la minéralisation de l'humus :

La quantité d'azote libéré lors de la minéralisation de l'humus est variable en fonction de la quantité de matière organique (humus) du sol, du type de sol, de la fréquence des apports de matière organique, du pH, de la durée de prélèvement de la culture et évidemment des conditions climatiques. Ce paramètre est donc assez délicat à appréhender, mais pour simplifier, le tableau suivant (Tableau 2) donne la quantité d'azote libéré et utilisable par la culture de maïs.

Tableau 2. Libération d'azote par la minéralisation de l'humus (kgN/ha) pour une culture de maïs

Taux d'humus (%)	Sols limoneux ou limono-argileux	Sols très argileux ou pH acide
< 1,8	41	34
1,8 à 2,2	52	43

2,3 à 2,7	65	54
2,7 à 3,1	75	63
3,1 à 3,5	86	71
>3,5	95	80

Attention ces valeurs ne donnent pas la quantité d'azote totale libérée par le sol sur une année. En effet la minéralisation n'est pas continue au long de la saison, et la part d'azote libéré après la fin de prélèvement par le maïs se retrouvera dans le profil en fin de saison. Le risque d'un APL non conforme est alors d'autant plus présent que la minéralisation du sol s'additionne avec l'azote encore libéré par les engrais (de ferme et minéraux) et que les conditions de minéralisation sont favorables (comme en 2011).

Insistons également sur le fait qu'un sol trop acide sera défavorable au bon développement de la culture notamment par une efficacité limitée des éléments fertilisants (Tableau 3).

Tableau 3. Effet des éléments N.P.K. en fonction du pH (Source : CELAC)

pH KCl	4,5	5,0	5,5	6,0	7,0
N	30%	43%	77%	89%	100%
P	23%	34%	48%	52%	100%
K	33%	52%	77%	100%	100%

Du point de vue de la structure du sol, le manque d'éléments calcium déstabilise le complexe argilo-humique et donc compromet la formation d'agrégats stables et aérés. Au final, l'alimentation des plantes se fera beaucoup plus difficilement.

Le pH optimal en culture de maïs varie selon le type de sol dans lequel il est cultivé.

Retenons qu'en sol sablonneux le pH KCl idéal est de 5,5 ; en sol sablo-limoneux de 6,0 ; en sol limoneux de 6,5 et en sol argilo-limoneux de 6,8.

Les profils de printemps 2012 :

L'azote minéral présent dans le profil au printemps est directement disponible pour la plante. Ce paramètre est crucial pour ajuster la fertilisation. Les résultats dont nous disposons au sein de la structure d'encadrement Nitrawal (environ 400 analyses en 2012) donnent un aperçu de la situation (Figure 1), mais la multiplicité des situations (région, engrais vert, fumier, etc.) induisent une grande variabilité dans les profils observés pour un même précédent. Il est donc particulièrement pertinent de prévoir à l'avance un profil azoté, si possible réalisé au plus près du semis tout en respectant un délai pour le sondage et l'analyse par le laboratoire. La date du 1^{er} avril est une charnière pour un profil à 90 cm de profondeur, avant cette date 60 cm suffisent, l'azote situé plus en profondeur ne sera pas utilisé par le maïs.

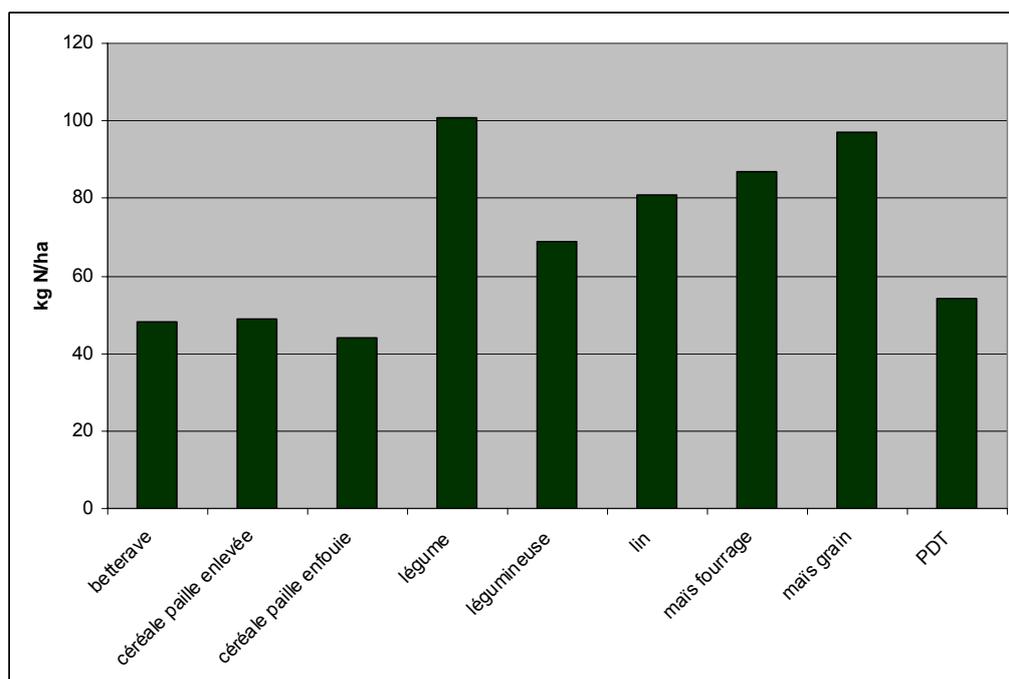


Figure 1. Profil azoté moyen en fonction du précédent au printemps 2012

Les engrais de ferme :

L'azote sera principalement prélevé par la plante du mois de juin au mois d'août. Au-delà de l'apport par le sol, ces besoins azotés peuvent, dans bon nombre de situations, être majoritairement apportés par les fumiers et les lisiers et ce de manière plus ou moins importante en fonction du type d'amendement et de l'époque d'application. Le Tableau 4 présente les coefficients d'équivalence engrais des différentes matières et la quantité d'azote utilisable par le maïs par 10 tonnes appliqués (exemple : pour 20m³ de lisier de bovin appliqués au printemps, il y a 44 kg N disponible par ha).

Tableau 4. Coefficients d'équivalence "engrais" pour les engrais de ferme et unités (kg) d'azote disponibles pour la culture de maïs (source : réglette azote utilisée par les organismes de conseil en Wallonie)

	épandage effectué en			
	été-automne		hiver-printemps	
	coefficient	pour 10 T	coefficient	pour 10 T
Par apport de > 20T				
Fumier composté de bovins	0,2	12	0,3	18
Fumier de bovins	0,2	12	0,3	18
Lisier de bovins	0,25	11	0,5	22
Lisier de porcs	0,3	18	0,6	36

	épandage effectué en			
	été-automne		hiver-printemps	
	coefficient	pour 1 T	coefficient	pour 1 T
Par apport de > 5T				
Fumier de volailles (avec litière)	0,3	8	0,65	17
Fientes pré-séchées	0,3	6,5	0,65	14
Fientes séchées	0,3	10,5	0,65	23

Les valeurs d'azote disponible sont déterminées pour des teneurs en azote moyennes (références du PGDA cf. Tableau 5). Si vous disposez d'analyse de vos engrais de ferme vous pouvez utiliser la formule suivante : Azote disponible = Teneur x Quantité x Coefficient ; la teneur est exprimée en kgN/t de produit frais, la quantité en tonne et le coefficient ou pourcentage d'efficacité provient du Tableau 4 (30% = 0,3).

Tableau 5. Références du PGDA pour les teneurs moyennes en azote des engrais de ferme (kgN/t de produit frais)

Type d'effluent	Catégorie animale	Moyenne
Fumiers	Bovins	5,9
	Ovins	6,7
	Porcins	6
	Equins	8,2
	Volailles	26,7
Lisiers	Lisier de bovins	4,4
	Porcins	6
Fientes de volailles	Fientes humides	15
	Préséchées	22
	Séchées	35
Compost de fumier	Bovins	6,1

Attention toutefois à ne pas dépasser les normes du PGDA. D'un point de vue réglementaire la quantité d'azote organique appliquée (quantité x teneur ≠ azote disponible) ne peut en effet dépasser 230 kg/ha l'année de l'apport et 115 kg/ha en moyenne sur la rotation.

Rappelons enfin certains impératifs liés à l'épandage des fumures organiques. Le maïs est très sensible au compactage des sols, en effet les racines de la culture s'installent à une période où la dessiccation du sol rend les zones tassées par le passage des engins agricoles très dures et quasiment inexploitable par ces dernières (importance d'épandre sur « sol portant »). Notons également que des apports tardifs de fumier frais risquent d'engendrer des « zones creuses » au niveau du lit de germination qui réduisent parfois de manière significative le développement et l'efficacité du système racinaire.

En conditions printanières normales, le complément d'azote apporté sous forme minérale avant le semis permettra un bon démarrage de la culture.

De même que pour l'azote une bonne partie des besoins en phosphore et en potasse peut également être apportée via les épandages d'automne/hiver ou de printemps.

Le potassium contenu dans les engrais de ferme a la même efficacité que celui contenu dans les engrais minéraux. Par contre dans certains amendements, le phosphore sera un peu moins efficace que celui des engrais minéraux bien connus tels que les « superphosphates ». Dans ce cas tout comme pour l'azote, il sera nécessaire de tenir compte d'un coefficient d'équivalence engrais pour le phosphore (Tableau 6).

Tableau 6. Coefficients d'équivalence P₂O₅ et K₂O des engrais de ferme applicables sur maïs (source: Institut de l'Élevage, ITAVI, ITCF, ITP - 2001)

Types de produits	Coefficients d'équivalence P ₂ O ₅	Coefficients d'équivalence K ₂ O
Fumiers de bovins, d'ovins, de caprins, de porcs, de chevaux, lisiers de bovins, purins	1	1
Lisiers de porcs ainsi que composts issus de ces lisiers	0,85	1
Lisiers de volailles, fientes de volailles ou fumiers de volailles ainsi que composts issus de ces produits	0,65	1

Complémentarité organique/minéral : résultats des essais du CIPF.

Contexte :

Malgré les atouts du maïs : rendements en matière sèche élevés et assez réguliers, dates de semis plus tardives que les autres cultures, tolérance à la monoculture et à des fumures organiques élevées ; certains de ceux-ci se sont parfois retournés contre lui et il a été

contraint à recevoir des apports excessifs de fertilisants. Sa couverture de sol limitée à 4 à 5 mois par an impose également une gestion de l'après récolte en favorisant le semis d'une céréale récoltée l'année suivante ou tout au moins un semis d'une plante de couverture (seigle, triticale,...) jouant un rôle de piège à nitrates, ralentissant la migration de l'azote dans le profil et limitant les risques d'érosion.

Afin de répondre à une série de questions à la fois agronomiques et environnementales, le CIPF avec le soutien financier de la Wallonie (DGARNE) a mis en place une série d'essais permettant de mettre en évidence les pratiques proches d'une fertilisation optimale en associant la fertilisation organique et minérale en monoculture ou en rotation.

Expérimentation :

Un essai étudiant l'apport de doses croissantes de lisier de vache laitières (contenant 4,1% d'azote total) au printemps associées ou non à une fertilisation azotée complémentaire au semis a été réalisé durant 3 ans dans une exploitation mixte où le maïs est cultivé en rotation et où les apports de lisier et fumier sont fréquents mais raisonnés (Région Pont-à-Celles – Hainaut - sol limoneux, taux d'humus moyen : 2,4%). Le rendement optimum a été obtenu pour les objets associant un épandage de lisier équivalent à 120u d'azote total (29m³ de lisier ou 35 à 40 t/ha de fumier bovin) et complété au semis avec 85 unités d'azote minéral en moyenne. Cette combinaison permet d'obtenir un rendement maximum avec un reliquat azoté situé sous le seuil de tolérance APL. Ce reliquat se chiffre à 55 unités d'azote sur un profil de sol de 120cm dont la majeure partie se retrouve dans l'horizon humifère.

Notons que dans les nombreux essais de fertilisation azotée menés par le CIPF ces dix dernières années, le rendement optimum avec un APL minimum est systématiquement obtenu pour une fertilisation associant une part modérée d'azote minérale à la fumure organique de base.

(Source : CIPF avec la collaboration de M. Thirion et le soutien de DGAORNE/MRW convention 2581/2)

Que penser des engrais « starter » ou encore des engrais foliaires ?

Depuis de nombreuses années, le CIPF est sollicité pour tester différents engrais dits « starter » dont le but est de favoriser le démarrage de la culture et lui permettre ainsi de profiter au maximum des jours « longs » du printemps. Cette pratique est plus spécifiquement utilisée sur sols légers, printemps ou conditions pédo-climatiques froides ou encore pour certaines variétés dont la croissance juvénile est connue pour être inférieure à la moyenne.

Habituellement le DAP18-46 bien connu pour sa solubilité et sa mise à disposition rapide du phosphore pour la plante est utilisé de manière localisée à proximité de la semence est utilisé dans les essais comme fertilisant « starter » de référence. Cependant depuis quelques années se développent des engrais micro-granulés (voire liquide) à vocation stimulante appliqués directement au contact de la semence lors du semis à l'aide des micro-granulateurs. Les quantités appliquées se situent généralement autour des 12-20kg/ha comparativement au 100 à 150kg/ha utilisés avec le DAP.

Sur base de nombreux essais réalisés par le CIPF ces 8 dernières années dans les différentes régions agricoles de Wallonie comparativement à la fertilisation de l'agriculteur, l'apport d'un DAP au semis a engendré une augmentation de rendement de 4,6% en moyenne. Les différentes formulations micro-granulées étudiées et proposées par les négociants ont permis des gains de rendement de 1 à 5% par rapport au même témoin.

D'autre part, des applications d'engrais foliaires sur maïs restent possibles mais les résultats sont souvent aléatoires notamment car dans bon nombre de situations, les applications sont réalisées à une période où les maïs sont stressés par le froid ou la sécheresse et donc peu réceptifs (stomates fermés).

L'application d'engrais foliaires est à envisager plutôt comme l'achat d'une assurance dans la mesure où elle est réalisée en préventif sur un maïs en bonne forme. La pulvérisation est

réalisée pour améliorer le niveau de rendement de la culture et/ou ses paramètres qualitatifs et ne doit pas être appliquée dans un souci curatif pour pallier à un stress momentané de la plante. Envisagée de la sorte elle peut également conduire à un gain significatif de rendement (en moyenne +3.4% mais parfois supérieur à 5%) tout comme les formulations « starter ».

Les applications foliaires ou starter ont permis d'améliorer en moyenne le niveau de maturité à la récolte de l'ordre de 0.5% de matière sèche en ensilage et de 1.1° d'humidité en maïs grain.

Pour assurer une efficacité optimale il est impératif de pulvériser en soirée ou tôt le matin quand l'humidité relative est la plus élevée et espérer que la majorité du fertilisant appliqué soit interceptée par la plante.

(Source : CIPF avec la collaboration de Ph. Nihoul, G. de Munck et P. Pochet de la DGOA, Direction développement et vulgarisation, Ministère de la Région Wallonne)

Conclusions :

De réelles économies existent en valorisant pour le mieux les engrais de ferme et en raisonnant différemment dans certaines situations leur utilisation sur les différentes cultures et inter-cultures.

L'agriculteur pratiquant la culture du maïs en rotation pourra se permettre d'augmenter légèrement la quantité d'engrais de ferme appliquée avant l'implantation du maïs tout en réduisant significativement sa fertilisation minérale au semis aussi bien en azote qu'en phosphore et en potasse en tenant compte de la valeur réelle de l'amendement organique.

Par contre l'exploitant pratiquant la monoculture devra dans la mesure du possible limiter la quantité de lisier ou de fumier appliquée avant semis, quitte à augmenter légèrement dans certaines situations la dose d'engrais minéral complémentaire, afin de maintenir un reliquat d'azote limité en fin de saison tel que nous l'avons démontré ces dernières années dans les essais du CIPF.

Autrement dit, la prise en compte de la fumure azotée et phospho-potassique libérée par les engrais de ferme constitue une économie non négligeable du poste « engrais » et contribue à améliorer la rentabilité de la culture ainsi que son image de marque dans un contexte environnemental où le maïs est encore souvent montré du doigt.