

Projet de filière Grandes Cultures région Centre 2012-2015

Synthèse des essais 2012

« Fertiliser avec des produits à base de luzerne en grandes cultures biologiques »

Synthèse réalisée par : Delphine Bouttet et Marion Bouviala, ARVALIS – Institut du Végétal



Partenaires des essais : FDGEDA 18, Chambres d'Agriculture 28, 36, 37, 41, 45, ARVALIS – Institut du Végétal



Avec le soutien financier de :



Cette synthèse a été enrichie des essais des Chambres d'Agriculture 60, 77 et IdF non financés dans le cadre du « Projet de filière pour les Grandes Cultures région Centre 2012-2015 »



Expérimentation AB : Synthèse des essais 2012

« Fertilisation avec des produits à base de luzerne »

1. Contexte de l'étude
2. Objectifs des essais
3. Présentation du réseau d'essais
 - a. Caractérisation des sites et conduite des essais
 - b. Choix de la parcelle
 - c. Protocole expérimental
4. Résultats agronomiques
 - a. Bilan climatique
 - b. Validité des essais
 - a. Validation statistiques
 - b. Puissance de test
 - c. Effets des modalités de fertilisation sur le rendement
 - d. Effets des modalités de fertilisation sur le taux protéique
 - e. Influence de la culture et du précédent sur les résultats
 - f. Résultats sur le regroupement des 13 essais (Centre + Ile-de-France + Picardie)
5. Etude économique : valorisation de la luzerne comme fertilisant
 - a. Calcul du coût de production de l'engrais de ferme à base de luzerne
 - b. Calcul du prix de l'unité de l'azote
 - c. Quelle efficacité de l'apport sur le rendement pour rentabiliser la fabrication et l'épandage de l'ensilage de luzerne ?
6. Discussions et propositions d'amélioration du protocole

Annexes

1. Contexte de l'étude

La gestion de l'azote au niveau de l'exploitation est un enjeu primordial pour les systèmes céréaliers biologiques. Dans ces systèmes majoritairement sans élevage, la nutrition azotée des cultures repose en priorité sur la rotation et l'introduction de légumineuses comme précédent des cultures exigeantes en azote, mais fait aussi appel à des engrais organiques issus d'élevage (fientes ou fumiers de volailles, farines de plumes, etc.), qui proviennent donc d'une source extérieure à l'exploitation.

Ces engrais organiques sont de plus en plus chers car leur disponibilité diminue avec des demandes de plus en plus importantes, en particulier de la part des agriculteurs conventionnels lorsque les prix de l'azote de synthèse augmente. La recherche d'un système le plus autonome possible en terme de gestion de l'azote est donc aujourd'hui plus que jamais d'actualité. Dans ce contexte, la luzerne présente un potentiel très intéressant, de par ses qualités en tant que précédent et parce que ses parties aériennes contiennent des grandes quantités d'azote qui, comme engrais de ferme, pourraient se substituer aux apports extérieurs d'engrais organiques.

Aujourd'hui une nouvelle question technique a émergé : comment profiter au mieux de la production de luzerne dans les systèmes sans se limiter à son effet précédent indéniable ? Ne pourrait-on pas en effet exporter et conserver la luzerne sur l'exploitation pour la ramener au bon moment sur les autres cultures ?

2. Objectifs des essais

Un réseau d'expérimentations est mis en place pour une durée de trois ans (2011-2013). L'objectif de l'expérimentation est de connaître et valider l'intérêt de produire des engrais de ferme à base de luzerne et de les utiliser sur l'exploitation. Ces expérimentations sont de deux types :

- Des essais en bandes, dont l'objectif est de tester la **faisabilité de l'utilisation** d'engrais de ferme à base de luzerne sous différentes formes (ensilage, compost, mélange avec des composts de fumier...) avec le matériel agriculteur.
- Des essais en micro-parcelles avec répétitions pour tester **l'efficacité d'engrais** à base de luzerne sous différentes formes (bouchons déshydratés, ensilage ...) en comparaison avec des engrais utilisés traditionnellement en AB (fientes de volailles, farine de plumes), dans des situations d'usage représentatives.
- Des analyses économiques pour évaluer la **rentabilité économique** de l'apport en calculant la différence de marge brute, par rapport à une situation de non apport et d'apport d'un produit de référence.

Le protocole et les résultats présentés ici concernent uniquement les essais en micro-parcelles lors de la deuxième année du réseau d'essai.

3. Présentation du réseau d'essais

a. Caractérisation des sites et conduites des essais

Les essais de la région Centre s'inscrivent dans le programme « Cap Filière Bio ». Les partenaires impliqués dans ce réseau d'essais analytiques sont : la FDGEDA 18, la CA 28, la CA 36, la CA 37, la CA 41, la CA 45, la CA 60, la CA 77 et la CA IdF et ARVALIS - Institut du Végétal. Les essais ont été conduits sur onze sites répartis sur l'ensemble du bassin parisien : deux en Ile-de-France, neuf en région Centre et un en Picardie. Les sites d'essais de la région Centre sont présentés en annexes 1 et 2. Le protocole initial, qui est présenté dans les paragraphes suivants, a été construit par les partenaires du réseau et rédigé par la CA77. Il a été mis en place à l'été 2010 avec l'ensemble des partenaires. La récolte 2011 a donc constitué la première année de résultats, et les essais ont été reconduits pour la campagne 2011-2012, avec quelques modifications du protocole.

Ce sont des essais de type factoriel réalisés en micro-parcelles avec répétitions : 4 blocs par essai (3 minimum) de type Fisher, si possible perpendiculairement au semis afin que toutes les parcelles d'un même bloc soient influencées de la même façon par le travail du sol, le désherbage mécanique, etc.

La taille des parcelles élémentaires dépend du matériel à disposition de l'expérimentateur :

- Essais avec moissonneuse-batteuse d'expérimentation (largeur de coupe = 1,5 m) : parcelle élémentaire à l'épandage = 2,5 m x 12 m ; à la récolte = 1,5 m x 10 m.
- Essais avec moissonneuse-batteuse agriculteur : parcelle élémentaire = largeur MB + 3 à 4 m ; longueur : 25 m (mini 17 m).

b. Choix de la parcelle

Culture : Blé tendre, voire triticale. Variété : RENAN de préférence pour le blé.

Précédent : Eviter les précédents « luzerne », situations qui risquent de présenter des niveaux de reliquats azotés trop importants pour que les apports d'engrais organiques soient efficaces. Tout autre précédent peut convenir (hormis blé/blé) à condition qu'il n'ait pas laissé une situation de fort enherbement.

Type de sol : Privilégier dans un premier temps les types de sol les plus représentatifs de la région, et ceux pour lesquels le fonctionnement des engrais organiques est bien connu : limons battants, limons argileux... Le type de sol doit être homogène et non compacté dans la partie où l'essai se trouve.

c. Protocole expérimental

Produits utilisés : En 2011 lors de la première année du réseau d'essai, quatre produits ont été testés :

- Bouchons de luzerne déshydratée
- Bouchons de luzerne séchée
- Ensilage de luzerne
- Pseudo compost de luzerne

L'efficacité des produits est comparée par rapport à :

- Un témoin non fertilisé
- Un témoin fertilisé avec un produit de référence (fientes de volailles par exemple)

Les résultats 2011 ont montré un effet moyen et pas toujours significatif des bouchons et de l'ensilage de luzerne. Aucun effet du compost n'a pu être mis en évidence, seules les fientes de volailles ont eu un réel effet significatif sur le rendement et le taux protéique. Les deux types de bouchons ont eu des comportements similaires. Mais les conditions climatiques particulières de cette année-là étaient peu favorables à l'expression des engrais organiques, ces résultats sont donc à considérer avec précaution et le réseau d'essais a été poursuivi en 2012.

Deux produits fertilisants à base de luzerne ont donc été gardés pour la deuxième année du réseau d'essai : les bouchons de luzerne déshydratée et l'ensilage de luzerne. La composition des produits en azote et le prix de l'unité d'azote sont détaillés tableau 1.

- Bouchons de luzerne déshydratée : en provenance de l'usine de déshydratation de SIDESUP
- Ensilage de luzerne : il a été réalisé sur la station expérimentale d'ARVALIS – Institut du végétal à Boigneville (91)
- Fientes de volailles : elles sont considérées comme témoin des engrais traditionnellement utilisés en grandes cultures bio. Chaque expérimentateur est chargé de se procurer ce produit
- Farines de viandes : produit facultatif, chaque expérimentateur est chargé de se procurer ce produit

Tableau 1 : Caractéristiques des produits épandus dans les essais « Fertilisation avec des produits à base de luzerne » (analyses 2011-2012)

Produit	Matière sèche (%)	N total	P2O5 total	K2O total	MgO total	Prix (€/t)	soit à l'unité d'azote
Fientes de volailles (MO55 utilisées en IdF)	85,4	43,7	31,5	28,28	10,2	80 €/t	1,83 €
Bouchons de luzerne déshydratée	89,4	27,7	6,9	24,8	3,4	245 €/t	8,84 €
Ensilage de luzerne de 5 mois	84,7	17,9	5,5	24	2,8	25 €/t	1,40 €

Dose : la dose retenue pour l'ensemble des modalités est de 60 UN/ha.

Périodes d'apport : Deux périodes d'apports sont proposées dans le protocole : automne et printemps.

Les *apports de printemps* sont obligatoires, ils sont réalisés au stade tallage à fin tallage. Les *apports d'automne* sont facultatifs. Chez les agriculteurs, ils sont généralement réalisés avant le labour, en septembre. Les dispositifs expérimentaux en micro-parcelles avec répétitions ne permettent pas de réaliser les apports à cette même période. Pour les apports d'automne, les épandages sont donc réalisés le plus rapidement possible après le semis.

Attention : la Directive Nitrates limite les périodes possibles pour les apports d'engrais organiques d'origine animale (généralement autorisés jusqu'au 1^{er} novembre, se reporter à la réglementation en vigueur). L'objectif est bien ici expérimental et ne correspond aucunement à des préconisations : il y a donc extrapolation des résultats d'apports fin octobre début novembre à des apports courant septembre conformes à la réglementation

Les essais ont été mis en place à la mi automne, les semis ont eu lieu entre le 25 octobre et le 10 novembre. Les épandages d'automne ont généralement été réalisés 15 jours après le semis ; les épandages de printemps ont été réalisés de fin février à fin mars.

Les différentes modalités (produit x période d'épandage) ont été testées au choix du responsable d'essai. Les modalités testées dans chaque essai sont précisées en annexe 3.

Tableau 2 : Récapitulatif des modalités proposées

Intitulé	Produit	Dose (UN/ha)	Période d'apport	Modalités de base
Témoin		0		
<i>FV a</i>	<i>Fientes de volailles</i>	60	Automne	Modalités en option
<i>BD a</i>	<i>Bouchons de luzerne déshydratée</i>	60		
<i>E a</i>	<i>Ensilage de luzerne</i>	60		
FV p	Fientes de volailles	60	Printemps	Modalités de base
BD p	Bouchons de luzerne déshydratée	60		
<i>E p</i>	<i>Ensilage de luzerne</i>	60		
<i>Far a</i>	<i>Farine de viande</i>	60	Automne	Modalités ajoutées par CA60
<i>Far inc</i>	<i>Farine de viande</i>	40		
<i>Far p</i>	<i>Farine de viande</i>	60		
<i>FV ap</i>	<i>Fientes de volailles</i>	30 + 30	aut + ptps	Modalités ajoutées par CA28
<i>FV ap2</i>	<i>Fientes de volailles</i>	60 + 60	aut + ptps	

En gras : Modalités obligatoires

Grisé italique : Modalités en option

4. Résultats

a. Bilan climatique

L'automne a été doux et sec, le mois de septembre a permis une bonne préparation du sol et les semis ont pu se faire de bonnes conditions. Le mois de décembre, doux et pluvieux, a permis le remplissage des Réserves Utiles. Les cultures étaient très en avance au niveau des stades.

Un épisode de gel intense (de -11°C à -18°C par endroits) a eu lieu la première quinzaine de février. Les dégâts sur les cultures sont variables selon s'il y avait présence ou absence de neige à cette période-là. Il n'y a a priori pas eu de problèmes sur les essais du réseau, à part dans un essai à Lion-en-Sullias.

Le temps sec s'est poursuivi jusqu'à la mi-avril. Le retour de la pluie est arrivé mi-avril avec un maintien des températures fraîches. Les pluies ont été quasiment continues au moment de la floraison, les températures sont restées fraîches durant le mois de juin. Dans les sols les plus hydromorphes, l'eau a pu provoquer des anoxies racinaires pénalisant le début du remplissage. Les pluies fréquentes au moment du remplissage du grain ont ensuite retardé les récoltes. La verse a été fréquente dans certaines régions.

b. Validation des essais

- Validation statistique

Il convient en premier lieu de vérifier que les hypothèses de construction du modèle : additivité du modèle et vérification des résidus (*normalité, variance constante et indépendance*). Les détails de la validation des essais sont en annexe 4. Il n'a été possible de faire les validations individuelles des essais que sur les rendements. En effet, les taux protéiques ont souvent été mesurés par modalités et non sur chaque microparcelles, nous ne disposons donc pas des données brutes pour faire l'analyse.

L'hypothèse d'additivité (pas d'interactions bloc x traitement), de normalité des résidus et de variance constante sont valides pour tous les essais, de même que l'hypothèse d'indépendance.

- Puissance des essais

Pour quatre essais, la puissance de test est moyenne : pour ces essais, il est donc difficile de conclure si la non significativité des résultats a un fondement agronomique ou bien si l'essai n'était pas assez puissant pour pouvoir mettre en évidence l'effet désiré.

c. Effets des modalités de fertilisation sur le rendement

Pris individuellement, seuls quatre essais sur les neuf ont montré des résultats significatifs. Il y a un effet significatif des fientes de volailles par rapport au témoin dans deux de ces quatre essais. Dans un essai, les modalités avec bouchons de luzerne à l'automne ont un rendement supérieur au témoin mais inférieur à celui des modalités avec fientes de volailles à l'automne. Dans un autre essai, les modalités bouchons automne, bouchons printemps, fientes automne et fientes printemps ont un rendement significativement différent de celui du témoin, mais il n'y a pas de différences de rendement significative entre ces quatre modalités-là.

Pour aller plus loin dans l'analyse statistique, nous avons étudié le regroupement des neuf essais de la région Centre. Les niveaux de rendements sont assez hétérogènes entre ces essais :

Témoins : de 16,1 q/ha à 58,7 q/ha

Moyenne des témoins = 30 q/ha

La précision de l'essai (Ecart Type Résiduel) est déterminée et est égale à 1,8 q/ha. L'essai est donc assez précis. L'analyse de la variance est significative ($p=0,02$), les modalités de fertilisation ont donc un effet significatif sur les rendements. Le tableau 3 présente l'efficacité moyenne des différents produits sur le rendement. Les fientes de volailles et les bouchons de luzerne apportés à l'automne sont les produits qui ont montré la meilleure efficacité par rapport au témoin. L'ensilage de luzerne a montré en moyenne une augmentation du rendement par rapport au témoin (+ 2q/ha), mais jamais de manière significative. Les gains en termes de rendements obtenus sont variables : de - 1 à + 9 q/ha pour les fientes de volaille, de - 1 à + 7 q/ha pour les bouchons et de - 4 à + 4 q/ha pour l'ensilage – lorsque les effets sont significatifs. Les gains engendrés restent ainsi limités, sauf pour les fientes de volailles et les bouchons de luzerne à l'automne et uniquement sur certaines zones.

Tableau 3 : Efficacité moyenne sur le rendement des différents produits testés (modalités présentes deux fois ou plus)

	Apports d'automne		Apports de printemps	
	% témoin	Gain de rdt moyen	% témoin	Gain de rdt moyen
Fientes de volailles	109%	+ 3 q/ha (de -2,5 à +8 q/ha)	109%	+ 3 q/ha (de -1 à +9 q/ha)
Bouchons de luzerne	112%	+ 3,5 q/ha (de +0,5 à +7 q/ha)	108%	+ 2 q/ha (de -1 à +4 q/ha)
Ensilage de luzerne	106%	+ 2 q/ha (de -4 à +1,5 q/ha)	107%	+ 2 q/ha (de -1 à +4 q/ha)

Gras grisé : différence significative par rapport au témoin

Pour chercher quelles modalités ont des rendements moyens différents, nous utilisons les plus petites amplitudes significatives dans le test de Newman-Keuls. Le test de Newman-Keuls (tableau 4) dégage trois groupes homogènes.

Tableau 4 : Test de Newman-Keuls

Groupes homogènes	Témoin	Ensilage aut.	Ensilage print.	Bouchons print.	Bouchons aut.	Fientes aut.	Fientes print.
	A	A	A	A			
		B	B	B	B	B	B

Les modalités « bouchons automne », « fientes automne » et « fientes printemps » ont des rendements significativement différents du témoin. Il n'y a pas de différences significatives de rendement entre ces trois modalités (les bouchons de luzerne apportés à l'automne ont eu les mêmes effets sur le rendement que les fientes de volailles). Les rendements des modalités avec bouchons de luzerne apportés au printemps ne sont pas significativement différents des autres modalités.

Conclusion sur les rendements : en 2011, les produits à base de luzerne avaient montré des effets inférieurs sur le rendement par rapport aux fientes de volailles. Cette année, les bouchons de luzerne apportés à l'automne ont eu le même effet sur le rendement que les fientes de volailles. Les bouchons de luzerne apportés au printemps n'ont pas eu d'effets significatifs sur les rendements, il semblerait que les bouchons de luzerne minéralisent moins vite ou plus tard. Les bouchons de luzerne apportés au printemps n'ont pas eu d'efficacité sur le rendement mais en revanche, ils en ont eu plus tardivement sur le taux de protéines (cf. paragraphe suivant).

d. Effets des modalités de fertilisation sur le taux protéique

Pour étudier l'effet des modalités de fertilisation sur le taux de protéines des céréales, nous travaillerons uniquement sur le regroupement des essais de la région Centre. En effet, les taux

protéiques étant souvent mesuré par modalité et non pas par microparcelle, les données brutes ne sont pas disponibles pour étudier individuellement chaque essai.

Les niveaux de taux de protéines sont assez hétérogènes entre les neuf essais :

Témoins : de 9,2 % à 12,7 %

Moyenne des témoins = 10,7 %

Le tableau 5 présente l'efficacité moyenne des différents produits sur le rendement. Dans ce tableau, l'effet le plus marqué sur le taux de protéines vient de l'apport de bouchons de luzerne apportés au printemps : + 104% du témoin. Cependant, malgré une tendance à l'augmentation des taux de protéines, l'ANOVA ne montre pas d'effets significatifs des modalités de fertilisation sur le taux de protéines dans le regroupement des neuf essais de la région Centre.

Tableau 5 : Efficacité moyenne sur le taux protéique des différents produits testés (modalités présentes deux fois ou plus)

	Apports d'automne		Apports de printemps	
	% témoin	Gain de protéines moyen	% témoin	Gain de protéines moyen
Fientes de volailles	101 %	+ 0,1 % (de -0,1 à + 0,7 %)	102 %	+ 0,2 % (de -0,2 à + 0,5 %)
Bouchons de luzerne	102 %	+ 0,2 % (de -0,2 à + 0,6 %)	104 %	+ 0,4 % (de -0,1 à + 0,5 %)
Ensilage de luzerne	102 %	+ 0,2 % (de 0,1 à 1 %)	100 %	0 % (de -0,1 à + 0,2 %)

Gras grisé : différence significative par rapport au témoin

NB : l'ANOVA montre un effet significatif des modalités de fertilisation quand on travaille sur le regroupement des 13 essais du réseau en ajoutant les essais de l'Île-de-France et de la Picardie. Dans ce cas-là, les bouchons de luzerne apportés au printemps ont un effet significatif sur les taux de protéines.

e. Influence de la culture et du précédent sur les résultats de rendement

Sur les neuf essais de la région Centre, six ont un précédent légumineuse (féverole ou pois). Il est donc intéressant de tester si les différents précédents ont eu un impact sur les niveaux de rendement des céréales. Quand on teste les effets fixes sur le rendement (tableau 6), on s'aperçoit que le précédent, la modalité de fertilisation et l'interaction entre les deux ont tous les trois un effet significatif sur le rendement.

Tableau 6 : Analyse de l'impact du précédent sur le rendement

	DDL	Valeur F	Pr > F
Précédent	7.01	5.63	0.049
Modalité	22	4.47	0.004
Précédent*modalité	22	2.98	0.028

Une dernière chose à noter est que la moyenne ajustée des rendements avec précédent légumineuse est de 28 q/ha alors que celle des rendements avec précédents **NON** légumineuse est de 44 q/ha. Lorsque la situation azotée d'une parcelle est bonne, les engrais ont l'air de fonctionner moins bien. D'autres facteurs explicatifs doivent expliquer cette différence de rendements : la culture étudiée (blé ou triticale), le lieu de l'essai (conditions climatiques, potentiel de sol), ...

Ce réseau d'essai peut donc permettre également de mettre en évidence les situations dans lesquelles ces engrais fonctionnent et les situations dans lesquelles ils fonctionnent moins bien.

Il est difficile de s'affranchir de l'effet « lieu » dans un réseau d'essai, néanmoins pour la troisième et dernière année du réseau, il serait prudent de faire en sorte d'avoir des situations les plus identiques possibles entre les différents sites pour éviter le plus possible les interactions dues à un précédent légumineuse ou à la culture étudiée.

f. Résultats sur le regroupement des 13 essais (Centre + Ile-de-France + Picardie)

Nous allons brièvement présenter les résultats pour le regroupement des 13 essais : les neuf de la région Centre, les trois en Ile-de-France et celui de Picardie.

Les résultats sur le rendement sont sensiblement les mêmes, il y a un effet significatif sur le rendement des fientes de volailles, quelle que soit la date d'apport, et des bouchons de luzerne apportés à l'automne (tableau 7). Le gain de rendement est de 3,5 à 4 q/ha soit 1q/ha de plus que dans le regroupement des neuf essais du Centre.

Tableau 7 : Efficacité moyenne sur le rendement des différents produits testés (modalités présentes deux fois ou plus)

	Apports d'automne		Apports de printemps	
	% témoin	Gain de rdt moyen	% témoin	Gain de rdt moyen
Fientes de volailles	112%	+ 4 q/ha (de -2,5 à +8 q/ha)	111%	+ 3,5 q/ha (de -1 à +9 q/ha)
Bouchons de luzerne	112%	+ 4 q/ha (de +0,5 à +7 q/ha)	108%	+ 3 q/ha (de -1 à +4 q/ha)
Ensilage de luzerne	109%	+ 3 q/ha (de -4 à +1,5 q/ha)	108%	+ 3 q/ha (de -1 à +4 q/ha)

Au niveau du taux de protéines, quand on étudie le regroupement des 13 essais, l'effet des bouchons de luzerne apportés au printemps que l'on avait entraperçu dans le regroupement des essais Centre, devient ici significatif (104% du témoin).

5. Etude économique : valorisation de la luzerne comme fertilisant (présenté lors des Journées Techniques Grandes Cultures Biologiques, le 13 juin 2012 à Villarceaux)

Du point de vue économique se pose la question de la rentabilité des apports de fertilisants élaborés à base de luzerne. Dans la suite, nous nous consacrerons à des calculs économiques pour une fertilisation de **60 UN/ha avec de l'ensilage de luzerne** et nous chercherons à apporter des éléments de réponse à la question suivante :

Quel gain de rendement et/ou taux de protéines sur le blé fertilisé pour que l'opération de fertilisation avec des produits à base de luzerne soit rentable économiquement ?

a. Calcul du coût de production de l'engrais de ferme à base de luzerne

Nous estimerons dans un premier temps les pertes liées à la non-valorisation de la luzerne ainsi que les surcoûts liés à la récolte et à la technique d'épandage. L'utilisation d'une partie des coupes de luzerne pour produire un fertilisant organique induit une perte de revenus de par la non vente de la luzerne. Ces pertes sont différentes en fonction des débouchés de la luzerne sur l'exploitation. Nous avons pris trois hypothèses : luzerne vendue sur pied à un éleveur, vendue sur pied à une unité de déshydratation et vendue en foin (tableau 8). Nous avons aussi traité l'hypothèse où la luzerne n'est pas vendue, mais simplement broyée sur place.

Tableau 8 : Hypothèses de prix de vente en fonction des débouchés

	Non vendue	Vendue sur pied	Déshydratation	Foin
Prix de vente	0 €/t	45 €/t	80 €/t	120 €/t

Selon les observations réalisées en 2010, l'ensilage à l'automne contient 2,7% de N sur la matière sèche. Pour une dose de fertilisation d'azote à 60 UN/ha, il faut mobiliser 2,3 t/ha d'ensilage, soit environ 40% de la première coupe de luzerne. On prend comme hypothèse qu'il n'y a pas de perte d'azote entre la luzerne et l'ensilage final. Les pertes économiques sont donc pour la luzerne vendue sur pied de 105 €/ha, pour la luzerne déshydratée de 185 €/ha pour la luzerne vendue en foin de 275 €/ha. Le tableau 9 résume ces calculs.

Concernant les surcoûts liés au chantier de récolte, au conditionnement et à l'épandage, les calculs (Coût CUMA) sont réalisés avec comme matériel les tracteur associés, une faucheuse (55 €/ha) et une ensileuse (80 €/ha) pour la récolte. On estime la manutention et les frais de bâche à 20 €/ha. Le coût de l'épandage s'élève à 35 €/ha. Le surcoût de récolte pour une luzerne initialement non vendue, ou vendue sur pied à un éleveur ou en déshydratation est lié au passage de la faucheuse et de l'ensileuse sur 40% de la surface, soit 55 €/ha. Pour une luzerne vendue en foin, les charges de mécanisation d'ensilage sont équivalentes aux opérations de fauchage, andainage, pressage. Le surcoût de manutention et d'épandage de 55 €/ha (20 + 35 €/ha) s'applique quel que soit le mode initial de valorisation de la luzerne.

Au final les surcoûts plus pertes sont respectivement de 330 €/ha, 295 €/ha et 215 €/ha pour une luzerne valorisée en foin, en déshydratation ou sur pied à un éleveur, et 110 €/ha pour une luzerne non vendue initialement.

Tableau 9 : Récapitulatif des pertes et surcoûts engendrés par la fertilisation avec de l'ensilage de luzerne en fonction des débouchés possibles pour la luzerne

	Luzerne non vendue	Luzerne vendue sur pied	Luzerne vendue déshydratée	Luzerne en foin
Prix de vente	0 €/t	45 €/t	80 €/t	120 €/t
Rendement 1^{er} coupe	6 t/ha			
Teneur en N	2,7 %			
Quantité ensilage nécessaire	2,3 t/ha			
Pertes économiques	0 €/ha	105 €/ha	185 €/ha	275 €/ha
Surcoût récolte (40% surface)	55 €/ha	55 €/ha	55 €/ha	X
Surcoût bâche	20 €/ha	20 €/ha	20 €/ha	20 €/ha
Surcoût épandage	35 €/ha	35 €/ha	35 €/ha	35 €/ha
Surcoût total	110 €/ha	110 €/ha	110 €/ha	55 €/ha
Pertes + surcoût	110 €/ha	215 €/ha	295 €/ha	330 €/ha

b. Calculs du prix de l'unité d'azote

Les coûts totaux de la fabrication de 60 UN/ha d'ensilage de luzerne permettent d'évaluer le coût de l'unité d'azote dans ce produit (tableau 10). Pour ce calcul, nous ne prenons pas en compte les coûts d'épandage, ce qui facilite la comparaison avec les autres engrais.

Tableau 10 : Prix de revient de l'unité d'azote dans l'ensilage de luzerne en fonction du débouché initial de la luzerne

	Luzerne non vendue	Luzerne vendue sur pied	Luzerne vendue déshydratée	Luzerne en foin	Fientes de volailles
Prix de revient de l'unité d'azote (hors épandage)	1,2 €/UN	2,8 €/UN	4,1 €/UN	4,8 €/UN	2 à 2,5 €/UN

A part quand la luzerne est simplement broyée sur place, le prix de revient de l'unité d'azote est plus cher dans le cas de produits fertilisants à base de luzerne que dans le cas de fientes de volailles.

c. Quelle efficacité de l'apport sur le rendement pour rentabiliser la fabrication et l'épandage de l'ensilage de luzerne ?

Les gains de rendements à obtenir sur le blé fertilisé pour couvrir ces charges sont fonction du prix de vente du blé. Les hypothèses choisies sont présentées tableau 11. Avec les hypothèses posées précédemment, les gains de rendement nécessaires pour compenser les pertes et surcoûts sont résumés dans le tableau 12 suivant.

Tableau 11 : Hypothèses de prix de vente des blés biologiques

Blé panifiable		Blé fourrager	
Prix haut	Prix bas	Prix haut	Prix bas
400 €/t	300 €/t	330 €/t	230 €/t

Tableau 12 : Gains de rendements nécessaires pour rentabiliser l'ensilage de luzerne comme fertilisant

	Luzerne non vendue	Luzerne vendue sur pied	Luzerne vendue déshydratée	Luzerne en foin
Blé panif., prix haut	3 q/ha	5 q/ha	7 q/ha	8 q/ha
Blé panif., prix bas	4 q/ha	7 q/ha	10 q/ha	11 q/ha
Blé fourrager, prix haut	3 q/ha	6 q/ha	9 q/ha	10 q/ha
Blé fourrager, prix bas	5 q/ha	9 q/ha	13 q/ha	14 q/ha

Etant donnée l'efficacité généralement observée des engrais organiques en AB dans le bassin parisien, les 7 à 15 q/ha de gain de rendement nécessaires pour rentabiliser la fertilisation avec l'ensilage de luzerne par rapport à une vente en déshydratation ou en foin ne seront probablement atteignables que rarement. La fertilisation avec des produits à base de luzerne semble donc être cohérente plutôt dans des systèmes où la luzerne ne peut être vendue, ou est vendue à faible prix (vente sur pied). Dans les essais de 2012, l'ensilage n'a en moyenne permis de gagner que 3 q/ha, ce qui ne permet de rentabiliser sa fabrication qu'en cas de prix de vente du blé élevé et quand la luzerne est broyée.

Cette étude cherche davantage à exposer un exemple de calcul, qu'à fournir des références précises et les calculs sont à adapter dans les différents contextes. Par ailleurs, dans cette évaluation économique nous nous focalisons sur l'azote, mais les apports de fertilisant à base de luzerne permettent aussi des apports d'autres éléments notamment potasse et phosphore.

6. Discussion et pistes d'amélioration du protocole

Lors de son écriture, le protocole expérimental de ces essais luzerne a donc été délibérément voulu simple pour pouvoir être facilement mis en place dans tout le réseau. Il devait permettre de répondre à une question élémentaire : « Quelle efficacité des produits fertilisants à base de luzerne par rapport aux engrais organiques traditionnellement utilisés en AB ? ». Les deux premières années du réseau ont déjà permis de commencer à répondre à cette question en montrant que tous les produits à base de luzerne n'étaient pas efficaces, que certains avaient des effets sur le rendement, d'autres plus sur le taux de protéines et que les résultats dépendaient énormément du lieu de l'essai, de la période d'application et de l'année.

Lors de l'analyse des résultats, certains éléments ont cependant manqué pour faire une analyse vraiment approfondie. Nous avons donc choisi de revenir sur le protocole pour détailler les points qui ont posé problèmes et proposer des pistes d'amélioration.

	Protocole initial	Commentaires	Propositions
Choix de la parcelle	<u>Culture</u> : Blé (Renan de préférence), voire triticale	L'analyse stats a montré une interaction entre le rendement, les modalités de fertilisation et la culture.	Prendre la même culture pour tous les essais
	<u>Précédent</u> : éviter les précédents luzerne et les blés/blés, tous les autres précédents conviennent du moment que la parcelle est propre.	L'analyse stats a montré une interaction entre le rendement, le type de précédent et les modalités de fertilisation.	Eviter les précédents présentant des niveaux de reliquat trop importants (type luzerne). confirmer si possible le lieu d'essai par un Reliquat Post Récolte.
	<u>Sol</u> : les plus représentatifs de la région, homogènes et non compactés	Données OK	X
Notations	Fonctionnement de la parcelle (vérifier l'absence de facteur limitant)	Pas eu de retour	Si pas de facteurs limitants dans l'essai, ne pas oublier de le préciser.
	<u>Situation azotée de la parcelle</u> : REH (facultatif) et RSH (obligatoire) pour apports d'automne, RSH uniquement pour apports de printemps		Voir sous tableau
	<u>Conditions climatiques</u> (facteur limitant)	Pas eu de retours	Si pas de facteurs limitants dans l'essai, ne pas oublier de le préciser.
	<u>Notations sur la culture</u> : peuplement à la levée, densité épis, hauteur	Données OK	X
	<u>Notations des facteurs limitants</u> (adventices et ravageurs)	Peu de retours ravageurs, quelques retours adventices (5 essais sur 12)	Si pas de facteurs limitants dans l'essai, ne pas oublier de le préciser.
Notations	<u>Par parcelle élémentaire</u> :	Données brutes	Ne pas oublier de mesurer

à la récolte	- Humidité	présentes uniquement	les taux de protéines pour chaque microparcelles.
	- PS	pour le rendement, pas pu faire les analyses stats	
	- Rendement	pour les autres variables	
	- Taux de protéines	Humidité, PS, protéines mesurées par modalités.	
<u>Par modalité :</u>			
	- PMG	Données OK	X

Protocole initial situation azotée de la parcelle : REH (facultatif) et RSH (obligatoire), les deux si apports d'automne, RSH uniquement si apports de printemps.

- Remarque 1 : les REH sont rarement faits, or avoir des reliquats plusieurs fois par an permettrait de déterminer à quel moment les engrais à base de luzerne fonctionnent
 - Mesurer les REH, les RSH et les RPR dans le témoin et modalités d'automne
 - Mesurer les RSH et RPR dans les modalités de printemps
 - Ne pas oublier de dater les reliquats
- Remarque 2 : les reliquats ne sont pas fait de la même manière, certains les mesures sur 3 horizons, d'autres sur un seul horizon
 - Mesurer les reliquats de la même manière entre les essais, se mettre d'accord au préalable
- Remarque 3 : le protocole tel qu'il est écrit ne permettra pas de piloter la fertilisation azotée. Une véritable valeur ajoutée. Une perspective à ce projet pourrait venir de la caractérisation de ces engrais et de leur mode de fonctionnement
 - Calculer les quantités d'azote absorbées aux mêmes dates que les reliquats (étudier l'azote dans les compartiments sol ET plante)
 - Faire une courbe de réponse à l'azote en testant plusieurs doses d'azote. Dans un essai en Pays de la Loire par exemple, ils épandent 120 UN/ha de bouchons de luzerne soit le double de la dose utilisée ici.

A retenir sur la synthèse :

Année climatique beaucoup plus favorable à l'expression des engrais organiques qu'en 2011.

Effet des bouchons de luzerne apportés à l'automne identique à ceux des fientes de volailles (+ 3q/ha).

Pas d'essais significatifs en région Centre sur le taux de protéines. Regroupement des essais non significatif non plus.

(Regroupement Centre + Picardie + Ile-de-France significatif sur taux de protéines, effet positif des bouchons de luzerne apportés au printemps).

Quelques pistes pour aller plus loin dans l'étude : dans un deuxième temps, l'étude pourrait se focaliser sur la caractérisation des engrais à base de luzerne pour mieux comprendre leur mode de fonctionnement.

Annexes

Annexe 1 : Localisation des sites d'essais

Annexe 2 : Présentation détaillée des sites d'essais

Annexe 3 : Modalités testées dans chaque essai

Annexe 4 : Validation individuelle de chaque essai sur les rendements

Annexe 5 : Protocole expérimental 2012-2013

Annexe 1 : localisation des sites d'essais en région Centre



« Fertiliser avec des produits à base de luzerne », Synthèse des essais 2012

Annexe 2 : Présentation détaillée des sites d'essais

Organisme	Département	Responsable	Site	Taille des parcelles	Nature du sol	Sol drainé / irrigué	Culture	Variété	Densité	Précédent	Date semis	Date récolte	Date épandage automne	Date épandage printemps
FDGEDA 18	Cher	V.Moulin	Civray	2,5m x 12m	Sable limoneux		BTH	Atlass	355 gr/m ²	Féverole	31/10/2011	25/07/2012	01/12/2011	06/03/2012
CA28	Eure-et-Loir	J. Gall / T. Savoie	Serville	120m ²	Classe E		BTH	mélange Renan/Atlass		Lin	25/10/2011	17/08/2012	25/10 et 03/11/11	29/02/2012
CA36	Indre	A.Chabenat	Levroux	2,5m x 12m	Argilo calcaire superficiel	Non	BTH	Camp Rémy	240 kg/ha	Féverole d'hiver	30/10/2011	24/07/2012	18/11/2011	16/03/2012
CA37	Indre-et-Moire	P. Ménétrier	Pussigny	4 x 24m	Argilo calcaire superficiel	Non	BTH	1/3 Renan + 1/3 Cézanne + 1/3 Pirénéo	380 gr/m ²	Féverole	05/11/2011	24/07/2012	24/11/2011	02/03/2012
CA 37	Indre-et-Moire	P. Ménétrier	Betz le château	120m ²	Limon battant sur argile à silex	Drainé	Triticale	Tremplin	160 kg/ha	Féverole	07/11/2011	08/08/2012	17/11/2011	29/02/2012
CA41	Loir-et-Cher	F. Cadoux / C. Goussault	Marchenoir	5,5m x 24m	Limon argileux		Triticale	Wilfried	400 gr/m ²	Féverole		23/07/2012	10/11/2011	15/03/2012
Arvalis	Loir-et-Cher	M. Bonnefoy / JC. Gapin	Saint Léonard en Beauce	14m ²	Limon		BTH	Pirénéo		PdT	29/10/2011	24/07/2012	10/11/2011	24/02/2012
CA45	Loiret	P. Gaborit-Varlet	Patay	10 x 24 m	Limon argilo-sableux	Non	BTH	mélange 40% Atlass /60% Renan	400 gr/m ²	Pomme de terre	10/11/2011	09/08/2012	30/11/2011	15/03/2012
CA45	Loiret	P. Gaborit-Varlet	Lion en Sullias	11 x 19m	Sable limoneux profond	Oui	Triticale	Seconzac	400 gr/m ²	pois H	05/11/2011	27/07/2012	x	01/03/2012

« Fertiliser avec des produits à base de luzerne », Synthèse des essais 2012

Organisme	REH	RSH	ITK désherbage	Efficacité du désherbage / enherbement	Verse, Ravageurs, maladies ?	Problèmes rencontrés	Autres commentaires
FDGEDA 18		56u		Plus gros développement visuel des adventices et du blé sur les modalités fertilisées le 01/12	0		Grosse activité de ver de terre en surface sur la modalité luzerne automne (absente dans les autres modalités)
CA28	Par horizon et par modalité	Par horizon et par modalité			Essai versé		
CA36		20u	2 herses étrilles			Bloc II non récolté Une donnée manquante : modalité T du bloc III	
CA37		0-30cm : 11u 30-60cm : 15u	2 bineuses + 2 herses	Folles avoines : 30/m ² sur le témoin - 60/m ² sur les autres modalités	0	Enherbement en folle avoine très important, les apports d'engrais multiplient par 2 le nombre de folle avoine	Effet visuel des apports d'automne fin décembre, Effet visuel le 9 mai : stade gaine éclatée, effet des apports organiques sur les folles avoines
CA 37			pas de désherbage	Parcelle propre (de 5 à 20 dicot/m ² maximum)	0	Pas de problème particulier	
CA41			2 herses, dont 1 à l'automne	Parcelle propre, passage d'automne particulièrement efficace	0	Rendement du triticales faible, ne sait pas trop pourquoi	Pas de problèmes particuliers, pas de différences visuelles entre les modalités, climat sec après apport de printemps, climat ok pour apport d'automne
Arvalis	0-30cm : 30u 30-60cm : 26u 60-90cm : 17u	0-30cm : 43u 30-60cm : 19u 60-90cm : 8	1 herse étrille	Beaucoup de folles avoines : 20/m ² sur le témoin - 40/m ² sur les autres modalités	Un peu de rouille jaune		
CA45		69u	2 houes rotatives, (automne + mars)	Enherbé, semé grand écartement, mais pas biné à cause météo, bp de RG sur bloc 3 et 4		Une erreur a été commise : 2 répétitions (blocs 1 et 2) de la modalité « FVa » ont également reçu un apport de printemps de 60UN	Les fertilisants n'ont pas fonctionné malgré un climat humide jusque peu avant la récolte.
CA45		46u	2 bineuses + herse étrille (nov et févr)			Triticales peu dense, a souffert du froid, malade en fin de cycle.	Les engrais n'ont été que peu valorisés, malgré un printemps humide.

Remarque sur les reliquats azote :

- un seul essai où on a les données par horizon et par modalités,
- deux autres essais où on a les RSH par horizon mais pas par modalité
- les autres essais : en général, un seul RSH quelles que soient les modalités, pas de différenciation par horizon
- aucun RPR, REH dans deux cas seulement

Annexe 3 : Modalités testées dans chaque essai

Organisme	Site	Témoin	BDA	BDp	FVa	FVp	Fva dose N/2	Fva+p dose N	Fva+p dose 2N	Ea	Ep	Va	Vp	BFp	DIGp	Far p	Far a
CA45	Patay																
CA45	Lion en Sullias																
CA28	Serville																
CA36	Levroux																
FDGEDA18	Civray																
CA37	Pussigny																
CA 37	Betz le Château																
Arvalis41	Saint Léonard en Beauce																
CA 41	Marchenoir																
Total :		9	8	8	7	7	1	2	1	3	2	1	1	1	1	1	1

	Modalité testée		Modalité non testée
--	-----------------	--	---------------------

- BDA : Bouchons de luzerne déshydratés à l'automne 60u
- BDp : Bouchons de luzerne déshydratés au printemps 60u
- FVa : Fientes de volailles à l'automne 60u
- FVp : Fientes de volailles au printemps 60u
- Fva dose N/2 : Fientes de volailles à l'automne 30u
- Fva+p dose N : Fientes de volailles automne et printemps 60u total
- Fva+p dose 2N : Fientes de volailles automne et printemps 120u total
- Ea : Ensilage de luzerne à l'automne 60u
- Ep : Ensilage de luzerne au printemps 60u
- Va : Vinasses à l'automne 60u
- Vp : Vinasses au printemps 60u
- BFp : Bouchons de luzerne frais 60u
- DIGp : Digestats au printemps 60u
- Far a : Farine Automne 60u
- Far p : Farine Printemps 60u

« Fertiliser avec des produits à base de luzerne », Synthèse des essais 2012

Annexe 4 : Validation individuelle de chaque essai sur les rendements

Organisme	Arvalis	FDGEDA 18	CA 28	CA 36	CA 37	CA 37	CA 41	CA 45	CA 45
Site	St Leonard en Beauce	Civray	Serville	Levroux	Pussigny	Betz chateau le	Marchenoir	Patay	Lion en Sullias
(1) Validation. Test Statistique									
Résidus									
Normalité	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Variance constante	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Indépendance	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Modèle									
Interactions Bloc x Produit	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune
VALIDATION	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
(2) Analyse des effets									
Effet Produits	NON	NON	OUI	OUI	OUI	OUI	NON	NON	NON
<i>Classement</i>				<i>Fientes > Bouchons > Témoin</i>	<i>Fientes > Bouchons > Témoin</i>	<i>Bouchons > farines > témoin</i>			
Effet bloc	OUI	NON		NON	OUI	NON	NON	OUI	OUI
Puissance	Moyenne	Moyenne		Moyenne	Forte	Forte		Moyenne	Forte
VALIDATION	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI

EXPERIMENTATION AB

« FERTILISATION AVEC DES PRODUITS A BASE DE LUZERNE »

ESSAIS EN MICRO-PARCELLES – PROTOCOLE 2012-2013

Rédaction : Charlotte GLACHANT et Claude AUBERT (CA77), Vincent MOULIN (FDGEDA 18).

Contexte

La gestion de l'azote au niveau de l'exploitation est un enjeu primordial pour les systèmes céréaliers bio : en l'absence d'azote organique produit sur l'exploitation, il est important d'exploiter au mieux les ressources existantes (rotation, légumineuses, minéralisation, achats extérieurs...).

Aujourd'hui une nouvelle question technique a émergé : comment profiter au mieux de la production de luzerne dans les systèmes sans se limiter à son effet précédent indéniable ? Ne pourrait-on pas en effet exporter et conserver la luzerne sur l'exploitation pour la ramener au bon moment sur les autres cultures ?

Objectifs

Mettre en place des expérimentations pour connaître et valider l'intérêt de produire des engrais de ferme à base de luzerne et de les utiliser sur l'exploitation.

Ces expérimentations sont de deux types :

- Des essais en bandes, dont l'objectif principal est de tester la faisabilité de l'utilisation d'engrais de ferme à base de luzerne sous différentes formes (ensilage, compost, mélange avec des composts de fumier...) avec le matériel agriculteur.
- Des essais en micro-parcelles avec répétitions pour tester l'efficacité d'engrais à base de luzerne sous différentes formes (bouchons déshydratés, ensilage ...) en comparaison avec des engrais utilisés traditionnellement en AB (fientes de volailles, farine de plumes).

Le protocole présenté ici concerne uniquement cette deuxième catégorie d'essais.

Dispositif expérimental

Essais à 4 blocs (3 minimum) de type Fisher, si possible perpendiculairement au semis afin que toutes les parcelles d'un même bloc soient influencées de la même façon par le travail du sol, le désherbage mécanique, etc.

La taille des parcelles élémentaires dépend du matériel à disposition de l'expérimentateur :

- Essais avec moissonneuse-batteuse d'expérimentation (largeur de coupe = 1,5 m) : parcelle élémentaire à l'épandage = 2,5 m x 12 m ; à la récolte = 1,5 m x 10 m.
- Essais avec moissonneuse-batteuse agriculteur : parcelle élémentaire = largeur MB + 3 à 4 m ; longueur : 25 m (mini 17 m).

Choix de la parcelle

Culture

BLE, voire triticale.

Variété : RENAN de préférence.

Précédent

Eviter les précédents Luzerne : situations qui risquent de présenter des niveaux de reliquats azotés trop importants pour que les apports d'engrais organiques soient efficaces.

Tout autre précédent peut convenir (hormis blé/blé) à condition qu'il n'ait pas laissé une situation de fort enherbement.

Type de sol

Privilégier dans un premier temps les types de sol les plus représentatifs de la région, et ceux pour lesquels le fonctionnement des engrais organiques est bien connu : limons battants, limons argileux...

Le type de sol doit être homogène et non compacté dans la partie où l'essai se trouve.

Protocole

Produits utilisés

Fientes de volailles (obligatoire) :

Chacun se fournit de son côté.

Teneur en azote : **A FAIRE ANALYSER par chacun** (environ 30 à 40 UN/t de produit brut).

Farine de viande (facultatif, utilisées dans l'Oise) :

Chacun se fournit de son côté.

Teneur en azote : **A FAIRE ANALYSER par chacun** (environ 80 UN/t de produit brut).

Bouchons de luzerne déshydratée (obligatoire) :

Teneur en azote : 30,3 kgN/t de produit brut (analyse 2012-2013).

Ensilage de luzerne (facultatif) :

Ensilage de luzerne AB, GAEC Lefèvre (77).

Teneur en azote : 12,1 kgN/t de produit brut (analyse 2012-2013).

Dose

La dose retenue pour l'ensemble des modalités est de 60 UN/ha.

Périodes d'apport

Deux périodes d'apports sont proposées dans le protocole : automne et printemps.

Apports d'automne :

Ces apports sont réalisés, chez les agriculteurs, généralement avant le labour, en septembre.

Les dispositifs expérimentaux en micro-parcelles avec répétitions ne permettent pas de réaliser les apports à cette même période.

Pour les apports d'automne, les épandages sont donc réalisés **le plus rapidement possible après le semis**.

Attention : la Directive Nitrates limite les périodes possibles pour les apports d'engrais organiques d'origine animale (généralement autorisés jusqu'au 1^{er} octobre, se reporter à la réglementation en vigueur).

« Fertiliser avec des produits à base de luzerne », Synthèse des essais 2012

Apports de printemps :

Les apports de printemps sont réalisés au stade tallage à fin tallage.

Récapitulatif du protocole :

Produits :

Code produit	Nom	Teneur en azote estimée (sur produit brut) Analyses 2012-2013
FV	Fientes de volailles	4,31% (IdF)
BD	Bouchons de luzerne déshydratée	3,03%
E	Ensilage de luzerne	1,21%
Dig	Digestat	

Modalités proposées :

en gras : Modalités obligatoires

Grisé italique : Modalités en option

Possibilité de proposer d'autres modalités.

Intitulé	Produit		Dose (UN/ha)	Période d'apport	
Témoin			0		Modalités de base
FV a	FV	Fientes de volailles	60	Automne	
BD a	BD	Bouchons de luzerne déshydratée	60		
<i>E a</i>	<i>E</i>	<i>Ensilage de luzerne</i>	<i>60</i>		
FV p	FV	Fientes de volailles	60	Printemps	
BD p	BD	Bouchons de luzerne déshydratée	60		
<i>Dig p</i>	<i>Dig</i>	<i>Digestat</i>	<i>60</i>		
					Modalité 18 et 77

Notations

Caractérisation de la parcelle et itinéraire technique

La parcelle et l'itinéraire technique doivent être caractérisés précisément.

(Voir fichier excel, fiches à renseigner).

Fonctionnement de la parcelle

Vérifier qu'il n'y a pas de facteur limitant lié à la structure de la parcelle (réalisation d'un profil simplifié si besoin).

Situation azotée de la parcelle

Mesure du REH recommandée, **RSH obligatoire dans le témoin.**

Mesure REH et RSH dans les modalités d'apports à l'automne s'ils ont été réalisés.

Conditions climatiques

Référence de la station météorologique la plus proche.

Notations sur la culture

Peuplement à la levée

Peuplement épis
Hauteur

Notations des facteurs limitants

Enherbement

L'objectif est d'abord d'estimer le niveau global d'enherbement de la parcelle :

- notation visuelle globale de 1 à 9
- et/ou estimation du peuplement adventices /m² par grands types d'adventices (graminées, dicotylédones), niveau de développement des adventices.

Si cela s'avère nécessaire : évaluation de l'enherbement par modalité (voir note d'enherbement – méthode CA77).

Maladies, ravageurs

Notation globale sur l'essai afin d'identifier un éventuel facteur limitant l'efficacité de l'apport d'engrais organique.

Récolte

Réaliser un échantillon par parcelle élémentaire.

Analyses sur échantillon de chaque parcelle élémentaire, **OBLIGATOIRES**

Humidité, PS

Taux de protéines

Analyses sur échantillon moyen

PMG

Résultats (cf fichier excel)

Calcul du rendement à l'humidité standard (15% H).

Analyses statistiques sur rendement à 15%H et sur taux de protéines.

Calculs économiques de rentabilité de l'apport.

Récapitulatif des essais prévus

Liste des essais

Département	Organisme	Responsable	Agriculteur	Commune	Nb répétitions	Largeur parcelle (m)	Longueur parcelle (m)
18	FDGEDA18	V. Moulin	GAEC du Coudray	Civray	4	2,5	12
28	CA28	P. Huet			3	8	24
36	CA36	A. Chabenat	Caroline d'Armaillé	Levroux	4	2,5	12
37	CA37	P. Ménétrier	Line Dominique	pussigny	4	4	25
41	CA41	F. Cadoux			4	5,5	24
45	CA45	P. Gaborit	Y. Banis	Lion-en-Sullias	4	11	19
80	CA80	P. Menu	V. Devyldère	Equennes	4	2,5	12
77	CA77	C. Aubert	JC. Surat	Pézarches	4	2,5	12
77	CA77	C. Aubert	JC. Surat	Pézarches	4	2,5	12

Modalités prévues dans chaque essai au 20 novembre 2011

Modalités proposées

Modalités prévues dans chaque essai : o = oui, n = non

en gras : Modalités obligatoires

Grisé italique : Modalités en option

Intitulé	Produit	Dose (UN/ha)	Période d'apport
Témoin		0	
FV a	Fientes de volailles	60	Automne
BD a	Bouchons de luzerne déshy	60	Automne
FV p	Fientes de volailles	60	Printemps
BD p	Bouchons de luzerne déshy	60	Printemps
<i>E a</i>	<i>Ensilage de luzerne</i>	60	Automne
<i>Dig p</i>	<i>Digestat</i>	60	Printemps
<i>BD a+p</i>	<i>Bouchons de luzerne déshy</i>	30 + 30	Aut + ptps
<i>LF a</i>	<i>Luzerne fraîche</i>	+ ou - 60	Automne
<i>Far a</i>	<i>Farine de viande</i>	60	Automne
<i>Far p</i>	<i>Farine de viande</i>	60	Printemps

Essais									Nombre d'essais par modalité
18	28	36	37	41	45	80	77_1	77_2	
FDG EDA	CA 28	CA 36	CA 37	CA 41	CA 45	CA 80	CA 77	CA 77	
o	o	o	o	o	o	o	o	o	9
o	o	o	o	o	o	o	o	o	9
o	o	o	o	o	o	o	o	o	9
o	o	o	o	o	o	o	o	o	9
o	o	o	o	o	o	o	o	o	9
o	<i>n</i>	<i>o</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>o</i>	<i>o</i>	<i>o</i>	5
o	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>o</i>	<i>o</i>	3
<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>o</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	1
<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>o</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	1
<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>o</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	1
<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>o</i>	<i>n</i>	<i>n</i>	1
7	5	6	6	6	5	8	7	7	

Nombre de modalités par essai :

Chaque expérimentateur est libre d'ajouter des modalités à sa convenance, notamment la modalité 120 UN/ha de bouchons de luzerne au printemps.