

Herbe fertilisante : Essai de fumure sur maïs 2014 - 2015

Le projet "herbe fertilisante" vise à évaluer le potentiel de fertilisation de l'herbe de prairies temporaires (PT). Ces "engrais de fauche" peuvent représenter une source potentielle importante de fumure dans le cas des exploitations sans bétail. L'essai sur maïs cherche à déterminer le potentiel fertilisant du broyat d'herbe fraîche et du compost d'herbe.

Deux essais sur le même schéma ont été conduits en conditions bio, en 2014 et 2015 à Genève.
Des broyats frais de prairie temporaire (PT) ou du compost de PT (compost d'herbe de 6 mois, 1 retournement) ont été enfouis avant semis du maïs. Les rendements obtenus avec trois modes de fumure (engrais organique du commerce, fumier de poules séché, bouchons de luzerne) ont été comparés au broyat de PT, à du compost de PT, ainsi qu'avec un témoin sans fumure.

Apports d'azote et procédés

- Fumure cible : 110 unités d'azote total (N)/ha.
- Engrais utilisés :
 - Engrais organique du commerce (EOC) : Biorga 12N en 2014 et Monterra en 2015
 - Fumier de poules séché
 - Pellets de luzerne séchée
 - PT équilibrée stade entre 3 et 4 en 2014, PT riche en légumineuses entre les stades 2 et 3 en 2015
 - Compost d'herbe de 6 mois en 2014 et 2015
 - L'herbe fraîche et le compost d'herbe sont apportés à 2 doses différentes : simple et double dose

1 Matériel et méthode

- Trois répétitions de chaque procédé.
- Les engrais du commerce ont été épandus manuellement le même jour que l'herbe et le compost : environ 4 semaines avant le semis du maïs, puis enfouis à la herse rotative en 2014 et avec un déchaumeur à patte d'oies en 2015.
- Détermination des valeurs d'azote à apporter à partir des valeurs fournies (EOC, pellets de luzerne, fumier de poule séché) ou estimées à partir du stade de développement de la prairie.
- Calcul *a posteriori* de la quantité réelle d'azote apporté sur la base de l'analyse des teneurs des engrais utilisés (voir tableau ci-dessous).
- Les volumes épandus d'herbe fraîche et de compost d'herbe ont été estimés le plus précisément possible, mais cela reste une estimation.
- Récolte de 2 lignes intérieures en 2014 et de 3 lignes intérieures en 2015 sur 5 m de longueur pour obtenir environ 100 plantes récoltées.
- La récolte en grains a été effectuée et standardisée à 14% d'humidité.
- Egalement récolte en plante entière en 2015.
- Les résultats sont donnés en fonction des quantités d'azotes réelles.
- Des analyses d'azote disponible dans le sol ont été faites en 2015, mais pas en 2014.

Apports d'azote total réellement apportés sur les procédés en 2014 et 2015				
Procédés	2014		2015	
		N _{tot} /ha		N _{tot} /ha
Témoin (pas de fumure)		0		0
Engrais organique du commerce	Biorga 12 N	108	Monterra 13	110
Compost de prairie temporaire 1 dose (1x)		128		179
Compost de prairie temporaire 2 doses (2x)		256		357
Prairie temporaire fraîche broyée 1 dose		83		104
Prairie temporaire fraîche broyée 2 doses		167		208
Fumier de poules séché		67		110
Pellets de luzerne		85		--

Herbe utilisée



En 2015 : prairie riche en légumineuses entre les stades 2 et 3

- Prairie temporaire équilibrée entre les stades 3 et 4 en 2014 ; prairie riche en légumineuse entre les stades 2 et 3 en 2015.
- Pour des dates d'épandage et de semis similaires en 2014 et 2015 (épandage le 21 respectivement le 22 avril, semis le 21 respectivement le 19 mai),
- La quantité d'herbe par ha n'était pas la même pour les 2 années. (prairie entre les stades 3 et 4 en 2014, et entre les stades 2 et 3 en 2015). La surface nécessaire pour apporter les quantités d'azote voulues dépendent de l'année (année précoce, tardive...) et du stade de la prairie au moment de l'apport.

Récolte de l'herbe



Récolte de l'herbe pour l'essai

- Provenance de l'herbe : prairie temporaire.
- Récolte avec la même ensileuse à fléaux en 2014 et 2015.
- Brins plus courts en 2015 (5-6 cm) qu'en 2014 (6-9 cm), probablement dû au stade plus jeune de l'herbe.
- Chargement sur épandeur à fumier et épandage.
- Compost épandu avec une épandeur à fumier.
- Autres engrais épandus à la main.

Itinéraires culturaux

	2014 (Ferme Pilote de Mapraz, Thônex)	2015 (Bertrand Favre, Choulex)
Sol	Lourd, argileux	Limon argileux
Précédent	Prairie temporaire 6 ans (surtout graminées)	Blé, puis engrais vert, broyé en mars 2015
Travail du sol	Labour (11 mars) Herse rotative (12.03.14, 19.03.14) Herse étrille (11. avril)	Sans labour Patte d'oies Pöttinger : 3 passages
Epandage des engrais	22 avril	21 avril
Enfouissement	Herse rotative (2 passages le 21 avril)	Ecodyn (pattes d'oies) le 22 avril, 1 passage
Semis du maïs	Variété Millesim	Variété Gottardo
Densité de semis	21 mai : 11 grains/m ²	19 mai : 11 grains/m ²
Désherbage	Herse-étrille (3 juin) sarclage (16 juin) sarcluse étoile	Herse-étrille (31 mai) sarclage (9 juin) sarcluse étoile
Récolte	6 novembre • Epis récoltés à la main sur 2 fois 5 mètres par répétition (~ 90 plantes)	1 ^{er} octobre • Epis récoltés à la main sur 3 fois 5 mètres par répétition (~ 100 plantes) • Reste de la plante récoltée comme plante entière à la main
Divers	Les essais des deux années ont été couverts avec du voile de forçage entre le semis et le stade 2 feuilles (protection de l'essai contre les corbeaux).	

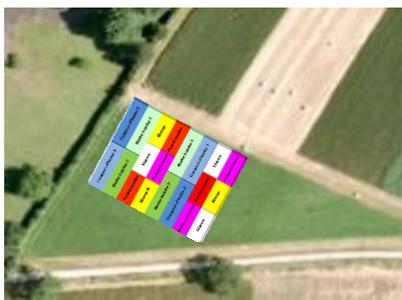


L'essai 2014, le jour de la récolte



L'essai 2015, le jour de la récolte

2 Résultats de l'essai 2014



Engrais	Remarque, Azote en Ntot / ha
Herbe fraîche	Prairie temporaire équilibrée, stade 3.5 *) Herbe 1 : 83 N/ha ; Herbe 2 : 167 N/ha
Compost d'herbe	Compost 1 : 128 N ; compost 2 : 256 N/ha
EOC	Biorga 12 N : 108 N
Poule	Fumier de poules séché : 87 N/ha
Luzerne	Pellets de luzerne : 85 N/ha
Témoin	Aucune fumure

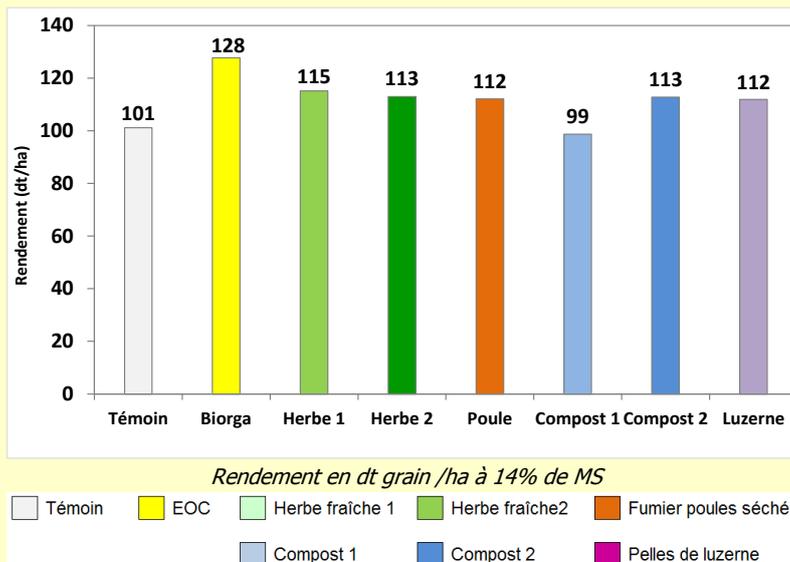
*) Stades de la prairie selon ADCF, voir aussi FT herbe fertilisante

Rendements et discussion

Le niveau général des rendements est assez élevé.

- A l'exception du Biorga (qui donne les meilleurs rendements) et du compost simple dose (pas d'effet par rapport au témoin), les autres essais donnent des rendements équivalents avec des apports en N_{tot} différents. En particulier, l'herbe fraîche donne les mêmes résultats que le fumier de poules et les bouchons de luzerne, indépendamment de la quantité appliquée.
- Le compost apparaît comme moins efficace que l'herbe fraîche pour fertiliser le maïs. Ceci est probablement dû à une moindre disponibilité de l'azote, humifié dans le compost.

Rendements maïs grain en 2014



- Il a fallu deux passages à la herse rotative pour un bon enfouissement du broyat d'herbe. La longueur des brins est de 6 à 15 cm avec une majorité à 6 à 9 cm en est la raison.
- Peu de mauvaises herbes à la récolte.



Epandage de l'herbe avec une épandeuse à fumier



A gauche : herbe épandue,
A droite, après un passage de herse rotative

3 Résultats de l'essai 2015



Engrais	Remarque, Azote en Ntot / ha *)
Herbe fraîche	Prairie temporaire riche en légumineuses, stade 2.5 Herbe 1 : 104 N/ha ; Herbe 2 : 208 N/ha
Compost d'herbe	Compost 1 : 179 N ; compost 2 : 357 Ntot
EOC	Montera 110 N/ha
Poule	Fumier de poules séché : 110 N/ha
Témoin	Aucune fumure

*) Stades de la prairie selon ADCF, voir aussi FT herbe fertilisante

- Récolte en grain et en plante entière

Rendements et discussion

Les 2 variantes, grain et ensilage, de rendements mesurés - entre 33 et 45 dt/ha pour le grain, et 86 à 104 dt/ha pour l'ensilage - sont faibles et dus à la sécheresse importante de 2015.

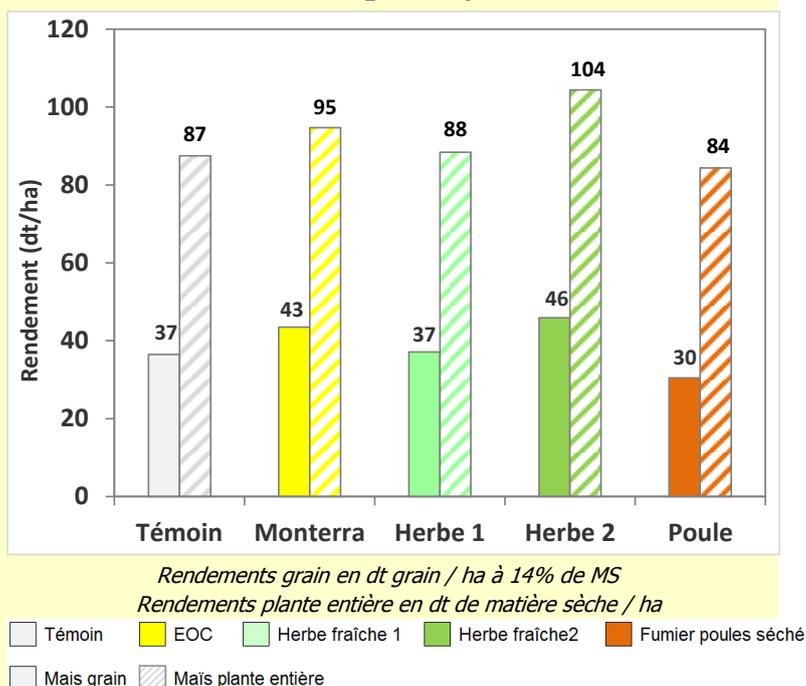
Maïs grain

- Le meilleur rendement grain (45 dt/ha) est atteint par Herbe2, et le plus bas par la variante Poules (33 dt/ha).
- Herbe1, Témoin et Montera ont des rendements très proche (+/- 38dt/ha). Avec respectivement 104 Ntot/ha, 0 Ntot/ha et 110 Ntot/ha apportés, on peut dire que la fertilisation apportée n'a pas eu l'effet escompté.

Maïs ensilage

- Pour l'ensilage, c'est également Herbe2 qui a le rendement le plus élevé (104 dt/ha), suivi de Montera (92 dt/ha). Herbe1, Témoin et Poules sont légèrement plus faibles (84 à 87 dt/ha).

Rendements maïs grain et plante entière

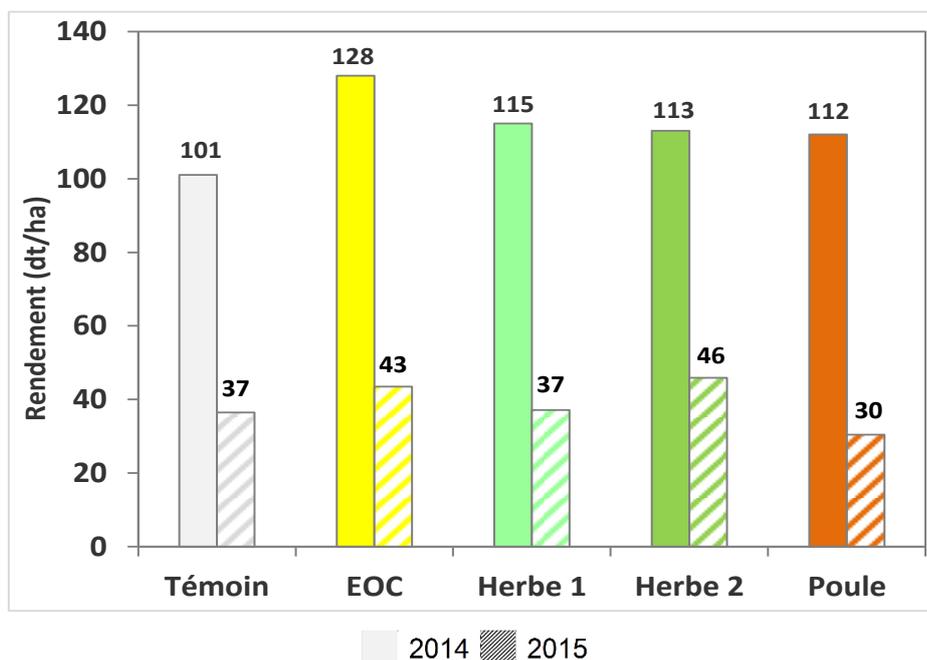


- Le déficit hydrique conjugué aux fortes températures estivales de cette année, a fortement marqué la plupart des maïs de l'ouest de la Suisse. Notre essai n'y a pas échappé; à plus forte raison, avec une fertilisation organique qui demande un "minimum" d'eau en plus de températures adéquates pour la dégradation de la matière organique.
- L'essai, placé en bordure de champs à 17m d'une importante haie, a été perturbé par l'influence claire des chênes de celle-ci dû à la sécheresse de l'été 2015. Ainsi la 3^{ème} répétition des procédés "Herbe" et "Compost", ainsi que la 2^{ème} répétition du procédé "Compost". sont inutilisables. Le reste de l'essai a aussi subi la sécheresse, mais de manière plus homogène. L'utilisation de pellets de luzerne n'a pas été testée en 2015.
- Les teneurs en azote ammoniacal du sol très élevées avant le semis (120 N_{disp}/ha à 0-30 cm), pouvant expliquer le manque de réaction des engrais par rapport au témoin sans fumure.
- De manière générale, on observe que les variantes avec +/- 110 unités d'azote amenées fournissent un même rendement que le Témoin, nous amenant à confirmer que l'azote n'était pas le facteur limitant dans cet essai. Néanmoins, le rendement supérieur obtenu avec Herbe2 avec 208 N_{tot}/ha apportées, nous amène à suggérer qu'il y a eu un seuil de disponibilité de l'azote, ou autrement dit, la première tranche de 110 unités épandues n'a pas eu les conditions favorables pour s'exprimer (azote disponible dans le sol important en début de végétation), alors que le doublement de la dose d'herbe fraîche a amené un plus, qui a certes mal été valorisé, mais qui a permis à cette variante de se manifester.
- La part d'épis charbonnés est de 4,5 à 8 %.
- Les pellets de luzerne ont été utilisés en 2014 en référence à des essais avec cette forme faits en France. La fertilisation avec des pellets de luzerne a été abandonnée en 2015 pour des raisons écologiques (récolter, transporter, sécher, stocker, re-transporter puis épandre).

4 Discussion générale

4.1 Maïs grain

Comparaison des rendements de maïs grain 2014 et 2015



- Le niveau de rendement était élevé en 2014 et très faible en 2015.
- L'année 2014 a été pluvieuse et a très certainement permis aux amendements/engrais organiques de s'exprimer.

Commentaires 2014	Commentaires 2015
<ul style="list-style-type: none"> • L'essai Herbe Fertilisante sur maïs grain de 2014 avait donné de meilleurs rendements en général • En 2014, c'est la variante Biorga 12N (équivalent Monterra) qui est sortie du lot (128 dt/ha). • Le doublement de dose d'herbe fraîche n'a pas apporté de rendement supérieur à la simple dose (113-115 dt/ha). • Les procédés Herbe1, Herbe2, Poules, Bouchons de luzerne et Compost2 ont toutefois eu un rendement supérieur au témoin (101 dt/ha) de 10 à 15 dt/ha. 	<ul style="list-style-type: none"> • Le meilleur rendement grain (46 dt/ha) est atteint par Herbe2, et le plus bas par la variante Poules (30 dt/ha). • Herbe1, Témoin et Monterra ont des rendements très proche (+/- 38dt/ha). Avec respectivement 104 N_{tot}/ha, 0 N_{tot}/ha et 110 N_{tot}/ha apportés, on peut dire que la fertilisation apportée n'a pas eu l'effet escompté.

4.2 Maïs plante entière (en 2015)

- Pour le maïs plante entière, comme pour le maïs grain, c'est le procédé Herbe2 qui a le rendement le plus élevé (104 dt/ha), suivi de Monterra (95 dt/ha). Herbe1, Témoin et Poules sont légèrement plus faibles (84 à 87 dt/ha). Là encore sans surprise, mis à part la variante Herbe2 qui a reçu 208 unités d'azote total/ha, la fertilisation n'a pas eu l'effet escompté. Pour Herbe2, le doublement de l'apport azoté à certes permis le meilleur rendement, mais pas proportionnel à l'apport potentiel. Dans ce cas-ci, on peut aussi dire que la fertilisation n'a pas répondu aux attentes.
- Il n'y a pas eu de variante plante entière en 2014.
- Les apports d'herbe fraîche comme fertilisant pour le maïs permettent d'avoir des rendements similaires à un engrais organique du commerce dans les essais 2014 et 2015. Il faut toutefois regarder ces résultats avec prudence, car nous n'avons que 2 années de référence en la matière, dont 2015 qui était très particulière à cause du climat.

4.3 Disponibilité de l'azote dans le sol

Nous avons procédé à des analyses de N_{\min} à trois reprises sur les essais 2015 : en sortie d'hiver, au 4 juin et en post récolte.

Résultats d'analyses des teneurs du sol en azote disponibles

Période	Remarques
24 mars	120 kg d'azote disponible par ha à 0-30 cm
4 juin	Respectivement 132, 145 et 139 kg d'N disponible à 0-30 cm pour Témoin, Herbe 1 et Herbe2,
Post récolte	Respectivement 41, 53 et 50 kg d'azote disponible à 0-30 cm pour Témoin, Herbe1 et Herbe2.

- Les analyses N_{\min} de sol à 0-30 cm en sortie d'hiver, indiquent un pool d'azote disponible de 120kg par ha, plus que suffisant pour le démarrage de la culture.
- Au 4 juin, 6 semaines après l'épandage des amendements/engrais, présentent une teneur plus élevée en azote disponible (respectivement 132, 145 et 139 kg N_{\min} /ha pour Témoin, Herbe 1 et Herbe2). Cette augmentation des valeurs pourrait tout à fait correspondre à la minéralisation de l'humus de base, nous laissant supposer que les apports ne se sont pas encore révélés ou très peu. Ceci en tenant compte du développement du maïs qui se trouvait au stade 4 feuilles le 4 juin, étant supposé n'avoir pas encore consommé beaucoup d'azote - de l'ordre de 50-60 kg jusqu'à 10 feuilles. Une autre hypothèse est que l'azote mis rapidement à disposition par l'herbe a été lixivié par les 130 mm de pluie qui sont tombés entre le 25 avril et le 6 mai.
- En post-récolte, les teneurs en azote disponible du sol à 0-30 cm (respectivement 41, 53 et 50 kg d'azote disponible pour le Témoin, Herbe1 et Herbe2) indiquent que le sol n'est pas épuisé.
- Les apports en azote total du procédé Herbe2 (167 N_{tot} /ha en 2014 et 208 N_{tot} /ha en 2015) correspondent plus ou moins à un apport de 40 tonnes de fumier /ha qui procure environ 200 N_{tot} /ha.

4.4 Liens avec d'autres essais

Trois essais ont été conduits sur céleri de 2013 à 2015, avec de l'herbe fraîche comparé à un engrais organique du commerce (Biorga 12 N, engrais organique du commerce, similaire au Monterra), du fumier de poules et un témoin.

L'utilisation d'herbe fraîche apportant des quantités d'azote total de 133 N_{tot} /ha en 2014, 172 N_{tot} /ha en 2015 et 214 N_{tot} /ha en 2013, procurent un rendement similaire au procédé EOC avec 150 N_{tot} /ha les trois années.

Quelques maraîchers français, allemand et hollandais commencent à utiliser l'herbe de PT comme fertilisant pour leurs légumes et leurs expériences sont très positives.

L'utilisation de l'herbe comme fertilisant est plus facile à mettre en œuvre dans les légumes, car l'étalement des dates d'implantation des cultures sur toute la saison permet de mieux faire concorder les apports de fertilisant avec les disponibilités en herbe.

5 Conclusions

L'utilisation d'herbe comme fertilisant devrait être approfondie. En plus de l'aspect comme fertilisant, elle comporte plusieurs avantages, comme :

- Combler partiellement le manque d'éléments fertilisants (P, K, Mg, etc.) sur les fermes sans bétail.
- Améliorer l'autonomie des systèmes agricoles biologiques sans bétail.
- Limiter les exportations d'éléments nutritifs par les ventes de fourrages (1 ha PT exporte ~ 300 unités N, 35 P, 200 K et 30 Mg par année).
- Améliorer la structure du sol et la teneur en matière organique : 1 ha PT apporte autant d'humus qu'environ 25 ha d'engrais verts.
- Valoriser les herbages bio, parfois difficiles à vendre au bon prix.
- Végétarisme en augmentation (EOC souvent produit à base de déchets animaux).
- Futur des engrais organiques du commerce incertain : disponibilité et prix.
- Utiliser l'herbe comme fertilisant, favorise l'implantation de PT chez les producteurs sans bétail.

5.1 Choix de la prairie et stade d'utilisation et besoins en surfaces

- Pour apporter les 110 unités d'azote par ha visés, la surface de prairie temporaire utilisée était d'environ 1.0 ha en 2014 (stade entre 3 et 4) et d'environ 1.4 ha en 2015 (stade entre 2 et 3).

Les valeurs en azote et besoins en surfaces

D'après les tables de valeurs nutritives des fourrages, une prairie équilibrée contient 184 grammes de protéines par kg de matière sèche au stade 2 (ce qui donne 2.9 % d'azote ; $184/6.25/1000*100$).

En considérant une teneur en matière sèche de l'herbe de 15% au stade 2, 17% au stade 3 et 19 % au stade 4, on obtient les valeurs en azote total ci-contre.

Azote total de l'herbe de différents types de prairies temporaires et à différents stades

Type de prairie	Stade (ADCF)	MA (g/kg MS)	MS (%)	Azote total (N _{tot}) par tonne d'herbe fraîche
Graminées (G)	2	178	15	4.3
	3	155	17	4.2
	4	135	19	4.1
Équilibrée (E)	2	184	15	4.4
	3	163	17	4.4
	4	144	19	4.4
Légumineuse (L)	2	205	15	4.9
	3	184	17	5.0
	4	166	19	5.0
Luzerne pure	2	235	15	5.6
	3	210	17	5.7
	4	190	19	5.8

L'utilisation du fourrage aux stades 1 et 5 n'est pas recommandée pour des raisons de pérennité des prairies ou des plantes et pour des raisons de mise en valeur de l'azote.

Une récolte à un stade plus jeune que le stade 2 demande plus de surface de prairie et les coûts pour la mise en œuvre sont supérieurs (surface plus importante à récolter). Nous n'avons pas d'expérience avec une utilisation tardive (stade 5), mais nous pensons que la fermentescibilité de l'azote diminue rapidement. Il faudrait le tester pour en être sûr.

Pour l'utilisation d'herbe fraîche comme fertilisant du maïs, nous remarquons une difficulté en fonction de l'avance de la végétation et la saison.

Teneurs de l'herbe en azote en kg N_{tot}/tonne de matière fraîche

Type prairie	N _{tot} par tonne d'herbe fraîche
Graminées (G)	4,0 à 4,3
Équilibrée (E)	4,3 à 4,5
Légumineuse (L)	4,9 à 5,0
Luzerne pure	5,5 à 5,8

La valeur fertilisante azotée augmente en fonction de la part de légumineuses.

La luzerne pure contient nettement plus d'azote que les mélanges.

Surface nécessaire pour apporter 100 kg d'azote total

La surface nécessaire pour effectuer une fertilisation diminue avec la pousse de l'herbe.

Surfaces nécessaires et teneurs en azote de l'herbe à partir d'une prairie temporaire équilibrée: (1^{ère} coupe)

Stade prairie	Surface estimée nécessaire pour 100 N _{tot}
Stade 2 (~15 % MS)	1,5 à 1.9 ha
Stade 3 (~17 % MS)	0.9 à 1 ha
Stade 4 (~19% MS)	0.6 à 0.8 ha

→ Le stade de la prairie est directement lié à la quantité de masse végétale produite.

Des essais plus poussés sur cette thématique permettraient de déterminer plus précisément les surfaces nécessaires.

Densité de l'herbe hachée sur épandeur : 500 à 600 kg / m³

5.2 Enfouissement de l'herbe



Enfouissement du procédé Herbe avec une herse rotative :
à gauche 1 passage, à droite : 2 passages

- L'herbe a été récoltée les 2 années avec une récolteuse à fléaux. La longueur des brins était de 6 à 15 cm (majorité 8-9 cm) en 2014 et de 5 à 6 cm en 2015. L'intégration de l'herbe a demandé 2 passages de herse rotative (axe vertical) en 2014, alors qu'elle s'est facilement intégrée avec une déchaumeuse à pattes d'oies (Ecodyn) en 2015. Ceci semble argumenter pour un hachage le plus fin possible et l'utilisation d'une ensileuse coupe exacte pour intégration facile au sol.

Remerciements à Bio Suisse, Agroscope, OH Semences, David Frund, Bertrand Farve, la Ferme Pilote de Mapraz et Pierre Thabuis (Bio Saveurs) qui ont permis la mise en place et la mise en valeur de l'essai.

Josy Taramarcz, AGRIDEA, le 23 décembre 2015