Acquérir des références techniques en Agriculture Biologique
GRANDES CULTURES

Bilan des expérimentations 2010-2011
Région Lorraine

Expérimentations menées par les Chambres d'Agriculture de Lorraine dans le cadre du « Schéma Régional d'Actions pour Développer l'Agriculture Biologique en Lorraine et organiser ses filières » avec le concours de l'Agence de l'Eau Rhin Meuse

AGRICULTURES & TERRITOIRES
CHAMBRES D'AGRICULTURE LORRAINE

TERRES d'AVENIR

PARTENARIAT
AGENCE DE L'EAU RHIN•MEUSE
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DU MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DE L'ÉNERGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE LA MER

Remerciements :

Nous souhaitons remercier tout particulièrement les agriculteurs qui ont participé au réseau d'acquisition de références pour cette campagne 2010-2011. Merci à eux pour le temps consacré, pour les échanges toujours riches, les suggestions et sollicitations nous permettant de faire avancer notre projet, sans eux ce travail n'existerait pas.

Merci à Claude Choux (GAEC du Sillon), Patrick Renard (GAEC des grand prés), Vincent Hypolite, David Hypolite , Jacques Delatte (GAEC de la Saule), Mickael Bonnaventure (EARL des Tournesols), Jacquot Joel (GAEC de la Meix), Christelle et Jean Louis Matte (EARL Le Moulin du Petit Poucet), Arnaud et Sébastien Schmitt (GAEC des Raillis), Vincent et Jean Paul Raussin (GAEC du Thabas), Gérard et Jean Michel Charle (Gaec des Mazées), Thomas Vauthier, François Guillaume (Gaec du Bel Air), Damien Massey (EARL de Sauveterre), Jean Yves Rechenmann (Earl Des Tormentilles), Ghislain Barthélémy (SCEA d'Alteville), Thierry Lecler, Laurent Lambert (EARL Lambert), Pierre Jean Adam (GAEC d'Arazon), Michel Husson (Earl de la Taille), Bruno lanterne (Gaec de la croix).

Merci également à l'Etablissement Public Local d'Enseignement et de Formation Professionnelle Agricole (EPL Agro) de Verdun, en particulier à Hervé Carriat, pour sa coopération.

" *Retenons les deux leçons majeures qu'elle [la nature] nous donne (...)*

La diversité, c'est la vie, la garantie d'un développement sans cesse renouvelé, la capacité d'adaptation aux changements, aux imprévus, une source d'innovation.

Si la vie fût bien, dès l'origine des temps, une foire d'empoigne, c'est aussi depuis toujours le creuset de solidarités créatrices.

Oui l'homme est aujourd'hui confronté à ses responsabilités planétaires. "

Robert Barbault, dans "Un éléphant dans un jeu de quilles" - Seuil 2005.

Sommaire

I) Introduction 7

II) Présentation du réseau technique 11

III) Résultats techniques par culture 13

A. Blé Tendre d'Hiver..... 15

1. Criblage variétal 15
2. Mélanges variétaux..... 37
3. Essai engrais foliaires 45

B. Colza d'Hiver 49

1. Présentation des objectifs de chaque essai..... 51
2. Définition des protocoles..... 51
3. Localisation et présentation des sites 53
4. Résultats 59
5. Conclusion 61
6. Bilan et perspectives..... 63

C. Légumineuses 65

1. Semis de légumineuses sous couvert de céréales 64
2. Essai couvert d'interculture 77
3. Maladies du Pois 85

D. Etude valeur fourragère sorgho 101

1. Présentation du contexte de l'étude et des objectifs..... 101
2. Définition du protocole..... 101
3. Localisation et présentation du site 103
4. Résultats principaux..... 103
5. Conclusion 105

IV) Conclusion et Perspectives 107

I) Introduction

Pour cette première édition Lorraine d' « Acquérir des références techniques en Agriculture Biologique -GRANDES CULTURES- » il est nécessaire de faire un point sur le contexte qui a permis la naissance du réseau technique à l'origine de ce document.

L'histoire démarre en 2009, année d'écriture du « Schéma Régional d'Actions pour Développer l'Agriculture Biologique en Lorraine et organiser ses filières » conjointement par la Chambre Régionale d'Agriculture de Lorraine (CRAL) et le Centre des Groupements des Agrobiologistes de Lorraine (CGA de Lorraine). Ce document structure l'action des 2 partenaires sur l'Agriculture Biologique autour de 5 axes : Développement et Structuration des Filières/ Technique et Acquisition de références/ Volet Développement des conversions/ Formation/ Communication.

Ces 5 axes sont détaillés en actions, avec une répartition sur le pilotage et la réalisation de chacune d'elles entre les 2 structures, en fonction des compétences et des historiques des 2 partenaires. Ainsi, le pilotage du volet acquisition de références en grandes cultures est confié à la CRAL, en partenariat avec l'ensemble des structures impliquées dans l'Agriculture Biologique (AB) en région.

La signature en juin 2010 de ce schéma marque le démarrage officiel du partenariat Chambres d'Agriculture/CGA. Dès l'été 2010 les premiers travaux sur l'expérimentation en grandes cultures démarrent sous l'impulsion de Claude Choux, agriculteur et président de Probiolor (coopérative bio lorraine), qui souhaitait travailler sur la culture du colza en Lorraine. Rapidement un groupe de travail est créé, animé par la Chambre Régionale, incluant les Conseillers des Chambres Départementales, le CGA, les GAB (Groupements d'Agriculteurs Biologiques), Probiolor, le Cetiom (Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux et du chanvre) et l'INRA (Institut National de Recherche Agronomique) de Mirecourt. Les thématiques « prioritaires » à traiter sont définies et portent sur le blé, culture très représentée dans les exploitations bio lorraines, du fait de son atout économique et de son importance dans l'équilibre des systèmes de polyculture élevage lorrains, mais également sur le colza, culture bien moins « classique » des systèmes bio, mais sur laquelle repose de réels enjeux pour la filière biologique.

Ce projet est, depuis sa naissance, le fruit d'un partenariat continu entre les différents acteurs de la filière biologique en Lorraine. Depuis l'écriture à « 4 mains » du Schéma jusqu'à l'organisation de réunions d'échanges avec l'ensemble des partenaires pour définir et discuter des expérimentations, ce mode de fonctionnement traduit la volonté forte de construire des actions en cohérence et en concertation, pour les encrer dans les réalités de terrain et les inscrire dans la durée.

Cette première synthèse présente les résultats de la saison culturale 2010-2011, durant laquelle des expérimentations ont été menées sur l'évaluation du comportement de différentes variétés de blé tendre d'hiver (BTH), sur l'intérêt des mélanges de variétés de BTH pour sécuriser la production, sur l'évaluation de stimulateurs de défenses naturelles sur BTH.

Des essais ont également porté sur l'intérêt de mélanges de variétés de colza à précocités de floraison différentes pour lutter contre les méligèthes, sur le comportement d'associations colza-légumineuses pour lutter contre les adventices et sur la gestion de l'azote dans les systèmes bio à travers le semis de couverts, au printemps ou en été. D'autres travaux plus ponctuels ont également été menés sur les maladies (aphanomycès et carie) et sur les variétés de sorgho.

Cette synthèse est le fruit d'un travail important réalisé plus particulièrement par les collègues des Chambres Départementales d'Agriculture de Lorraine, à savoir Justin Bayle, Frédéric Arnaud et Sophie Rattier pour la Chambre de Meurthe et Moselle, Aurélie Billon, Alexandre Fleuriet et Sébastien Louyot pour la Chambre de Meuse, Pierre Dollé pour la Chambre de Moselle, Thomas Lacroix, Véronique Laudinot et Anne Verdenal pour la Chambre des Vosges. Ce travail n'aurait pas été possible sans le soutien important de l'Agence de l'Eau Rhin Meuse (AERM) envers ces actions d'acquisition de références en faveur de l'Agriculture Biologique.

Bonne lecture à tous,

Nicolas Chartier,

Agronome à la Chambre Régionale d'Agriculture de Lorraine,
Service Agronomie et Développement Durable.

II) Présentation du réseau technique

Le réseau technique à l'origine des données présentées dans ce rapport est composé de 23 exploitations lorraines, et de 2.5 ETP au sein des 5 Chambres d'Agriculture que compte la région (0.5 ETP de temps alloué à cette action pour chaque établissement).

Ces exploitations sont réparties sur toute la région, permettant d'intégrer une diversité de situations dans les résultats observés, que ce soit au niveau du contexte pédoclimatique, des limons profonds du Pays Haut jusqu'aux sols calcaires des Vosges à la limite du plateau lorrain et de la montagne vosgienne, ou au niveau des systèmes d'exploitations, des systèmes très herbagés des Vosges aux systèmes céréaliers du Pays Haut.

Ce réseau technique est également composé de nombreux organismes partenaires, certains tels que le CGA de Lorraine et les GAB, ont des activités transversales sur l'AB, d'autres ont des champs d'action plus spécifiques, tels que les acteurs de la recherche et du développement (INRA, CETIOM, ITAB, etc.) mais aussi de la filière (Probiolor notamment). Ces différents organismes sont représentés dans le comité de pilotage du programme d'acquisition de références qui se réunit plusieurs fois par an pour discuter de l'avancée des actions et définir des axes prioritaires de travail. Des réunions plus « techniques » ont lieu régulièrement, entre les conseillers des Chambres d'Agriculture, pour échanger sur l'avancée des essais, les difficultés rencontrées sur le terrain, écrire les protocoles, etc.

Ce réseau s'appuie donc sur des partenaires tant au niveau local, qu'au niveau inter-régional (échanges avec l'Alsace et la Champagne-Ardenne notamment), que national (en particulier un partenariat fort avec l'Institut Technique de l'Agriculture Biologique, ITAB) pour pouvoir bénéficier le plus largement possible des connaissances existantes, et assurer une cohérence dans la conduite des programmes d'expérimentation.

III) Résultats techniques par culture

Vous trouverez dans cette partie le détail des résultats techniques acquis lors de cette première année d'expérimentation.

En particulier, vous trouverez, par essai, un paragraphe introductif vous présentant le contexte, l'objet ainsi que les objectifs de l'expérimentation mise en place.

Vous trouverez également le détail du protocole suivi, allant de l'implantation (type de sols, dates et doses de semis, etc.) jusqu'aux observations réalisées lors de la période végétative et après (levées, comptage d'adventices, reliquats azotés, etc.).

Nous préciserons ensuite la localisation des parcelles et les décrirons de manière plus approfondie, afin de « contextualiser » les résultats présentés.

La quatrième partie sera consacrée à la présentation des résultats et à leur analyse.

Enfin, l'objet de la dernière partie de la synthèse de chaque essai sera de dresser un bilan de l'essai et d'en identifier les perspectives.

Tableau 1 : Récapitulatif des observations et mesures réalisées dans le cadre de l'essai « criblage variétal de blé tendre d'hiver »

Période	***Observation ou mesure***	***Sur les témoins***	***Sur toutes les variétés****	***Commentaires***
Avant tallage, avant 1er hersage	Nombre de pieds levés/m²	A effectuer	Sur les autres si problème constaté : faire le tour des parcelles.	*En profiter pour observer la présence de pucerons ou non.*
Sortie hiver, après hersage	Nombre de plantes/m²	Refaire la densité si des dégâts ont été constatés.		
Fin tallage à 1 ou 2 noeuds	Pouvoir couvrant	Si possible pour chaque variété.		Notation visuelle (estimation du % de sol non recouvert). Compter 3 passages en 15 jours.
Epiaison	Date d'épiaison (50% des épis à moitié dégainés)	A effectuer	Si possible pour chaque variété.	*En profiter pour observer la présence de maladies ou adventices.*
Fin gonflement à fin floraison	Maladies	A effectuer (type de maladie, importance)	Au moins signaler les différences variétales importantes. Faire des notations globales sur les variétés concernées à l'aide d'un fongiscope 1.	**Attention** : **il est indispensable d'indiquer clairement dans le dossier si l'absence de données signifie absence de maladie ou pas de notation**.
Fin floraison à maturité	Mesure des hauteurs de paille	Si possible pour chaque variété.		*En profiter pour observer la présence de maladies ou pucerons.*
	Verse	En cas de verse…		
Récolte et post-récolte	Rendement	A effectuer pour chaque variété		Pour chaque variété.
	Mesure de PMG et humidité	A effectuer pour chaque variété		Un échantillon moyen par variété (regroupement des blocs).
	% de protéines	A effectuer pour chaque variété. Le premier indicateur de qualité est la teneur en protéines, il est indispensable de l'avoir.		Un échantillon moyen par variété (regroupement des blocs).
	Autres mesures de quelité (W, PS, zélény,…)	Si possible pour chaque variété.		

[1] *Fongiscope : document permettant de reconnaître les maladies à l'aide de photos et dessins.*

A. Blé Tendre d'Hiver

1. Criblage variétal

1.1. Présentation du contexte de l'essai et des objectifs

Quelles sont les variétés de blé tendre d'hiver les mieux adaptées à l'agriculture biologique lorraine ? Il existe à l'heure actuelle un savoir empirique sur les variétés adaptées au contexte lorrain, le choix variétal étant bien sûr lié à la connaissance des intérêts agronomiques des variétés, mais aussi à leurs performances technologiques (panification en particulier) et aux habitudes de travail des agriculteurs. Une étude effectuée par le CGA (Etat des lieux des variétés bio en grandes cultures utilisées en Lorraine, Devillairs, 2010) a montré que pour 36 agriculteurs enquêtés, 20 variétés différentes étaient utilisées, bien que la majorité des blés soient destinés à la meunerie (85%). Il y a donc une grande diversité de variétés utilisées pour un même débouché.

Il existe aujourd'hui peu d'informations sur le comportement de variétés de blé tendre d'hiver conduites en agriculture biologique obtenues dans le cadre d'un réseau expérimental avec des moyens permettant des analyses rigoureuses, pour vérifier et compléter les connaissances empiriques.

Le choix a ainsi été fait de rejoindre le réseau national de criblage variétal piloté par l'ITAB et Arvalis-Institut du Végétal. L'objectif de ce réseau est de repérer, parmi les variétés du marché, celles qui répondent le mieux aux conditions de culture de l'agriculture biologique pour nos conditions pédoclimatiques. Le but est d'apporter des informations fiables sur les variétés présentes aujourd'hui sur le marché afin de faciliter le travail des agriculteurs, mais aussi de donner des clefs à la filière pour orienter ses choix variétaux.

Pour cette première année, trois plateformes ont été mises en place : une en Meurthe et Moselle, à Gye chez Mickael Bonnaventure, une en Meuse, à Lacroix sur Meuse chez Gérard et Jean Michel Charle et une en Moselle, à Lagarde chez Damien Massey. Les essais ont été semés et récoltés par la CAL, Arvalis et Lorca selon les sites.

L'objectif de l'essai est donc la comparaison du comportement de différentes variétés de blé tendre d'hiver dans différents contextes pédo-climatiques lorrains dans les conditions de l'agriculture biologique (résistance aux maladies, teneur en protéines et potentiel de rendement, pouvoir concurrentiel sur les adventices, etc…).

1.2. Définition du protocole, liste des variétés testées

Le protocole fourni par l'ITAB consiste à semer les différentes variétés en micro-parcelles avec 3 répétitions minimum et à réaliser un certain nombre d'observations et de mesures permettant d'une part de caractériser le lieu d'essai (niveaux de contraintes, précocité du lieu) et d'autre part de caractériser les variétés afin d'avoir des éléments objectifs de comparaison. Pour ce faire les observations sont également effectuées sur trois témoins (RENAN, SATURNUS, ATTLASS) bien connus des agriculteurs.

Vous trouverez dans le tableau ci-contre les différentes observations et mesures réalisées pour chacune des 3 plateformes (tableau 1).

	Département		
	54	55	57
ATTLASS	X	X	X
BLASIUS	X	X	X
BRENTANO	X	X	X
ELEMENT	X	X	X
JB ASANO	X	X	X
KORELI		X	X
MIDAS	X	X	X
OXEBO	X	X	X
PANNONIKUS	X	X	X
RENAN		X	X
ROCHFORT	X	X	X
SATURNUS	X	X	X
SULTAN	X	X	X
VULCANUS	X	X	X

Tableau 2 : Liste des variétés testées par département

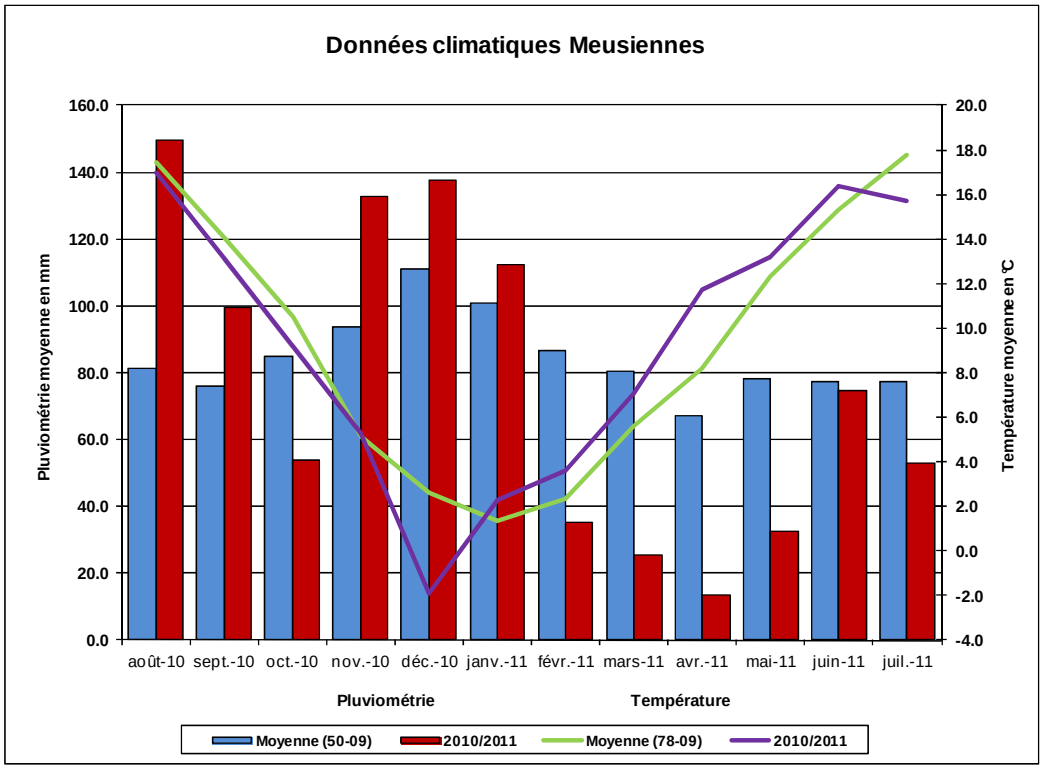


figure 1: Données climatiques meusiennes

Vous trouverez également ci-contre la liste des variétés testées (tableau 2). Les variétés de blé testées ont été choisies en collaboration avec toutes les plateformes d'essais du Nord-est, les semenciers et l'ITAB.

1.3. Localisation et présentation des sites

1.3.1. Présentation des parcelles

	Gye (54)	Lacroix/Meuse (55)	Lagarde (57)
Exploitation bio	Depuis 2009	Depuis 1995	Depuis 2010
Sol	Argilo-limoneux profond	Argilo-limoneux profond	Argilo-limoneux profond
Précédent	Féverole	3 ans de prairie temporaire à base de luzerne	Colza (n-1) Orge H (n-2) Blé H (n-3)
Nombre de blocs	4	4	4
Date de semis	12 octobre 2010	14 octobre 2010	15 octobre 2010
Densité de semis	350 gr/m²	380 gr/m²	380 gr/m²
Fertilisation	Fumier (10 t/ha)	Aucune	Fumier mou en mars 2011 (30 t/ha)
Enherbement	Très limité	Très limité	limité
Désherbage mécanique	Aucun	Aucun	1 passage de herse étrille le 15/03/2011
Date de récolte	02 août 2011	02 août 2011	12 août 2011

Tableau 3 : Présentation des parcelles

1.3.2. Données climatiques

Le diagramme ombro-thermique présenté ci-contre (figure 1) est issu des données de la station d'Ernéville aux Bois, en Meuse. Ces données sont similaires à celles des stations météorologiques situées à proximité des autres parcelles, c'est pourquoi nous ne faisons figurer que ce diagramme représentatif des 3 situations.

L'automne a été assez froid et on a observé une faible activité des cicadelles et pucerons. Le mois d'octobre a par ailleurs été relativement sec et on a retrouvé de fortes précipitations en novembre et décembre (et janvier pour la Meuse). L'hiver s'est installé tôt avec des chutes de neige abondantes et des températures très froides à partir de fin novembre. Les températures douces dès février ont permis de rattraper le retard en cumul de températures. L'année s'est révélée assez précoce avec des stades épi 1 cm observés sur la fin mars à GYE, première semaine d'avril sur les autres sites. Les précipitations ont largement été déficitaires dès le mois de février, la période de sec perdurant jusqu'à fin mai. Les températures ont été supérieures à la moyenne pluriannuelle. Dès la dernière quinzaine d'avril, on a observé des phénomènes inhabituels à cette époque : apparition de fentes de retrait dans les argiles, régressions de talles en « petites terres ». Le mois de mai est resté très sec et les potentiels de production ont été affectés sur les terres à faibles réserves hydriques. La floraison s'est effectuée en même temps que l'épiaison sous un climat toujours estival en mai.

La fin de l'épisode de chaleur est arrivée après le 31 mai avec un retour des pluies puis un mois de juillet assez froid. Courant juin, les conditions de remplissage du grain ont été exceptionnelles. La récolte a été retardée par un mois de juillet chaotique avec des pluies fréquentes et des températures inférieures aux moyennes. Les PMG très élevés ont permis de compenser partiellement les densités faibles d'épis sauf en terres très séchantes où les rendements restent faibles.

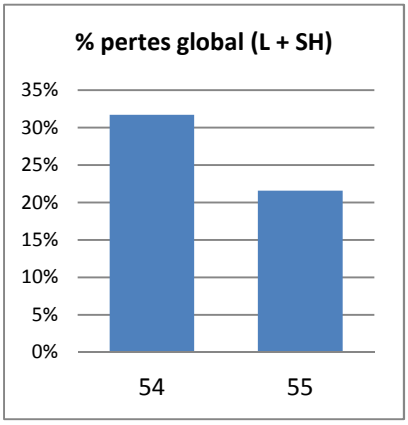


figure 2: Pourcentage de pertes global de pied

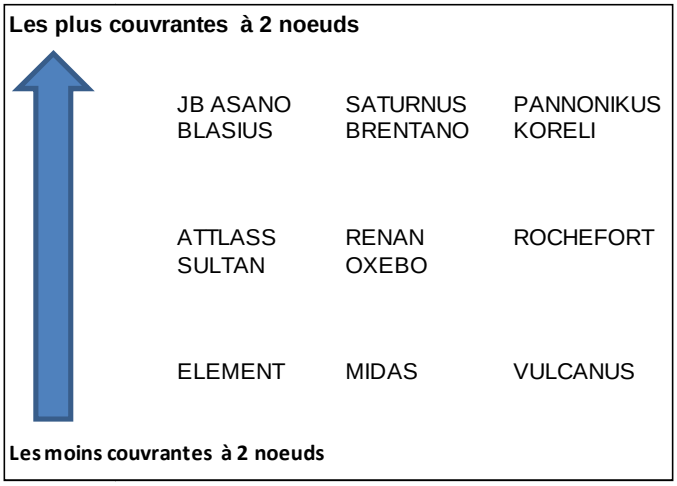
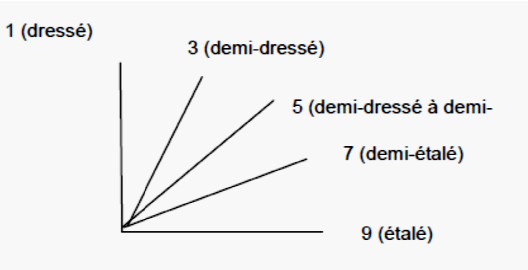


figure 3: Classement des variétés selon leur pouvoir couvrant

	Pouvoir couvrant (/5)		Port des feuilles (/9)	Hauteur en végétation (cm)	
	54	**55**	**54**	**54**	**55**
ATTLASS	3	2	3	89	60
BLASIUS	3	2	3	93	68
BRENTANO	3	2	2	92	66
ELEMENT	3	4	2	100	79
JB ASANO	2	2	3	98	67
KORELI	/	2	/	/	58
MIDAS	3	3	1	99	76
OXEBO	3	3	3	87	54
PANNONIKUS	3	1	3	99	67
RENAN	/	2	/	/	66
ROCHFORT	3	2	3	81	60
SATURNUS	2	2	7	112	71
SULTAN	2	3	3	108	72
VULCANUS	3	3	2	103	70
Moy. / dép.	*3*	*2*	*3*	*97*	*67*

Légende de l'échelle pouvoir couvrant :
(Sol visible entre les rangs)
1= rangs fermés
2= 10 à 30 %
3= 30 à 50 %
4= 50 à 80 %



l'echelle de notation du port

figure 4: Notations des pouvoirs couvrants et des ports en végétation

1.4. Résultats

1.4.1. Levée :

Les levées ont été correctes et régulières dans les trois essais, excepté pour la variété Mayen (lot de semences dégradé). Les pertes hivernales sont relativement faibles en raison de la présence de neige puis du radoucissement des températures.

En sortie d'hiver, la densité moyenne de pieds/m² est de 239 sur le site de Gye (54) et de 289 pieds/m² sur le site meusien. Les pertes globales (levée + hiver) se situent entre 20 et 30 % en fonction des sites (figure 2), ce qui est normal pour des semis tardifs. Le nombre de pieds à la sortie d'hiver n'est donc pas limitant.

GYE (54) : La densité de semis était de 350 gr/m² et les pertes globales s'élèvent à 30%. Cela peut paraître élevé mais c'est courant en bio. Le semis a été réalisé en bonnes conditions, il existe tout de même des disparités entre les variétés allant de 20 à 40 % de pertes globales.

LACROIX SUR MEUSE (55) : La densité de semis était de 380 gr/m² et les pertes globales s'élèvent à 20%, ce qui est peu. Le semis a été réalisé en bonnes conditions, les pertes de pieds sont homogènes et il n'a pas été constaté de différences significatives entre les variétés.

LAGARDE (57) : La densité de semis était de 380 gr/m², les pertes de pieds sont homogènes et il n'a pas été constaté de différences significatives entre les variétés.

1.4.2. Pouvoir couvrant et port des variétés :

A partir des observations réalisées en Meurthe et Moselle et en Meuse, on peut classer les variétés évaluées en trois groupes selon leur pouvoir couvrant (figure 3 et figure 4).

Les variétés couvrantes sont à privilégier en bio si on veut limiter l'enherbement de la parcelle surtout dans les cas où le désherbage mécanique n'est pas envisagé.

Concernant le port des feuilles, seul SATURNUS se démarque avec un port très étalé. A l'inverse, VULCANUS et MIDAS présentent des ports plutôt dressés.

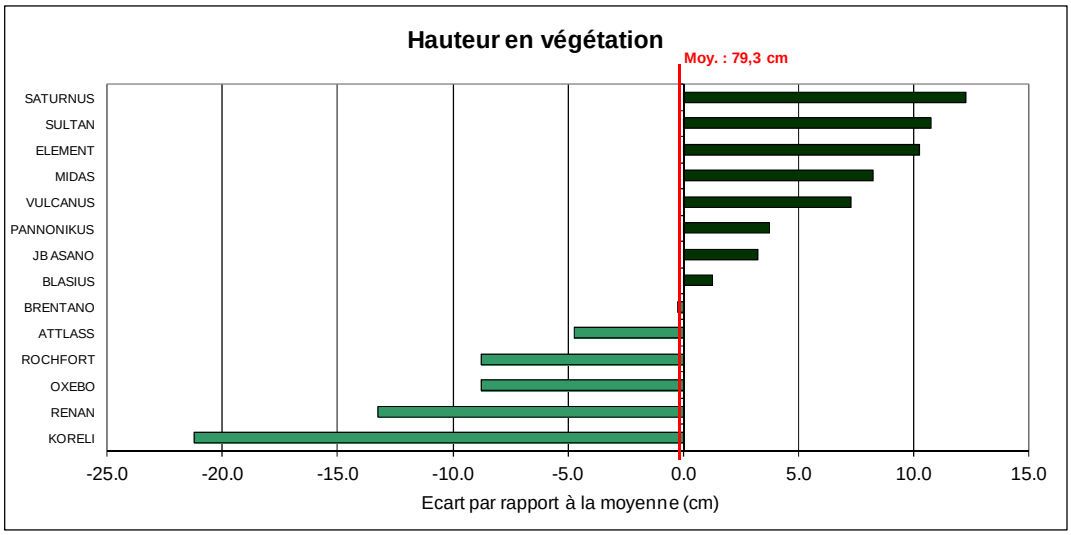


figure 5 : Classement des variétés selon leur hauteur en végétation

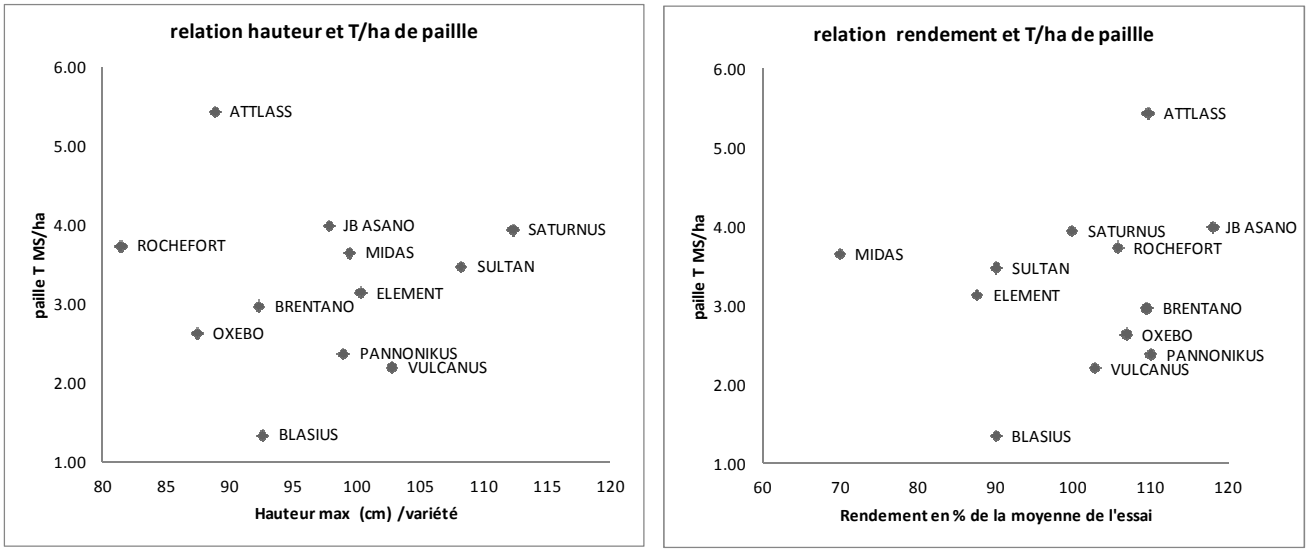


figure 6 : Relation entre hauteur en végétation et production de paille, et entre rendement et production de paille

Précocité au stade épi 1 cm GYE (54)

Précoce				
	SATURNUS			
	BRENTANO			
	ATTLASS	ELEMENT	JB ASANO	
	VULCANUS	MIDAS	OXEBO	
	SULTAN	MAYEN	RENAN	KORELI
	PANNONIKUS	BLASIUS	ROCHEFORT	
Tardive				

Précocité à épiaison GYE (54)

Précoce			
	ELEMENT		
	SATURNUS	MIDAS	VULCANUS
	BLASIUS	JB ASANO	
	ATTLASS		
	BRENTANO	PANNONIKUS	SULTAN
	ROCHEFORT		
	MAYEN	OXEBO	
Tardive			

figure 7 : Classement des variétés selon leur rythme de développement

1.4.3. Hauteur en végétation :

La hauteur en végétation est souvent un critère auquel les éleveurs prêtent attention car ils relient la hauteur des blés avec la production de paille. Il est évident que les caractéristiques physiologiques des variétés diffèrent fortement sur ce critère. Parmi les blés les plus hauts on retrouve SATURNUS, SULTAN, ELEMENT, MIDAS et VULCANUS alors qu'à l'inverse RENAN et KORELI ferment la marche (figure 5).

1.4.4. Production de paille :

Les résultats de la campagne sur la plateforme de GYE nous indiquent que la hauteur et la production de paille ne sont pas liées. Par exemple, JB ASANO qui fait partie des blés les plus courts de la plateforme produit un tonnage de paille important. A l'inverse, SULTAN et ELEMENT qui font partie des blés les plus hauts se retrouvent parmi les moins productifs en paille (figure 6).

Sur la plateforme de GYE, la production moyenne de paille s'élève à 3.26 T MS/ha avec un minimum de 1.37 T MS pour BLASIUS et un maximum de 5.46 T MS/ha pour ATTLASS. Ces mesures seront reconduites l'an prochain car les résultats de cette année nous indiquent qu'il ne semble pas exister de relation entre la hauteur des blés et la production de paille. Il paraît y avoir plus de lien entre le rendement et le tonnage de paille à l'hectare.

1.4.5. Maladies :

L'année 2011 se caractérise par un printemps exceptionnellement sec et donc une présence très faible de maladies. Sur l'ensemble des trois essais, les maladies foliaires, telles que septoriose et rouille brune, n'étaient que très peu présentes et cela n'a pas permis de mettre en évidence les différents comportements variétaux. A la floraison, sur le site de GYE, aucune variété ne comptait de maladies sur les F1. On a pu noter un peu d'oïdium sur feuille en début de cycle, celui-ci s'est estompé rapidement. Après la floraison, quelques pustules de rouille brune ont fait leur apparition mais sans conséquences. Sur les essais de MEUSE et de MOSELLE, des tâches climato-variétales ou physiologiques étaient présentes, la variété RENAN qui est connue pour y être sensible était la plus marquée.

1.4.6. Rythme de développement des plantes :

Sur la plateforme de GYE, SATURNUS est au stade épi 1 cm le 02 mars alors que Blasius le sera seulement 20 jours plus tard. Ces différences de rythme de développement sont indiquées par le classement de la variété en précoce ou tardive (cf. tableau final). Ce critère doit influencer la date de semis et le choix du type de sol sous peine d'être confronté à des accidents en végétation (figure 7).

	Nombre d'épis (par m²)			
	54	**55**	**57**	**Moyenne**
ATTLASS	594.1	339.0	304.0	**412.4**
BLASIUS	505.4	266.0	271.0	**347.5**
BRENTANO	503.0	305.0	281.5	**363.2**
ELEMENT	476.2	285.0	247.0	**336.1**
JB ASANO	579.2	369.0	297.0	**415.1**
KORELI	/	357.0	293.5	**325.3**
MIDAS	530.4	292.0	264.0	**362.1**
OXEBO	550.0	368.0	293.5	**403.8**
PANNONIKUS	561.9	346.0	276.0	**394.6**
RENAN	/	330.0	308.0	**319.0**
ROCHFORT	488.1	350.0	296.5	**378.2**
SATURNUS	571.4	327.0	275.0	**391.1**
SULTAN	616.1	319.0	260.0	**398.4**
VULCANUS	603.0	317.0	269.0	**396.3**
Moy. / dép.	548.2	326.4	281.1	**374.5**

Tableau 4 : Classement des variétés selon leur nombre d'épis

1.4.7. Nombre d'épis/m² :

Dans les situations meusienne (326 épis/m²) et mosellane (281 épis/m²), le nombre d'épis est limitant (Tableau 4). Avec le printemps exceptionnellement sec nous avons constaté un faible tallage.

Sur Gye (54) le nombre d'épis est très bon (548 épis/m²), avec en moyenne 2.35 talles par pied contre 1.1 talle par pied à Lacroix sur Meuse. A Gye, la plateforme n'a souffert ni d'un manque d'azote, ni d'un manque d'eau et nous n'avons pas constaté de régression de talles.

Moins d'épis que la moyenne : Elément, Brentano, Blasius, Midas.
Dans la moyenne : Pannonikus, Saturnus, Rochfort, Sultan et Vulcanus.
Plus d'épis que la moyenne : Oxebo, Attlass, JB Asano, Koreli, Renan.

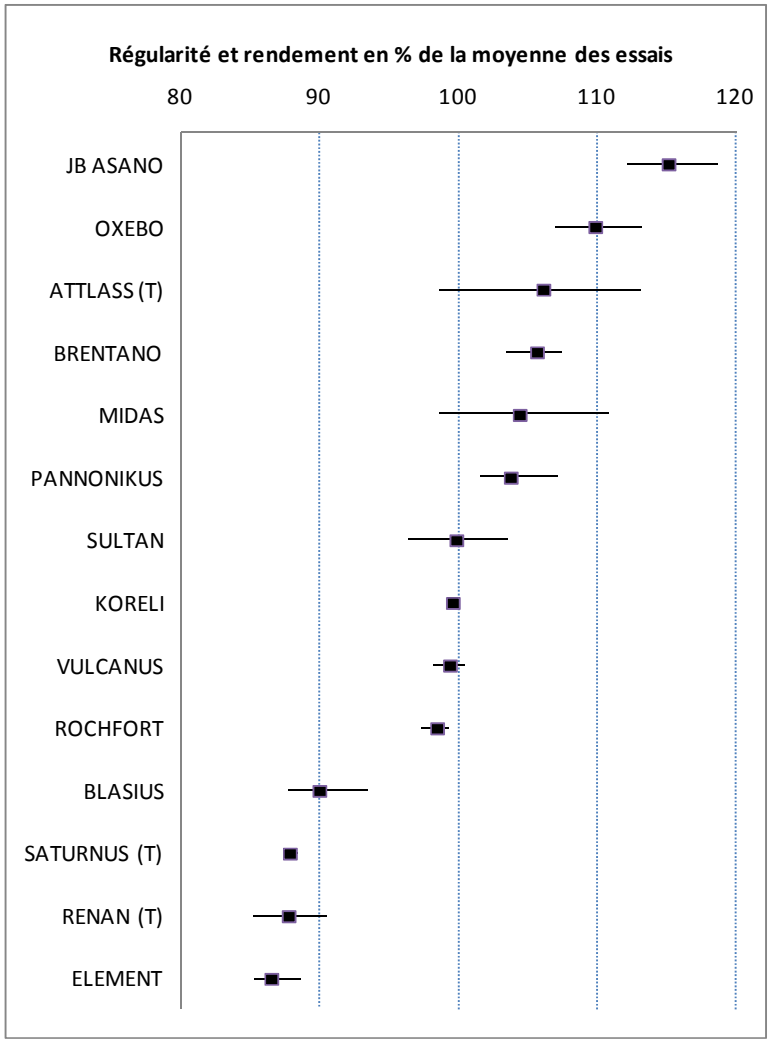


figure 8: Classement des variétés selon leur rendement, régularité du rendement sur les 3 essais

	Rendement (q/ha, 15% H2O)			
	54	55	57	Moy
ATTLASS (T)	71.6	50.5	37.8	**53.3**
BLASIUS	58.8	39.8	35.8	**44.8**
BRENTANO	71.4	47.9	39.6	**53.0**
ELEMENT	57.2	39.6	32.9	**43.2**
JB ASANO	77.0	50.1	45.5	**57.5**
KORELI	/	44.4	38.3	**41.4**
MIDAS	69.7	44.0	42.5	**52.1**
OXEBO	71.7	49.0	43.4	**54.7**
PANNONIKUS	69.0	47.8	38.9	**51.9**
RENAN (T)	/	38.0	34.7	**36.4**
ROCHFORT	65.2	44.3	38.0	**49.2**
SATURNUS (T)	58.8	39.5	33.6	**44.0**
SULTAN	67.1	46.2	36.9	**50.1**
VULCANUS	66.9	43.9	38.5	**49.7**
Moyennes	*67.0*	*44.6*	*38.3*	*48.7*
Moy des témoins communs	*65.8*	*42.7*	*35.4*	*44.5*

(*) valeur estimée	Moyennes des rendements en % des témoins communs			
	54	55	57	Moyenne
ATTLASS (T)	108.8	118.4	106.9	**111.4**
BLASIUS	89.3	93.3	101.2	**94.6**
BRENTANO	108.6	112.3	112.0	**111.0**
ELEMENT	86.9	92.8	93.0	**90.9**
JB ASANO	117.0	117.3	128.7	**121.0**
KORELI	106.2*	104.0	108.3	**106.2**
MIDAS	106.0	103.1	120.2	**109.8**
OXEBO	109.0	114.7	122.7	**115.5**
PANNONIKUS	104.9	112.1	110.0	**109.0**
RENAN (T)	93.6*	89.1	98.1	**93.6**
ROCHFORT	99.0	103.9	107.4	**103.5**
SATURNUS (T)	89.4	92.5	95.0	**92.3**
SULTAN	101.9	108.3	104.3	**104.8**
VULCANUS	101.6	102.8	108.9	**104.4**
Moyennes	*101.9*	*104.6*	*108.3*	*104.8*
Moy des témoins communs	*100.0*	*100.0*	*100.0*	*100.0*

Tableau 5 : Données brutes des rendements, rendements en % des témoins communs

1.5. Rendements et composantes, qualité

1.5.1. Rendements :

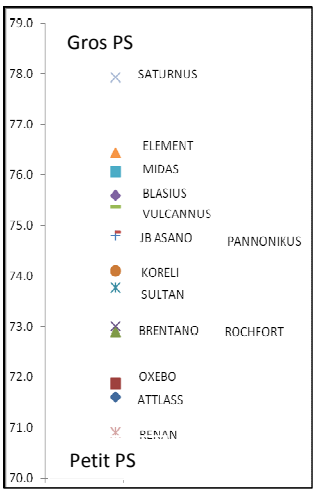
Quel que soit le site, le comportement des variétés est identique. Dans les nouveautés, JB ASANO se positionne comme un blé à fort potentiel, il devra le confirmer en 2012. SULTAN et VULCANUS se positionnent dans la moyenne et pourront être intéressants si la qualité suit. ELEMENT est décevant cette année et ne pourra être sauvé que s'il compense par la qualité. A noter que dans les blés de compromis rendement/protéines, RENAN a fortement décroché cette année comparé à PANNONIKUS (**figure 8 et tableau 5**).

Rendements en dessous de la moyenne : Elément, Renan, Saturnus, Blasius
Dans la moyenne : Rochfort, Vulcanus, Koreli, Sultan
Rendements au dessus de la moyenne : Pannonikus, Midas, Brentano, Attlass, Oxebo, JB Asano

1.5.2. Poids spécifique (PS en kg/hl) :

Le PS moyen des trois essais de la région se situe à 74.2 kg/hl ce qui est moyen. Les sites meusien et meurthe-et-mosellan sont à 78 kg/hl alors que le site mosellan décroche à 67.2 kg/hl. Cependant, le classement entre les variétés est sensiblement le même dans les trois départements (figure 9 ci-contre).

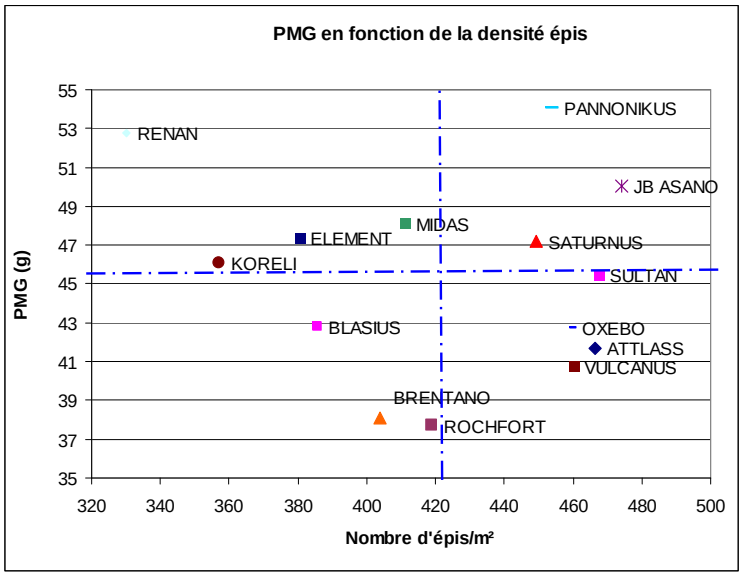
PS au dessous de la moyenne : Renan, Attlass, Oxebo, Brentano et Rochfort.
Dans la moyenne : Koreli, JB Asano, Pannonikus.
PS au dessus de la moyenne : Vulcanus, Blasius, Midas, Elément et Saturnus.



1.5.3. Poids de Mille Grains (PMG en g)

Le PMG moyen des trois essais de la région atteint 45.4 g ce qui est élevé.

PMG au dessous de la moyenne : Attlass, Blasius, Brentano, Oxebo, Rochfort, Vulcanus.
Dans la moyenne : Sultan et Koreli.
PMG au dessus de la moyenne : JB Asano, Midas, Pannonikus, Renan, Saturnus et Element



Certaines variétés ont compensé un nombre d'épis par m² faible par un gros PMG, c'est le cas pour MIDAS par exemple. D'autres, à l'inverse, on fait du rendement avec un nombre d'épis important mais du petit grain : c'est le cas d'OXEBO ou d'ATTLASS. Parfois, un PMG très élevé ne suffit pas à compenser un nombre d'épis très faible : c'est le cas de RENAN (figure 10 ci-dessus).

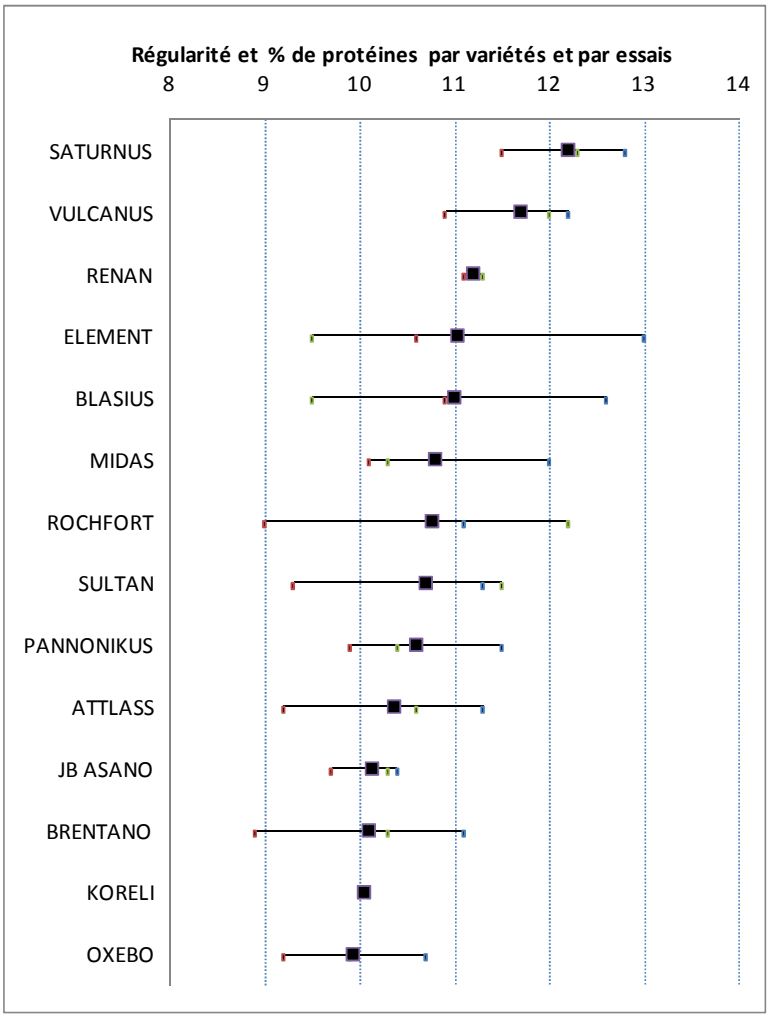


figure 11: Classement des variétés selon leur taux de protéine, régularité du taux de protéine sur les 3 essais

	Protéines (%)			
	54	**55**	**57**	**Moyenne**
SATURNUS	12.8	11.5	12.3	**12.2**
VULCANUS	12.2	10.9	12.0	**11.7**
RENAN	/	11.1	11.3	**11.2**
ELEMENT	13.0	10.6	9.5	**11.0**
BLASIUS	12.6	10.9	9.5	**11.0**
MIDAS	12.0	10.1	10.3	**10.8**
ROCHFORT	11.1	9.0	12.2	**10.8**
SULTAN	11.3	9.3	11.5	**10.7**
PANNONIKUS	11.5	9.9	10.4	**10.6**
ATTLASS	11.3	9.2	10.6	**10.4**
JB ASANO	10.4	9.7	10.3	**10.1**
BRENTANO	11.1	8.9	10.3	**10.1**
KORELI	/	10.0	10.1	**10.1**
OXEBO	10.7	9.2	9.9	**9.9**
Moyenne de l'essai	*11.7*	*10.0*	*10.7*	*10.8*
Moy. des témoins communs	*12.0*	*10.2*	*11.3*	*11.2*

(*) valeur estimée	Protéines exprimés en % des témoins			
	54	**55**	**57**	**Moyenne**
SATURNUS	106.2	111.1	107.4	**108.3**
VULCANUS	101.2	105.3	104.8	**103.8**
RENAN	103.0*	107.2	98.7	**103.0**
ELEMENT	107.9	102.4	83.0	**97.8**
BLASIUS	104.6	105.3	83.0	**97.6**
MIDAS	99.6	97.6	90.0	**95.7**
ROCHFORT	92.1	87.0	106.6	**95.2**
SULTAN	93.8	89.9	100.4	**94.7**
PANNONIKUS	95.4	95.7	90.8	**94.0**
KORELI	92.4*	96.6	88.2	**92.4**
ATTLASS	93.8	88.9	92.6	**91.7**
JB ASANO	86.3	93.7	90.0	**90.0**
BRENTANO	92.1	86.0	90.0	**89.4**
OXEBO	88.8	88.9	86.5	**88.0**
Moyenne de l'essai	*96.8*	*96.8*	*93.7*	*95.8*
Moy. des témoins communs	*96.3*	*102.4*	*98.7*	*99.1*

Tableau 6 : Données brutes des taux de protéine, taux en % des témoins communs

1.5.4. Protéines :

En Lorraine, les teneurs en protéines de nos essais 2011 sont correctes avec des valeurs qui s'échelonnent de 8.9 à 13 % selon les variétés et les sites. La teneur moyenne de nos essais est de 10.8 % (figure 11 et tableau 6).

Le choix de la variété est un élément clé dans l'accession à la protéine.

SATURNUS et VULCANUS sortent en tête des essais avec des valeurs moyennes supérieures aux autres variétés. RENAN s'en sort bien également. Viennent ensuite des blés avec des comportements très irréguliers en termes de protéines (ELEMENT, BLASIUS, ROCHEFORT, SULTAN). Leur comportement parait trop irrégulier dans un choix orienté protéines. Ces blés devront être réservés à des situations très favorables.

PANNONIKUS et MIDAS sont un peu moins variables et leurs taux de protéines restent corrects pour la panification quel que soit l'essai.

ATTLASS, JB ASANO, BRENTANO, OXEBO et KORELI ont d'une manière régulière des teneurs plus faibles en protéines et ne devront pas être choisies pour un débouché en meunerie.

1.5.5. Relation rendement et protéines :

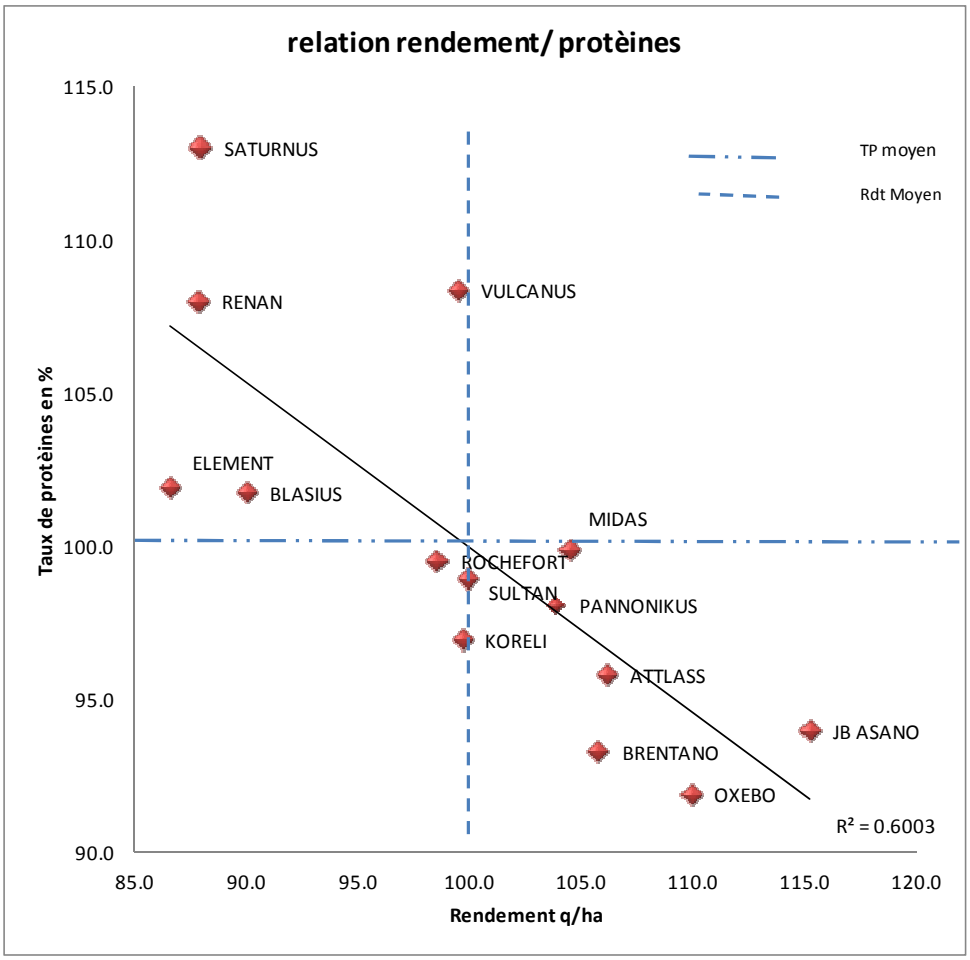


figure 12 : Relation rendement/protéines

1.6. Commentaire par variété

Attlass (témoin)

La référence en bio pour le rendement :
Assez fort tallage lui conférant un bon pouvoir couvrant. Bon rendement mais très peu de protéines. Faible hauteur mais très productif en paille. Faible PS et PMG. : Blé panifiable si bonne fourniture azotée du sol ou mélange avec une variété à forte teneur en protéines.

Blé meunier souvent déclassé en fourrager.

Blasius

Pouvoir de tallage moyen limitant le rendement. Le taux de protéines est par contre correct ce qui est confirmé par le réseau ITAB, sur trois ans : potentiel de rendement moyen à faible mais bonne teneur en protéines. Le PS est élevé mais pas le PMG. Assez haut mais faiblement productif en paille.

Blé meunier à bon compromis rendement/protéines.

Brentano

Très bon rendement mais peu de protéines (l'un des plus mauvais taux de l'essai). Faible nombre d'épis, faible PS et faible PMG cette année : il compense donc par une très bonne fertilité → nombre de grains par épi. Il convient plutôt aux semis précoces et aux sols profonds car son développement est lent (assez tardif à montaison et à épiaison). Rendement en paille dans la moyenne.

Blé meunier souvent déclassé en fourrager.

Elément

En dessous de la moyenne en rendement mais potentiellement intéressant en protéines. Très haut, production de paille dans la moyenne. Fort PS et fort PMG. Faible pouvoir couvrant. Reprise lente en sortie d'hiver : plutôt adapté aux semis précoces. A confirmer car nouveauté 2010/2011

Blé meunier très proche de Renan

JB Asano

Très bon rendement (le meilleur de l'essai) mais faible taux de protéines. Fort pouvoir de tallage lui conférant un bon pouvoir couvrant. PS dans la moyenne et gros PMG. Productivité en paille supérieure à la moyenne. A confirmer car nouveauté 2010-2011 mais JB ASANO est Très proche d'ATTLASS, il pourrait le remplacer dans le créneau des semis précoces.

Blé meunier souvent déclassé en fourrager.

Koreli

Potentiel de rendement dans la moyenne de l'essai, protéines également. Très bon pouvoir couvrant en raison d'un fort tallage. PS et PMG un peu au dessus de la moyenne. Il est plutôt adapté aux semis précoces pour exprimer tout son potentiel. Blé dans la moyenne ne présentant pas d'intérêt particulier (ni rendement, ni protéines). Hors réseau ITAB = référence conventionnelle.

Midas

Rendement supérieur à la moyenne pour un taux de protéines dans la moyenne. Pouvoir couvrant assez faible en raison de son faible tallage et de son port très dressé. Très haut avec une bonne productivité en paille. Fort PS et fort PMG. Nouveauté à confirmer dans le créneau des blés de compromis.

Blé meunier à bon compromis rendement/protéines.

Oxebo

Très bon rendement mais très faible teneur en protéines (la plus faible de l'essai) : ce qui est confirmé par le réseau ITAB sur deux ans. Très faible hauteur et rendement en paille limité (inférieur à la moyenne).Pouvoir couvrant moyen malgré un fort tallage. Variété tardive, valorisant mieux les semis précoces. Faible PS et faible PMG.

Blé meunier souvent déclassé en fourrager.

Pannonikus

Bon rendement légèrement supérieur à la moyenne, taux de protéines moyen. Bon PS et très gros PMG. Pouvoir couvrant correct grâce à un bon tallage. L'un des bons compromis rendements/protéines de l'essai.

Blé meunier à bon compromis rendement/protéines.

Renan (témoin)

Rendement assez faible, décevant en 2011, mais très bon taux de protéines. Assez bon pouvoir couvrant grâce à un tallage correct. Cette année la variété semble avoir beaucoup souffert de la sécheresse : nombreuses tâches physiologiques de bonne heure dans la saison. Faible PS et gros PMG. La référence en blés meuniers bio avec Saturnus.

Blé meunier

Rochfort

Rendement et protéines dans la moyenne de l'essai. Son profil de résistance aux maladies n'est pas très intéressant même si nous n'avons pas pu le vérifier cette année. PS un peu en dessous de la moyenne et PMG très faible. Il n'est pas reconduit dans le réseau ITAB.

Saturnus (témoin)

Rendement en dessous de la moyenne de l'essai mais meilleur taux de protéines. Très couvrant car bon pouvoir de tallage et port étalé. Très haut. Bonne productivité en paille (supérieure à la moyenne de l'essai). PS et PMG élevés.
Ses rendements sont un peu plus faibles que Renan mais moins variables d'une année sur l'autre et ses taux de protéines sont souvent meilleurs dans les mêmes conditions. Dans nos essais lorrains, Saturnus a un rendement quasiment identique à Renan mais un taux de protéines supérieur de 1 %.

La référence en blés meuniers bio avec Renan

Sultan

Rendement légèrement supérieur à la moyenne et taux de protéines dans la moyenne (mais très variable d'un site à l'autre). Pouvoir couvrant moyen malgré son bon pouvoir de tallage. Productivité en paille légèrement supérieure à la moyenne de l'essai. PS et PMG moyens. Nouveauté à confirmer.

Blé de compromis protéines/rendement.

Vulcanus

Assez rare pour souligner qu'il fait un rendement très légèrement supérieur à la moyenne avec un bon taux de protéines. Il présente donc un très bon compromis entre rendement et protéines. Bon PS mais faible PMG. Faible pouvoir couvrant. Points faibles : assez sensible à la rouille jaune et à la septoriose (non constaté dans nos essais cette année) et faible productivité en paille.

Blé de compromis protéines/rendement.

1.7. Perspectives 2012

Pour les essais lorrains en 2012, le choix variétal, fruit d'une concertation nationale lors de la réunion annuelle du groupe de travail ITAB, et d'une adaptation régionale (pour intégrer des variétés largement utilisées localement comme « repère » ou « témoin »), est le suivant :

- Attlass (présente essai 2011),
- Element (idem),
- JB Asano (idem),
- Midas (idem),
- Oxebo (idem),
- Renan (idem),
- Saturnus (idem),
- Sultan (idem),
- Vulcanus (idem),
- Athlon (réseau ITAB),
- Camp Rémy (variété très utilisée en Lorraine),
- Pirénéo (variété très utilisée en Lorraine),
- Ludwig (variété très utilisée en Lorraine)
- 3 nouvelles variétés en cours d'inscription (réseau ITAB).

Vous trouverez sur les pages suivantes le récapitulatif de l'ensemble des données présentées (figure 13 et figure 14).

	Obtenteur (représentant)	Année d'inscription	Qualité meunière	Variété recommadée par la meunerie	Aristation	Précocité montaison	Alternativité	Précocité épiaison	Date de semis	Hauteur	Résistance au froid	Rouille brune	Rouille jaune	Septoriose tritici	Oïdium	Piétin verse	Fusariose épi
ATTLASS	SW Seeds (Sem-Partners)	2004	BP	Oui en mélange	/	Précoce (4)	1/2 hiver (4)	1/2 précoce (6)	Intermédiaire à tardive	3,5	Résistante	Peu sensible	Résistante	Assez résistante	Peu sensible	Peu résistante	Peu sensible
BLASIUS	Sem-Partners	2010	BAF	Oui (en observation)	/	1/2 précoce (3)	Hiver (2)	Assez tardive (5,5)	Intermédiaire	6	Résistante	Peu sensible	Résistante	Assez résistante	Résistante	Assez sensible	Assez résistante
BRENTANO	J.Breun (Sem-Partners)	2009	BPS	Non	/	Assez tardive (2)	Très hiver (1)	Assez tardive (5,5)	Précoce à intermédiaire	4	Assez résistante	Assez sensible	Assez résistante	Peu sensible	Assez résistante	Sensible	Assez sensible
ELEMENT	Caussade Semences	2006	BAF	Non	Barbu	1/2 précoce (3)	Hiver (2)	1/2 précoce (6)	Précoce à intermédiaire	6	Assez résistante	Assez résistante	Assez résistante	Peu sensible	Peu sensible	/	Peu résistante
JB ASANO	J.Breun (Sem-Partners)	2008	BP	Non	/	Assez tardive (2)	Hiver (2)	Assez tardive (5,5)	Précoce à intermédiaire	4	Résistante	Peu sensible	Assez résistante	Peu sensible	Assez résistante	Peu sensible	Peu sensible
KORELI	INRA (Agri-Obtentions)	2006	BPS	Non	Barbu	Assez tardive (2)	Hiver à 1/2 hiver (3)	Assez tardive (5,5)	Précoce à intermédiaire	4,5	Assez résistante	Peu sensible	Peu sensible	Assez résistante	Peu sensible	Très sensible	/
MIDAS	Lemaire Deffontaines	2008	BPS	Non	Barbu	/	Hiver (2)	1/2 précoce à 1/2 tardive	Précoce à intermédiaire	6	Assez résistante	Peu sensible	Peu sensible	Peu sensible	Peu sensible	Assez sensible	Peu sensible
OXEBO	Schweiger (Lemaire Deffontaines)	2010	BPS	Non	/	Assez tardive (2)	Hiver à 1/2 hiver (3)	Tardive (5)	Précoce à intermédiaire	3,5	Résistante	Assez résistante	Assez résistante	Peu sensible	Peu sensible	Sensible	Peu sensible
PANNONIKUS	Saatbau Linz (Semences de l'Est)	2008	BPS	OUI	Barbu	Précoce (4)	Hiver à 1/2 hiver (3)	Assez tardive (5,5)	Intermédiaire à tardive	5	Résistante	Assez résistante	Peu sensible	Peu sensible	Assez résistante	/	Assez sensible
RENAN	INRA (Agri-Obtentions)	1989	BAF	OUI	Barbu	Tardive (1)	Très hiver (1)	1/2 précoce (6)	Précoce à intermédiaire	4	Résistante	Assez résistante	Assez résistante	/	Peu sensible	Peu sensible	/
ROCHFORT	Lemaire Deffontaines	2009	BP	Non	/	/	1/2 hiver à 1/2 alternatif (5)	Assez tardive (5,5)	Précoce à intermédiaire	4	Peu sensible	Assez sensible	Peu sensible	Peu sensible	Assez résistante	Assez sensible	Assez sensible
SATURNUS	Saatbau Linz (Semences de l'Est)	2001	BPS	OUI	Barbu	Précoce (4)	1/2 hiver (4)	Assez tardive (5,5)	Intermédiaire à tardive	5	Résistante	Assez résistante	Assez résistante	Résistante	Assez résistante	Peu sensible	Résistante
SULTAN	Selgen (Semences de l'Est)	2008	BPS	Non	/	/	1/2 hiver (4)	1/2 précoce (6)	Intermédiaire à tardive	5	Peu sensible	Résistante	Résistante	Assez résistante	/	/	Assez résistante
VULCANUS	Saatbau Linz (Semences de l'Est)	2009	BPS	Non	Barbu	1/2 précoce (3)	Alternatif (7)	Précoce (7)	Intermédiaire à tardive	6	/	Peu sensible	Assez sensible	Assez sensible	Résistante	/	Peu sensible

Choix de la date de semis :

La date de semis permet de caler le cycle cultural d'une variété de façon à éviter les risques climatiques : gel hivernal, gel printanier et fortes températures pendant le remplissage.

Gel hivernal (t° < -8°C) : la plante atteint son niveau de résistance maximale à partir de début tallage. Ce sont les variétés tardives semées trop tard qui présentent le plus de risques.

Gel printanier (t° < -4°C) : cela peut provoquer des gels d'épis dans la gaine. Ce sont les blés précoces à montaison semés trop tôt qui présentent le plus de risques.

Fortes températures (t°>25°C) : cela limite le remplissage des grains donc le PMG. Il est déconseillé de semer tardivement les variétés à maturité tardive.

D'une manière générale, on privilégiera les variétés précoces sur des sols à faible réserve hydrique alors qu'il sera préférable d'implanter une variété tardive en sol profond.

Dates de semis en Lorraine :

Semis précoce : du 15 au 25 septembre.

Semis intermédiaire : Du 25 septembre au 05 octobre.

Semis tardif : à partir du 05 octobre.

figure 13 : Données brutes techniques des différentes variétés

	Densité de semis			Nb de pieds sortie hiver		Nb d'épis				Rendement (15 % H2O)				Protéines (%)				PS (kg/hL)				PMG (g)		
	54	55	57	54	55	54	55	57	Moy. rég.	54	55	57	Moy. rég.	54	55	57	Moy. rég.	54	55	57	Moy. rég.	54	55	Moy. rég.
ATTLASS	350 pieds/m²	380 pieds/m²	380 pieds/m²	213	296	594	339	304	**412**	71,6	50,5	37,8	**53,3**	11,3	9,2	10,6	**10,4**	77,0	75,5	62,3	**71,6**	41,8	41,5	**41,7**
BLASIUS				232	/	505	266	271	**347**	58,8	39,8	35,8	**44,8**	12,6	10,9	9,5	**11,0**	80,0	79,2	67,6	**75,6**	42,9	42,8	**42,8**
BRENTANO				242	/	503	305	282	**363**	71,4	47,9	39,6	**53,0**	11,1	8,9	10,3	**10,1**	77,0	75,8	66,2	**73,0**	39,2	37,0	**38,1**
ELEMENT				234	/	476	285	247	**336**	57,2	39,6	32,9	**43,2**	13,0	10,6	9,5	**11,0**	80,0	78,9	70,4	**76,4**	49,5	45,3	**47,4**
JB ASANO				249	/	579	369	297	**415**	77,0	50,1	45,5	**57,5**	10,4	9,7	10,3	**10,1**	79,0	77,9	67,5	**74,8**	49,0	51,1	**50,0**
KORELI				/	/	/	357	294	**325**	/	44,4	38,3	**41,4**	/	10,0	10,1	**10,1**	/	80,0	68,2	**74,1**	/	46,1	**46,1**
MIDAS				238	/	530	292	264	**362**	69,7	44,0	42,5	**52,1**	12,0	10,1	10,3	**10,8**	79,0	78,4	70,8	**76,1**	47,4	48,8	**48,1**
OXEBO				257	/	550	368	294	**404**	71,7	49,0	43,4	**54,7**	10,7	9,2	9,9	**9,9**	75,0	75,1	65,5	**71,9**	41,7	43,8	**42,8**
PANNONIKUS				242	/	562	346	276	**395**	69,0	47,8	38,9	**51,9**	11,5	9,9	10,4	**10,6**	79,0	78,6	67,0	**74,9**	53,3	54,8	**54,0**
RENAN				/	299	/	330	308	**319**	/	38,0	34,7	**36,4**	/	11,1	11,3	**11,2**	/	77,0	64,8	**70,9**	/	52,8	**52,8**
ROCHFORT				235	/	488	350	297	**378**	65,2	44,3	38,0	**49,2**	11,1	9,0	12,2	**10,8**	77,0	77,3	64,4	**72,9**	37,4	38,1	**37,7**
SATURNUS				272	300	571	327	275	**391**	58,8	39,5	33,6	**44,0**	12,8	11,5	12,3	**12,2**	81,0	79,7	73,1	**77,9**	48,3	46,1	**47,2**
SULTAN				225	/	616	319	260	**398**	67,1	46,2	36,9	**50,1**	11,3	9,3	11,5	**10,7**	78,0	76,7	66,6	**73,8**	44,0	46,9	**45,5**
VULCANUS				229	/	603	317	269	**396**	66,9	43,9	38,5	**49,7**	12,2	10,9	12,0	**11,7**	80,0	80,0	66,1	**75,4**	41,2	40,3	**40,8**
Moy. / dép.				239	298	548	326	281	**374**	67,0	44,6	38,3	**48,7**	11,7	10,0	10,7	**10,8**	78,5	77,9	67,2	**74,2**	44,6	45,4	**45,4**

figure 14 : Données brutes rendements et composantes, qualité des différentes variétés

Moda 1	**Moda 2**	**Moda 5**	**Moda 3**	**Moda 4**

figure 15 : Dispositif expérimental

2. Mélanges variétaux

2.1. Présentation du contexte de l'essai et des objectifs

Avoir sur son exploitation une variété productive et de qualité est l'objectif recherché par tout exploitant. Malheureusement, comme confirmé par les résultats de l'essai précédent sur le criblage variétal, le paysage variétal est souvent constitué de variétés orientées sur la production ou sur les protéines.

Bien que quelques rares variétés se positionnent sur un créneau intermédiaire, n'est-il pas plus judicieux de trouver un compromis grâce aux mélanges variétaux ? En outre ce choix ne permettrait-il pas de gérer également des comportements liés aux facteurs biotiques que sont les maladies, les insectes, et abiotiques que sont la sécheresse, ou au contraire les excès d'eau ?

Il est en effet souvent mentionné dans la bibliographie que semer un mélange de plusieurs variétés de blé permettrait de stabiliser le rendement d'une année à l'autre, de limiter l'impact des maladies et d'avoir une qualité plus régulière. Cette association permettrait donc, dans le contexte de changement climatique actuel, d'avoir une meilleure visibilité sur la production, tant en quantité qu'en qualité, ce qui est fondamental dans la pérennisation de la filière biologique en Lorraine.

Pour cette première année nous avons mis 5 parcelles en essai.

L'objectif de l'essai est donc l'évaluation de l'intérêt du mélange par rapport aux variétés en pur, sur les critères suivants : rendement, teneur en protéines, poids spécifique et sensibilité aux maladies.

2.2. Définition du protocole, liste des variétés testées

Le protocole consiste en un essai en bande (largeur de 10 mètres sur grande longueur) composé de cinq modalités (les 4 variétés en pur et le mélange). Les 4 variétés détaillées ci-dessous présentent des caractéristiques complémentaires en termes de productivité et de teneur en protéines.

Le détail des cinq modalités testées figure ci-dessous :

1) ATTLASS : variété très productive mais peu de protéines
2) RENAN : productivité moyenne mais riche en protéines
3) CHEVALIER : variété très productive mais pauvre en protéines
4) SATURNUS : productivité moyenne mais riche en protéines
5) Mélange des 4 variétés à égale proportion (25% chacune)

Au niveau de la mise en place de l'essai, la modalité 5 sera placée au centre de l'essai, voir schéma ci-contre (figure 15).

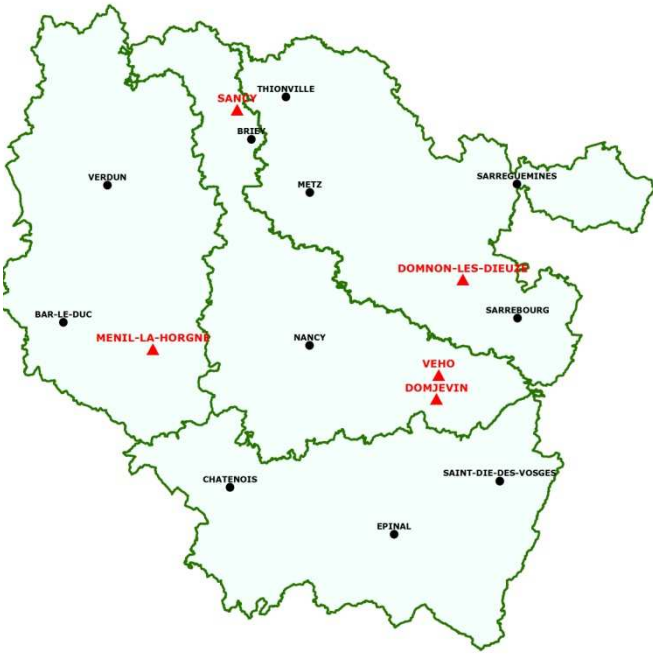
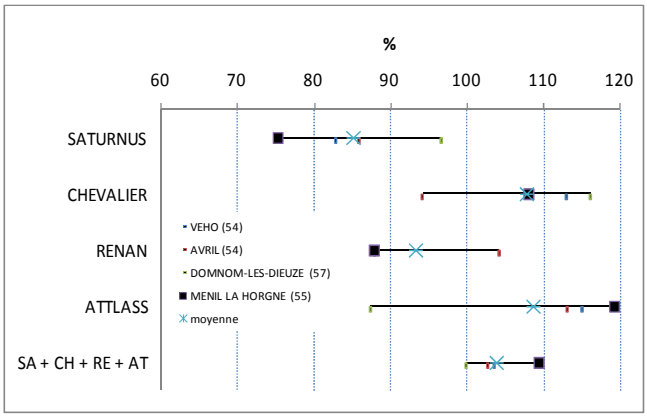


figure 16 : Répartition géographique des sites expérimentaux

		semis	Entrée hiver	%pertes levée	Sortie Hiver	% pertes total	coeff tallage	Nb épis/m²	hauteur cm
VEHO	SATURNUS	470	220	53	210	55	1.83	385	80
	CHEVALIER	470	238	49	226	52	1.60	361	60
	RENAN	470	244	48	210	55	1.80	378	75
	ATTLASS	470	214	54	236	50	1.91	451	75
	SA + CH + RE + AT	470	230	51	246	48	1.96	483	80
	CH + AT + KO + SA + CR + RE + LU	470	246	48	253	46	1.55	393	80
HYPOLITE	RENAN	350	253	28	278	21	0.94	261	65
	ATTLASS	350	267	24	273	22	1.10	301	65
	SATURNUS	350	232	34	270	23	0.98	265	75
	RE + AT +CH + SA	350	237	32	294	16	1.05	309	70
	CHEVALIER	350	253	28	260	26	1.01	262	62
DOMJEVIN	CAMP REMY	450	360	20	350	22	1.60	560	
	RENAN	450	330	27	330	27	1.64	540	
	SA + CH + RE + CR	450	356	21	350	22	1.44	504	

Tableau 7: Résultats techniques des sites de VEHO et AVRIL

Rendement en % de la moyenne de chaque essai



Rendement brut en q / ha par essai et par variété

Rdt en q/ha	VEHO (54)	AVRIL (54)	DOMNOM-LES-DIEUZE (57)	MENIL LA HORGNE (55)	**moyenne**
SATURNUS	34.00	26.90	38.70	16.80	**29.10**
CHEVALIER	46.30	29.50	46.50	24.10	**36.60**
RENAN	36.00	32.60		19.60	**29.40**
ATTLASS	47.20	35.40	35.00	26.60	**36.05**
SA + CH + RE + AT	42.50	32.10	40.00	24.40	**34.75**
rdt moy q/ha	**41.20**	**31.30**	**40.05**	**22.30**	

figure 17: Résultats en rendements

2.3. Localisation et présentation des sites

	Domnom-les-Dieuze(57)	Domjevin (54)	Avril/Sancy (54)	Veho (54)	Ménil la Horgne (55)
Nature de sol	Argile profonde	Argile sur Marnes	Limon argileux profond	Argile sur Marnes	Argilo calcaire superficiel
précédent	Colza	Colza	Trit/pois	Prairie	Colza
Fertilisation	15 T/ha de fumier mou	/	15 T/ha de fumier	/	900 Kg/ha de Terragral
Date de semis	15/10/2010	05/10/10	14/10/10	13/10/10	15/10/2010
Date de récolte	12/08/11	05/08/11	12/08/11	02/08/11	05/08/2011

Pour une visualisation géographique des sites, merci de vous référer à la figure ci-contre (figure 16).

2.4. Résultats

2.4.1. Résultats techniques sur les sites de VEHO et AVRIL (54) :

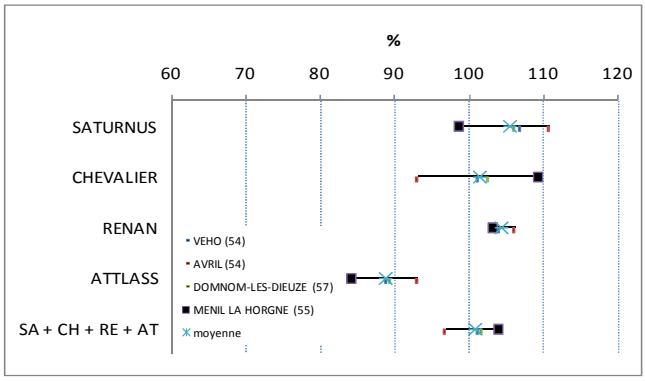
D'une manière globale les résultats « techniques » des mélanges (pertes à la levée, en sortie hiver, coefficient de tallage, etc.) se situent toujours au-dessus de la moyenne de chaque espèce (tableau 7). Cela permet au final d'avoir un nombre d'épis supérieur à la moyenne des espèces seules. En ce qui concerne la hauteur, on constate une certaine synergie entre les espèces puisque la hauteur du mélange est comparable à la hauteur de SATURNUS qui est une référence dans ce créneau.

2.4.2. Résultats en rendements : des mélanges productifs et plus réguliers :

La hiérarchie en termes de production est respectée sur l'ensemble des sites (figure 17). Sur 4 essais, ATTLASS est supérieur (109 %) à la moyenne de chaque essai, suivi de près par CHEVALIER (108 %). RENAN avec 93 % et SATURNUS avec 85 % confirment qu'ils ne sont pas des blés à haut potentiel de rendement.

Le mélange des quatre espèces a un comportement intéressant car il vient se positionner au-dessus de la moyenne avec 104 %. ATTLASS et CHEVALIER procurent un gain de rendement de 7 q/ha par rapport à SATURNUS. Au niveau de la régularité, ATTLASS chute en-dessous de la moyenne sur le site de VEHO (54) et CHEVALIER sur le site d'AVRIL (54) alors que le mélange est régulier. L'idée de faire un mélange variétal pour éviter d'importantes variabilités de rendement et d'assurer un rendement moyen (voire meilleur) est confirmée dans cette série d'essais.

% protéines par essai et par variété

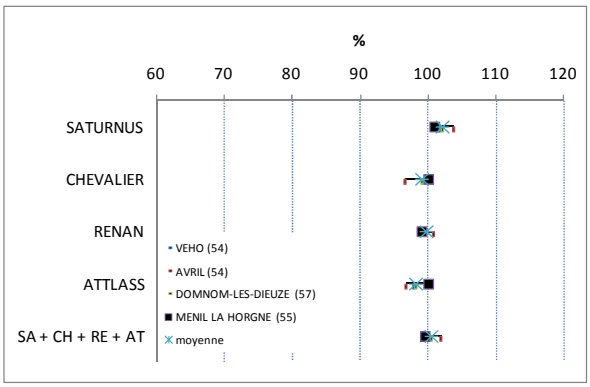


Protéines en % de la moyenne de chaque essai

Prot en %	VEHO (54)	AVRIL (54)	DOMNOM-LES-DIEUZE (57)	MENIL LA HORGNE (55)	**Moyenne**
SATURNUS	11.30	11.90	12.10	13.00	**12.08**
CHEVALIER	10.70	10.00	11.70	14.40	**11.70**
RENAN	11.00	11.40		13.60	**12.00**
ATTLASS	9.40	10.00	10.20	11.10	**10.18**
SA + CH + RE + AT	10.70	10.40	11.60	13.70	**11.60**
%prot moy	**10.62**	**10.74**	**11.40**	**13.16**	**11.48**

figure 18 : Résultats en protéines

PS par essai et par variété



PS en % de la moyenne de chaque essai

PS	VEHO (54)	AVRIL (54)	DOMNOM-LES-DIEUZE (57)	MENIL LA HORGNE (55)	**Moyenne**
SATURNUS	77.80	76.70	78.50	80.90	**78.48**
CHEVALIER	77.00	71.40	76.20	80.20	**76.20**
RENAN	76.10	74.50		79.40	**76.67**
ATTLASS	74.90	71.50	75.50	80.20	**75.53**
SA + CH + RE + AT	76.60	75.30	77.23	79.80	**77.23**
PS moy	**76.48**	**73.88**	**76.86**	**80.10**	**76.82**

figure 19 : Résultats en poids spécifique

2.4.3. Résultats en protéines : des mélanges toujours dans la course :

Comme pour le rendement, le classement entre les variétés est respecté. Avec en moyenne 12.08 % de protéines, SATURNUS est supérieur (106 %) à la moyenne des essais qui atteint 11.48 % (figure 18). RENAN se comporte également très bien avec en plus une grande régularité dans les résultats. CHEVALIER est quant à lui très irrégulier mais il est tout de même supérieur à la moyenne (102 %) ce qui est assez rare pour un blé classé dans les productifs. ATTLASS chute (89 %) mais cela n'est pas étonnant. Les mélanges sont dans la moyenne et atteignent 11.6 % de protéines quand RENAN est à 12 %. La régularité des mélanges est également à mettre en valeur sur les résultats protéines.

2.4.4. Résultats en poids spécifique : pas de différences significatives :

Avec en moyenne 78.48 de PS, SATURNUS est la variété qui a le PS le plus élevé, suivi des mélanges qui atteignent en moyenne 77.23 de PS. Les mélanges se situent dans la moyenne (101 %) et n'ont donc pas d'impact sur ce critère (figure 19).

2.4.5. Relation entre le rendement et les protéines : les mélanges se positionnent :

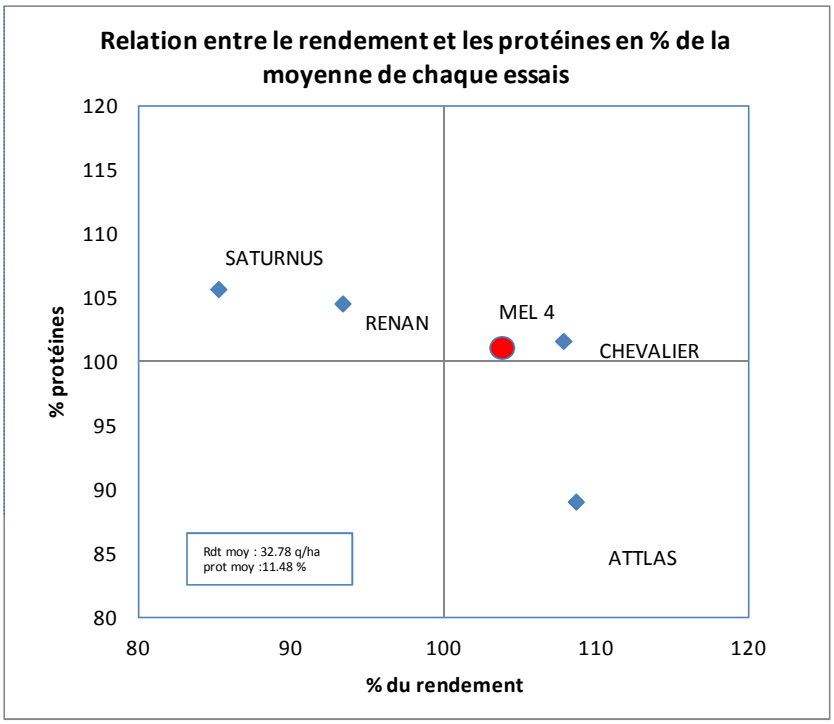


figure 20 : Relation entre rendement et protéines

SATURNUS et RENAN sont bien positionnés dans le créneau protéines mais sont inférieurs à la moyenne en rendement. ATTLASS est supérieur en rendement mais inférieur en protéines.

Les mélanges viennent se positionner dans un créneau inhabituel de bon rendement et bon taux de protéines, ce qui est assez rare. Cela devra être confirmé par de prochains essais.

CHEVALIER, c'est un peu inhabituel, vient également se positionner dans ce créneau.

Dans cette série d'essais, les mélanges variétaux permettent de sécuriser la production et également la qualité (figure 20).

Origine lot	Variété	Nbre spore par gramme
AVRIL (54)	Mélange	600
	Renan	40
	Saturnus	300
VEHO (54)	Mélange	200
	Renan	300
	Saturnus	90
	Chevalier	300
	Attlass	270
DOMNOM-LES-DIEUZE (57)	Mélange	2700
	Saturnus	5800
	Chevalier	12100
	Attlass	2300
MENIL LA HORGNE (55)	Mélange	100
	Renan	30
	Saturnus	200
	Chevalier	200
	Attlass	70

Tableau 8 : Contamination des différentes variétés sur les différents sites

2.4.6. Approche maladies, résultats carie du blé :

Cette année a été peu propice au développement de maladies, avec une sécheresse qui a duré de l'hiver à la fin du printemps, les observations maladies n'ont ainsi pas pu amener d'informations quant à l'intérêt des mélanges vis-à-vis de ce paramètre.

Néanmoins, dans le cadre d'une réflexion au niveau local et national sur la problématique « carie du blé », des analyses ont été effectuées pour nourrir la réflexion. Probiolor a également effectué des analyses auprès de ses adhérents pour démarrer un état des lieux de la contamination des semences par la carie du blé en Lorraine. Nous avons aussi lancé, en partenariat avec l'ITAB et Arvalis -Institut du Végétal-, une expérimentation visant à caractériser précisément quelles souches de carie sont présentes en Lorraine. Les résultats ne sont pas connus à l'heure de la publication de cette synthèse.

Concernant les analyses effectuées dans le cadre de cet essai, elles nous indiquent à première vue que les mélanges variétaux sont aussi contaminés que les espèces seules. Il est tout de même intéressant de constater que la variété CHEVALIER semble avoir une sensibilité plus importante à la carie du blé (tableau 8).

2.4.7. Conclusion :

Cultiver une seule variété équivaut à faire le pari que les conditions de sol, climat et de risque sanitaire vont lui convenir. Si c'est le cas, les résultats seront au rendez-vous, sinon ils risquent d'être décevants. Les mélanges, d'après ces premiers résultats en Lorraine, nous démontrent qu'il est certainement possible de limiter ce risque et de pouvoir ainsi sécuriser la production et la qualité des blés.

2.5. Perspectives 2012

Des essais similaires sont reconduits pour la saison 2011-2012, pour confirmer les résultats observés cette année et inscrire ces données dans un contexte pluriannuel.

D'autre part, une réflexion est menée dans le cadre du groupe de travail pour tester des mélanges adaptés à différentes valorisations (mélanges meuniers, mélanges productifs, etc.).

3. Essai engrais foliaires

3.1. Présentation du contexte de l'essai et des objectifs

Les exploitants sont de plus en plus confrontés à des propositions d'achat d'engrais ou de stimulateur des plantes qui doivent leur permettre d'augmenter leur rendement. Nous avons souhaité mettre en place une réflexion sur le sujet, afin d'objectiver les rapports coûts/bénéfices de ces produits, pour donner aux exploitants les éléments pour faire leur choix en connaissance de cause.

De même, nous avons lancé un travail sur la phytothérapie, soin des plantes par les plantes, pour évaluer son intérêt en grandes cultures.

L'objectif de ces essais est donc d'évaluer l'intérêt de l'application d'engrais foliaire et de purins d'ortie sur blé d'hiver. Les purins de plantes peuvent-ils améliorer la qualité et le rendement des céréales ?

3.2. Définition du protocole, liste des produits testés

Les produits testés sont l'OLIGOSOL B, le THALASSOL et le PURIN D'ORTIE, la composition et les propriétés de ces produits sont détaillés ci-dessous :

OLIGOSOL B : Produit (fongicide et fertilisant) à utiliser en pulvérisation.

Composition : extrait de prêle, extrait d'ortie, extrait de valériane, extrait d'écorce de chêne, extrait d'algues, extrait marins, zinc, manganèse, cuivre, soufre, bore.

THALASSOL : Produit (fongicide et fertilisant) à utiliser en pulvérisation composé.

Composition : jus d'extraction physique d'algues de mer, préparation gélatineuse végétale, solution magnésium, solution lactate de calcium, fer 65 mg/kg, manganèse 89 mg/kg, Zinc 88 mg/kg , Cuivre 16 mg/kg, Bore 9.1 mg/kg, Cobalt 4 mg/kg, Molybdène 28 mg/kg.

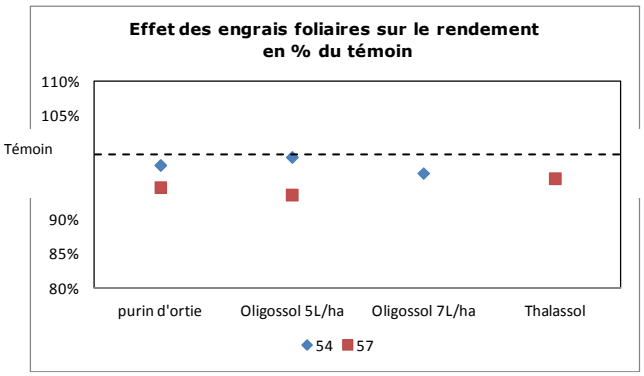
PURINS d'ORTIE : Riche en azote, c'est tout d'abord un engrais efficace, qui stimule la croissance des plantes et les renforce contre certaines maladies. Ensuite, il présente un caractère répulsif face aux pucerons et aux acariens. Le purin d'ortie est pauvre en phosphate, mais contient du magnésium, du soufre et du fer. Attention aux odeurs fortement désagréables pour nos sens olfactifs. Le purin d'ortie est corrosif, donc ne pas le préparer dans un récipient en métal. Il existe de nombreuses « recettes » pour préparer son purin d'ortie, nous avons suivi celle ci-après.

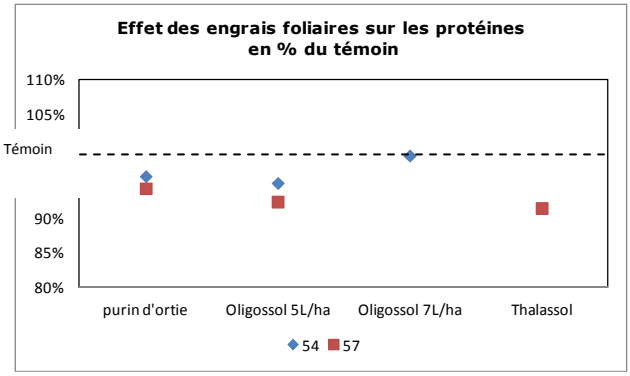
Fabrication :

- Hachez grossièrement 1 kg d'orties fraiche (ou 100 g d'orties sèches) pour 10 litres d'eau de pluie (de préférence des grandes orties qui ne soient pas encore montées à graines, ni en fleur). Laissez macérer.
- Couvrez le bac, et mettez le à l'abri et à l'ombre. Mélangez tous les jours. Tant que de petites bulles apparaissent lorsque vous brassez, c'est que la fermentation n'est pas achevée. Celle-ci dure 5 jours entre 15 et 20°C. Au-delà, il y a un risque de putréfaction du purin.
- Pour obtenir un effet contre les pucerons, il faut réaliser un trempage d'ortie durant 12h. Au delà, il peut y avoir l'effet inverse et attirer les insectes.
- Filtrer.

	Gye (54)	Lagarde (57)
Exploitation bio	Depuis 2009	Depuis 2010
Sol	Argilo-limoneux profond	Argilo-limoneux profond
Précédent	Féverole	Colza (n-1) Orge H (n-2) Blé H (n-3)
Nombre de blocs	4	4
Date de semis	12 octobre 2010	15 octobre 2010
Densité de semis	350 gr/m²	380 gr/m²
Fertilisation	Fumier (10 t/ha)	Fumier mou en mars 2011 (30 t/ha)
Enherbement	Très limité	limité
Désherbage mécanique	Aucun	1 passage de herse étrille le 15/03/2011
Date de récolte	02 août 2011	12 août 2011

Tableau 9 : Dispositif expérimental de l'essai engrais foliaires





	Rendement q/ha		
	54	57	moy
purin d'ortie	70.15	44.0	57.07
Oligossol 5L/ha	70.99	43.5	57.25
Oligossol 7L/ha	69.31		69.31
Thalassol		44.6	44.60
témoin	71.71	46.5	59.11

	PS		
	54	57	moy
purin d'ortie	76.3	55.6	65.95
Oligossol 5L/ha	76.8	53.7	65.25
Oligossol 7L/ha	76.7		76.70
Thalassol		53.0	53.00
témoin	76.3	56.7	66.50

	% protéines		
	54	55	moy
purin d'ortie	9.7	9.9	9.80
Oligossol 5L/ha	9.6	9.7	9.65
Oligossol 7L/ha	10		10.00
Thalassol		9.6	9.60
témoin	10.1	10.5	10.30

figures 21 : Comparaison des effets des différents produits sur le rendement et le taux de protéines

Résumé du protocole mis en place sur les deux sites :

Les applications ont eu lieu au stade 2 nœuds du blé, le purin d'ortie a été épandu à la dose de 50 l/ha. Le dispositif mis en place comprenait quatre répétitions (tableau 10).

BLOC 1	BLOC 2	BLOC 3	BLOC 4
Témoin	Oligosol 5L/ha	Thalassol 4 L/ha	Témoin
Purin d'ortie	Purin d'ortie	Témoin	Oligosol 5L/ha
Thalassol 4 L/ha	Témoin	Oligosol 5L/ha	Purin d'ortie
Oligosol 5L/ha	Thalassol 4L/ha	Purin d'ortie	Thalassol 4 L/ha

Tableau 10 : Dispositif expérimental de l'essai engrais foliaires

3.3. Localisation et présentation des sites

L'ensemble des informations sont résumées dans le tableau ci-contre (tableau 9).

3.4. Résultats

L'ensemble des résultats sont présentés ci-contre (figures 21).

L'analyse de variance ne montre aucuns effets significatifs ni sur le rendement, ni sur les protéines ni sur le PS. Le contexte de l'année avec peu de maladies n'a pas permis non plus de mettre en évidence un effet induit ou une meilleure résistance des plantes ayant reçu ces applications contre les maladies.

Ces essais sont reconduits et complétés avec d'autres produits la saison prochaine.

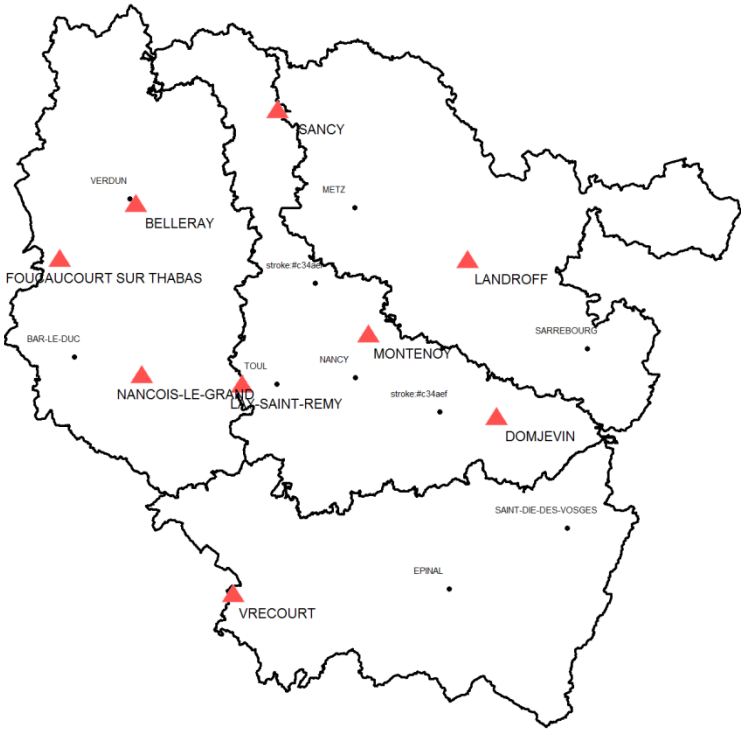


figure 22 : Localisation des essais colza

B. Colza d'Hiver

La réussite de la culture du colza en agriculture biologique est soumise à de multiples facteurs qui en font une culture peu présente en Lorraine. La problématique insecte est souvent identifiée par les producteurs comme étant difficilement gérable.

Pourtant, il existe une vraie demande de la filière concernant cette culture en bio. En effet, la margarine bio est principalement produite à partir de colza, et la demande sur ce type de produits est aujourd'hui très largement supérieure à ce que la filière française peut fournir. La culture de colza, si elle était plus « maîtrisée » en bio, serait donc une opportunité pour les agriculteurs de sécuriser leur revenu tout en intégrant dans leur rotation une culture aux vertus agronomiques reconnues.

Pour apporter des éléments de réponse sur l'itinéraire technique du colza en agriculture biologique, un groupe de travail s'est créé en 2010, à l'initiative de Claude CHOUX, agriculteur et président de Probiolor, regroupant Probiolor, les Chambres d'Agriculture de Lorraine et le CETIOM.

Suite à ces échanges nous avons mis en place durant la campagne 2010-2011, 2 protocoles d'essais, l'un portant sur les mélanges variétaux, dont l'objectif est d'allonger la période de floraison pour limiter l'impact des méligèthes, et l'autre sur les cultures associées au colza, dont les objectifs sont la gestion des adventices et de l'azote.

Ces expérimentations ont été mises en place chez 8 agriculteurs des 4 départements.

1. Présentation des objectifs de chaque essai

1.1. Essai mélange variétal

Comme précisé auparavant, le parasitisme est un problème récurrent sur le colza, en particulier dans une région où près de 26% de la SCOP est emblavée en colza (DRAAF Lorraine, SRISE, 2011). Le cahier des charges de l'agriculture biologique offre peu de possibilités pour se prémunir des dégâts causés par les insectes ravageurs du colza au printemps (méligèthes notamment).

Une des pistes de travail actuelles est le mélange variétal, en effet celui-ci permettrait, par le cumul de précocités différentes, d'allonger la période de floraison, et de limiter ainsi l'impact des méligèthes sur une partie de la parcelle, d'optimiser les phénomènes de compensation et donc de stabiliser la productivité.

L'objectif de cet essai est donc d'évaluer l'intérêt du mélange variétal dans la résistance de la culture vis-à-vis des ravageurs de printemps.

1.2. Essai colza associé

La gestion de l'azote est une thématique récurrente en agriculture biologique, en raison du cahier des charges qui limite la fertilisation aux matières organiques. L'association d'une légumineuse gélive à la culture principale permettrait d'apporter de l'azote au système sans pénaliser la culture en place.

D'autre part, on cherche à améliorer la structure du sol et mieux valoriser les éléments qu'il contient grâce à la complémentarité du système racinaire des cultures associées.

FLORAISON			(CETIOM)
Précoce	**Mi précoce**	**Mi tardive**	**Tardive**
ALPAGA	COOPER	ADRIANA	GRIZZLY
ES ALIENOR	GOYA	AVISO	KADORE
ES GALILEO	GALILEO	DK CABERNET	CAMPALA
CATALINA (T précoce)		ES ASTRID	NK AVIATOR
		EXPERT	EXOCET
		KALIF	ROBUST

Tableau 11 : Liste des variétés disponibles pour l'essai mélange variétal

Moda 1	Moda 2	Moda 3	Moda 4

figure 23 : Dispositif expérimental

Enfin, on recherche avec l'association une couverture du sol optimale pour limiter le développement des adventices.

Néanmoins, cette capacité de cohabitation doit être vérifiée dans les conditions pédoclimatiques et techniques des systèmes bios lorrains.

L'objectif est donc ici d'évaluer l'intérêt de l'association d'une légumineuse avec la culture de colza.

2. Définition des protocoles

2.1. Essai mélange variétal

Le protocole consiste en un essai en bandes (largeur de 10 à 20 mètres sur grande longueur) composé de cinq modalités (3 bandes avec des variétés en pur, 2 bandes avec 2 mélanges de variétés différents). Les différentes variétés testées présentent des degrés de précocité allant de très précoce (CATALINA) à tardif (KADORE), les choix des variétés ont été laissés libres aux expérimentateurs au sein d'une liste (tableau 11).

Le détail des cinq modalités testées figure ci-dessous :

1) Variété à floraison Précoce
2) Variété à floraison Tardive
3) Mélange de 3 variétés : précoce + ½ précoce ou ½ tardive + tardive
4) Mélange de 2 variétés : tardive (voire ½ tardive) + 5% de CATALINA
5) Possibilité de mettre une bande de CATALINA en pur

Modalité 1, 2 et 5 : Ce sont les témoins qui permettront de comparer les différentes observations.
Modalité 3 : «réflexion sur l'ensemble du cycle »
Mélange homogène de 3 lignées avec une répartition de 33 % pour chaque variété.
Modalité 4 : « le piège à méligèthes »
Introduire 5 % d'une variété très précoce (CATALINA) dont l'objectif et de jouer un rôle attractif pour les méligèthes grâce à une floraison décalée par rapport au reste de la parcelle.

2.2. Essai colza associé

Le protocole consiste en un essai en bandes (largeur de 15 à 20 mètres sur la longueur du champ) composé de 2 modalités, 1 bande colza solo et 1 bande mélange, sur lesquelles on laisse systématiquement une zone sans aucune fertilisation organique, de largeur de la bande et sur 50 mètres de long, qui servira à évaluer la fourniture en azote issue de la plante associée (figure 23).

En ce qui concerne le semis de l'espèce accompagnante, on dispose de plusieurs options :

- Soit on associe au colza l'espèce accompagnante en mélangeant les semences,
- Soit on sème l'espèce accompagnante au centrifuge et on l'enfouit par une façon superficielle dans les 2 jours qui suivent le semis,
- Soit on sème l'espèce accompagnante par un passage supplémentaire de semoir le même jour que le colza,
- Soit on sème l'espèce accompagnante en même temps que le colza avec un semoir équipé de 2 caisses de semis.

Pour ce qui est du choix des espèces, on recherchera en priorité une espèce gélive, pour assurer une destruction naturelle de la culture :

- Pois : si possible, pois fourrager autrement, pois protéagineux de printemps. Semis à 70 kg/ha ; le pois est assez sensible au positionnement de la semence, veillez à bien enfouir la graine. Effet recherché : structure et azote.

Exploitation	Département	Type d'essais	Récolté ou non
GAEC du Thabas	55	Mélange variétal	non
l'EPL Agro	55	Mélange variétal + Colza associé	oui
GAEC des Raillis	55	Mélange variétal + Colza associé	non
Vincent Hypolite	54	Mélange variétal	Non
GAEC de la saule	54	Mélange variétal	Récolte agriculteur
GAEC des Grands Prés	54	Mélange variétal + Colza associé	Non
GAEC du Sillon	54	Mélange variétal + Colza associé	Non
Thierry Lecler	88	Colza associé	Non

Tableau 12 : Récapitulatif des sites

- **Féverole :** Utiliser une variété de printemps à 100 kg /ha.

- **Lentille :** Espèce la plus couvrante qui peut permettre de « refermer le sol », Semis à 60 kg/ha.

- On évitera les **vesces** qui manquent souvent de sensibilité au gel.

3. Localisation et présentation des sites

Gaec de la Saule :

La parcelle était implantée sur un sol argilo calcaire superficiel à Montenoy. La parcelle en mélange variétal en association avec une légumineuse (5 kg /ha d'AVISO + 0.2 kg/ ha CATALINA+1kg de trèfle Blanc) avait comme précédent une luzerne dactyle. Le semis de la parcelle a été réalisé à 125 gr/m² en bonnes conditions suite à une préparation sur labour le 20/08/2010.

A l'automne la parcelle s'est bien comportée et les colzas n'ont pas manqué d'azote puisque le poids brut à l'entrée de l'hiver avoisinait les 2 kg/ha. Au niveau adventice, les graminées sont présentes mais la concurrence sur le colza est relativement faible. En sortie hiver, le sec viendra perturber toute la phase de développement au printemps, les colzas fleuriront à partir du 7 avril (stade F1). La floraison sera légèrement perturbée par les méligèthes mais le colza va compenser grâce à un bon enracinement et l'effet mélange. Au final, le rendement sera surtout pénalisé par le sec avec un faible nombre de siliques et un remplissage limité des siliques. Le rendement de la parcelle est de 8 q/ha.

Photo 1 : début floraison

Photo 2 : enracinement du colza

Hypolite :

La parcelle était implantée sur un sol argilo limoneux à Audun le Roman. La parcelle en mélange variétal avait comme précédent un épeautre. Le semis de la parcelle a été réalisé en bonnes conditions, suite à une préparation sur labour le 22/08/2010 à 125 gr/m² (5 kg/ha). La partie la plus argileuse de la parcelle était motteuse et a subi une attaque de limaces menant à une destruction de 100 % des pieds sur 90 % de la parcelle. L'agriculteur a retourné la parcelle pour y implanter une céréale d'hiver.

Gaec des Grands Prés :

Le site était implanté sur une parcelle en argile lourde à Domjevin. Le colza était associé à des légumineuses (vesce, lentille, cameline, pois et féverole). Le semis de la parcelle a été réalisé en bonnes conditions suite à une préparation en TCS (outils à dents) le 20/08/2010 à 50 gr/m².

Le poids du colza à l'entrée de l'hiver était de 820 gr/m², ce qui est limite en production biologique.

Espèce associées	Poids culture associée g/m²	Poids du colza g/m²
Vesce	850 g	750 g
Lentille	320 g	720 g
Cameline	150 g	200 g
Pois	420 g	680 g
Féverole	150 g	310 g
Colza solo		820 g

Photo 2 : colza/vesce sortie hiver

Le poids du colza est inférieur dans toutes les modalités associées avec cependant une production totale de biomasse (culture associé + colza) supérieure. La Cameline montre un réel antagonisme avec le colza et l'on peut parler d'effet allélopathique. Certains travaux du CETIOM (Sauzet) allant également dans ce sens, on déconseillera donc cette plante en association avec le colza. L'étouffement à l'automne par les cultures associées est important (photo 1) mais les adventives sont tout de même présentes «en dessous».

En sortie hiver, l'ensemble des cultures associées avaient gelé, laissant, par ailleurs, la place libre aux adventices. Avec l'humidité, le binage ne fut pas possible.

En parallèle, au 1er mars, le colza avait perdu 80 % de son poids et ne faisait plus que 90 g/m², et la parcelle était concernée par un abroutissement important des pieds de colzas (photo 2). L'une des hypothèses, sur ce dernier point, est que le couvert de cultures associées a rendu la parcelle plus appétante pendant l'hiver pour le grand gibier. Au final, la parcelle sera retournée.

Gaec du Sillon :

La parcelle était implantée sur un sol sablo limoneux à Fougue. La parcelle en mélange variétal et en culture associée avec de la lentille avait comme précédent un mélange triticale/pois.

Le semis de la parcelle a été réalisé en bonnes conditions suite à une préparation sur labour le 12/08/2010 à 75 gr/m².

A l'automne la parcelle s'est bien comportée mais le poids atteint en entrée hiver (600 g/ha*) était moyen. La lentille s'est bien développée dans le colza, elle était étouffante mais n'a pas pour autant concurrencé totalement les adventices car au printemps la partie avec culture associée était aussi sale que la partie sans. Un binage effectué le 15/03 a bien récupéré la parcelle du point de vue des adventices, pour autant avec 420 g/m², le colza n'était pas très développé.

En outre des larves de charançon du bourgeon terminal se sont développées dans 30 % des pieds. Le colza sera laissé jusqu'à la fin mars mais le sec aura raison de la parcelle qui sera retournée et implantée en tournesol.

** poids estimé*

Photo 1 : colza après binage 15/03

Photo 2 : larves de CBT

Gaec du Thabas :

La parcelle était implantée sur un sol argilo-limoneux de l'Argonne. Le précédent était un blé d'hiver et l'anté-précédent une prairie temporaire. Il n'y a pas eu d'apport de compost. Il s'agissait d'un essai mélange variétal avec la variété Catalina qui est très précoce à floraison.

La parcelle a été semée le 2 septembre à une densité trop faible, à savoir 1.2kg/ha. Malgré une bonne préparation et une bonne levée la parcelle s'est vite salie par de la matricaire, de la vesce et de la moutarde des champs.

Il n'y a pas eu d'interventions à l'automne pour désherber, car l'agriculteur attendait le printemps. Cependant, au printemps, la vesce avait par endroit complètement étouffé le colza et la parcelle a été broyée au début de la floraison car elle s'est révélée beaucoup trop claire et trop sale. Un méteil a été implanté en remplacement.

Gaec des Raillis :

L'essai était implanté sur un sol argilo-calcaire superficiel du Barrois avec des veines de marne sur la commune de Nançois le Grand. Le précédent était un blé et l'anté-précédent une avoine. Une bande de navette a été semée tout autour de la parcelle. Cette parcelle accueillait trois modalités avec des mélanges :

1) Cooper + lentilles : 3.25kg /ha de cooper et 30kg/ha de lentilles semées à la volée devant le tracteur et enterrées au semoir
2) Adriana + catalina : 3.5kg/ha
3) Adriana seul : 3.6kg/ha

La parcelle a rencontré de nombreuses difficultés pour lever avec notamment des problèmes de limaces et une profondeur de semis mal maîtrisée. Devant l'hétérogénéité de la parcelle et les zones sans colza celle-ci a été détruite à l'automne et ressemée avec un méteil.

Chez Thierry Lecler

La parcelle était implantée sur une argile limoneuse à Vrécourt, en précédent blé (paille exportées), antéprécédent tournesol. La parcelle fut déchaumée puis labourée et a reçu du compost. La parcelle fut ensuite reprise avec une herse plate (2 fois) puis roulée avant semis. Le travail du sol n'a pas permis de gérer au mieux les repousses (problème de rasettes).

Lentille et féverole furent semées avant implantation du colza. Le colza, quand à lui, fut semé le 21 août 2010 en doubles rangs (8 cm) écartés de 30 cm. La navette a été implantée en tour de champ (piège insecte) mais la levée est jugée moyenne en raison notamment de la présence de nombreuses mottes. Nous n'avons pas rencontré de problèmes de limaces.

La densité de colza s'est révélée correcte. Une zone de l'essai a été menée sans compost. La biomasse en entrée d'hiver est faible, en effet la féverole a concurrencé le colza, la lentille, quant à elle, n'a pas eu d'effet (tableau 13). Le témoin sans compost présente le même développement que le reste de l'essai.

En sortie hiver, le colza reste très peu développé dans la modalité associée avec la féverole. Tout au long de la campagne, il a montré des problèmes de développement (carence en azote et salissement important dû aux repousses) pour être finalement attaqué massivement par les méligèthes.

Au final, le potentiel jugé trop limité ainsi que l'hétérogénéité de développement et la présence importante d'adventices nous ont conduit à ne pas effectuer de pesées sur cet essai.

Biomasse entré hiver 29/10/2010

Récapitulatif		Colza + Féverole		Colza + Lentille	
(en kg/m²)	Colza	Colza	Féverole	Colza	Lentille
Avec Compost	0.6	0.4	0.2	0.6	0.2
Sans compost	0.7	0.3	0.2	0.5	0.2

Biomasse sortie hiver 21/02/2011

(en kg/m²)	Colza seul	Colza+Féverole	Colza+Lentille
N	0.79	0.34	0.66
T0N	0.77	0.31	0.45

Tableau 13 : Développement des mélanges en fonction de l'apport ou non de compost

Site	Département	Problèmes rencontrés					
		Densités de semis	Fournitures en azote	Adventices	Limaces	Insectes	Divers
GAEC des grands prés	54		**X**	**X**			**X**
GAEC du Sillon	54		**X**			**X**	
Hypolite	54				**X**		
GAEC des Raillis	55	**X**	**X**		**X**		**X**
GAEC du Thabas	55	**X**		**X**			
Thierry LECLER	88		**X**	**X**		**X**	

Tableau 14 : Récapitulatif des causes d'échecs par site

Colza	50% Kadoré + 50% Epure + Catalina
Trèfle blanc	Winterwhite (5 kg/ha)
Phacélie	Stala (11 kg/ha)
Vesce P	Mickaëlla (100 kg/ha)
Pois P	Lumi (100 kg/ha)

Tableau 15 : Espèces et variétés testées

MODALITES	Biomasse aérienne (kg/m²) au 17 mars	Equivalent azote absorbé (U)	Commentaires
COLZA + POIS 100 kg	1.63	114	
COLZA SOLO	1.85	130	
COLZA + VESCE 100 kg	1.65	116	
COLZA + PHACELIE 11 kg	0.61	43	Forte concurrence de la phacélie sur le colza
COLZA + TREFLE BLANC 5 kg	1.90	133	Le trèfle blanc n'a pas gelé = présent à la pesée

Tableau 16 : Résultats des essais en biomasse sortie hiver

4. Résultats

Pendant la campagne, différents problèmes ont conduit les agriculteurs à retourner cinq des sept parcelles de colza, pour y implanter une culture de remplacement.

En conséquence, la synthèse des résultats portera essentiellement sur l'étude technique des raisons ayant conduit au retournement des colzas et sur les résultats de l'essai dans la Meuse. Vous trouverez ci-contre un tableau récapitulatif des échecs (tableau 14).

4.1. Récapitulatif des échecs

La densité de semis et la gestion des adventices ne nous paraissent pas être des problèmes irrémédiables pour le colza car ils peuvent être évités par une bonne technicité de l'agriculteur. La réflexion est différente quand on parle d'azote et de problématique insectes.

L'azote : les premiers résultats de l'année nous apprenent que 50 % des sites ont été retournés suite à des problèmes liés à l'azote. Le colza est une plante gourmande en azote et il est important de la positionner derrière des précédents favorables, de façon à optimiser la phase de développement à l'automne. Un mauvais choix de parcelle conduit, dès le départ, à un pourcentage d'échec important en colza.

Les ravageurs : les problèmes de limaces peuvent être limités par le travail du sol, et, aujourd'hui, par l'arrivé du SLUXX autorisé en AB. En ce qui concerne les insectes, la stratégie de lutte est beaucoup plus délicate. Un colza développé à l'automne ne sera pas ou peu concerné par les dégâts de charançon du bourgeon terminal (CBT), ce qui milite pour des gros colzas à l'automne.

Concernant les méligèthes, il n'existe pas, aujourd'hui, de solutions en cas de grosse attaque. Nous continuons à travailler sur les mélanges variétaux et sur les plantes pièges. L'idée qu'un colza bien implanté et bien développé a des pouvoirs de compensation plus importants est vérifiée ; c'est ce qu'il faut viser pour l'instant, en attendant d'avoir une solution contre ces insectes.

4.2. Synthèse essais récoltés

Sur les trois essais non détruits, deux ont fait l'objet d'un suivi approfondi, sur le site de l'EPL Agro de Belleray près de Verdun.

Ces essais ont été implantés sur un sol argilo-limoneux profond. La parcelle n'avait jamais reçu de colza auparavant et reçoit régulièrement de la matière organique. Avant l'implantation 8t/ha de fumier ont d'ailleurs été épandus.

Les deux essais n'ont pas été semés à la même date, et un passage de herse supplémentaire a été réalisé pour l'essai couvert associé afin de détruire les repousses de céréales. Sur l'essai mélange variétal les repousses d'avoine (importantes) ont engendré un taux d'impureté élevé à la récolte.

Essai « couverts associés » :

Les espèces et variétés testées sont détaillées dans le tableau 15 ci-contre. Le colza, comme les couverts, s'est bien implanté à l'automne et avait un développement important. Seule la phacélie, trop dense, a étouffé le colza. Les biomasses sortie hiver (tableau 16) sont importantes, ce qui a permis aussi au colza de bien supporter les attaques d'insectes. Le développement au printemps a été correct et malgré la présence de quelques méligèthes peu de dégâts d'insectes sont à noter.

Modalités	Rendement brut (q/ha)	Impuretés (%)	H (%)	Rdt net 9,5 % H (q/ha)
COLZA + POIS 100 kg	18,2	4,9	6,5	17,8
COLZA SOLO	22,1	8,3	6,3	21,0
COLZA + VESCE 100 kg	22,6	3,6	6,3	22,6
COLZA + PHACELIE 11 kg	12,9	4,3	7,0	12,7
COLZA + TREFLE BLANC 5 kg	21,5	9,7	6,1	20,1
Moyennes	19,4	6,2	6,4	18,8

Tableau 17 : Résultats des essais en rendements bruts et nets, taux d'impuretés

		Nom de la variété	Floraison
Variétés :	colza 1	Noblesse	1/2 précoce
	colza 2	Epure	1/2 tardive
	colza 3	Kadoré	Tardive
	colza 4	Catalina	Ultra-précoce

	Numéro	Description
Modalités :	1	Variété à floraison précoce (Noblesse)
	2	Variété à floraison tardive (Epure)
	3	Mélange de 2 variétés 1/2 tardive + tardive (Epure + Kadoré)
	4	Mélange de 2 variétés : 1/2 tardive (Epure) + CATALINA

Tableau 18 : Modalités testées dans l'essai mélange variétal

Modalités	Rendement brut (q/ha)	Impuretés (%)	H (%)	Rdt net 9,5 % H (q/ha)
EPURE + 5% CATALINA	18,6	20,3	6,9	15,2
EPURE + KADORE	22,9	18,3	7,0	19,3
EPURE	22,0	21,5	6,9	17,7
NOBLESSE	31,2	38,6	6,5	19,8
Moyennes	23,7	24,7	6,8	18,0

Tableau 19 : Résultats des essais en rendements bruts et nets, taux d'impuretés

Les résultats en termes de rendements bruts et nets et de taux d'impuretés figurent dans le tableau 17.

Cet essai nous apporte quelques pistes à confirmer :

- La présence d'un couvert semé à la « juste » densité n'entrave pas le potentiel de rendement. Il ne l'améliore pas non plus. La bande de phacélie nous montre qu'une plante compétitive semée trop dense peut détériorer le rapport compétition/facilitation et être extrêmement dommageable au colza.
- Plus le couvert est dense, plus la bande est propre : il faut trouver le bon équilibre entre couverture du sol et concurrence envers le colza. Les bandes avec couvert sont plus propres que la bande témoin colza seul.
- Tous les couverts ont gelé, seul le trèfle blanc n'a pas disparu après l'hiver.
- Les différences de rendement ne sont pas significatives sauf dans le cas de la phacélie dont le rendement est quasiment inférieur de 8q/ha à la moyenne des autres bandes.
- L'association qui ressort le mieux est colza-vesce. C'est en effet celle qui présente le meilleur rendement et le plus faible taux d'impuretés. A confirmer…
- La parcelle semée avec du pois ressort très bien au niveau propreté, cependant le rendement en colza est légèrement inférieur. Est-ce un effet du couvert ? Cela devra être confirmé.
- La parcelle de trèfle est celle où l'on a retrouvé le plus d'impureté (10 %) et la légumineuse n'a pas apporté d'azote au colza puisqu'elle n'a pas gelé en hiver. Par contre, le couvert a continué à se développer après moisson du colza (ce qui peut permettre d'en récolter pour les animaux ou de le broyer et de l'enfouir en tant qu'engrais vert). Ce couvert, très étouffant, est encore en place au 1er septembre 2011, son impact sur le blé qui va suivre pourra être évalué (salissement, rendement et taux de protéines).

Essai mélange variétal :

Les tableaux ci-contre présentent les modalités testées (tableau 18). L'essai a bien levé et le colza s'est bien développé à l'automne pour atteindre une biomasse sortie hiver de l'ordre de 1.5kg/m². Un comptage de méligèthes a été réalisé au stade D1 avec peu de différence entre les modalités. Les comptages allaient de 3.2 méligèthes par plante en moyenne à 4.8. Il s'agit donc d'une attaque relativement modérée et aucune différence importante n'a été constatée entre les modalités. Le colza étant bien développé, il a bien supporté la concurrence des méligèthes et les dégâts ont été plutôt faibles.

Les résultats des récoltes des différentes modalités figurent ci-contre (tableau 19). Il est à noter un fort taux d'impuretés dues aux repousses d'avoines très importantes (sur la variété Noblesse en particulier).

On constate également la forte présence de phoma sur tige à la récolte. Il s'agit de la souche de phoma (Biglobosa) qui était largement présente cette année. Ce type de phoma est certainement apparu suite aux conditions climatiques très sèches du printemps. Par ailleurs, contrairement au phoma classique (Matulence), qui est plus dangereux pour la plante, Biglobosa ne provoque pas de nécrose.

5. Conclusion

La parcelle n'ayant pas subie de pression importante de la part des ravageurs de printemps, il n'a pas été possible de voir l'effet des décalages de précocité à floraison sur les attaques. De plus, la floraison des colzas s'est faite dans des conditions optimales cette année et toutes les variétés ont fleuri en même temps, à 1 journée d'intervalle, ce n'est donc pas assez discriminant pour voir un éventuel impact.

6. Bilan et perspectives

La difficulté de cultiver du colza bio en Lorraine a bien été illustrée dans les résultats d'essais, puisque 80 % des sites n'ont pas été menés jusqu'au bout et ont été remplacés par d'autres cultures.

Cette incertitude quant à la production est la difficulté principale que rencontre aujourd'hui la filière colza bio en France, et la raison pour laquelle nous travaillons techniquement à la sécurisation des itinéraires techniques.

Ces essais nous rappellent qu'un agriculteur qui choisit aujourd'hui d'implanter un colza doit systématiquement préparer une solution de secours (avec une culture de printemps), étant donnés les nombreux écueils qu'il pourra rencontrer. Un autre enseignement fondamental de ces essais est l'importance du choix de la parcelle (tant au niveau de la situation spatiale que de la place dans la rotation) et de la qualité d'implantation de la culture. Pour autant, les essais récoltés nous montrent qu'il est possible de faire un rendement satisfaisant en colza bio.

Les colzas associés : « des résultats encourageants à confirmer » :

Choix du couvert : sur l'ensemble des plantes compagnes utilisées dans les essais, la cameline et la phacélie apparaissent inadaptées. Les autres espèces testées ne semblent pas avoir d'effet négatif.

La densité de la culture associée doit être par contre adaptée pour éviter d'entrer en concurrence avec le colza. Il faut noter que le mélange avec le trèfle blanc permet de conserver après la récolte un couvert qui aura capté de l'azote. Le trèfle peut être récolté comme fourrage ou retourné avant la culture suivante (engrais vert).

Concernant l'aspect adventices, la couverture du sol par la culture associée permet de réduire légèrement la biomasse ou la quantité d'adventices, sans pour autant laisser la parcelle propre. L'une des pistes à tester est de semer la culture associée sur le rang, ce qui permettrait un passage d'outils sur l'inter rang et une occupation de l'espace sur le rang par le colza et la culture associée.

En ce qui concerne le rendement on n'observe pas de différences significatives entre les cultures associées et le colza solo.

Enfin, la faible pression méligèthes sur les essais « mélanges variétaux » n'a pas permis de mettre en évidence les effets favorables de cette technique contre les insectes. Les essais seront reconduits l'année prochaine. Plus généralement, concernant la problématique insecte, nous avons constaté qu'un colza bien implanté, bien développé à l'automne, aura une vigueur plus importante et compensera d'autant mieux des attaques d'insectes (CBT, méligèthes).

Une campagne d'essai a été reconduite pour la récolte 2012 afin d'apporter des confirmations à ces premiers résultats

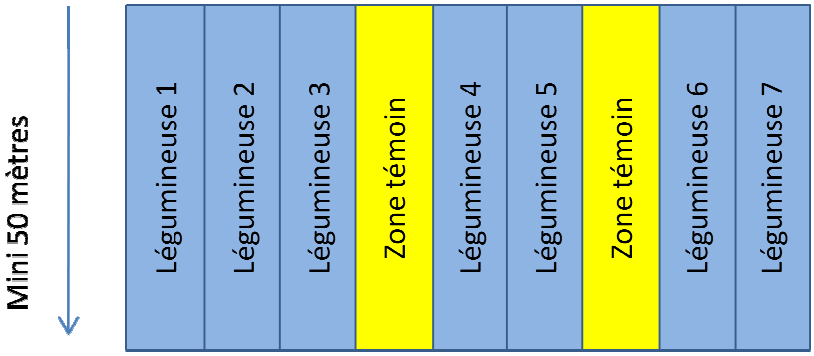


Figure 24 : Dispositif de l'essai

			Variété	Dose semis kg/ha
Pérennes	minette		VIRGO	20
	Trèfle	violet	NIKE	15
		hybride	DAWN	10
		blanc nain	HUIA	4
Annuelles		incarnat	CARMINA	15
		alexandrie	AXI	15
		perse	CIRO	15

Tableau 20 : Liste des espèces de légumineuses testées

C. Légumineuses

1. Semis de légumineuses sous couvert de céréales

1.1. Présentation du contexte de l'essai et des objectifs

L'azote est un élément limitant des systèmes bio, notamment des systèmes avec peu d'élevage. Les légumineuses représentent un levier particulièrement intéressant pour valoriser une ressource naturelle et inépuisable en azote, l'atmosphère. D'autre part, les différentes réglementations imposent dès 2012, en zone vulnérable, une couverture totale des sols en hiver, rendant la problématique couvert totalement incontournable. Ce dernier point fait appel aux intercultures dites « longues » (avant cultures de printemps), mais il existe également des intercultures « courtes », avant une culture d'hiver (généralement semis dans une culture de printemps avant céréale d'hiver).

Néanmoins, la variabilité en termes de productivité de ces cultures, ainsi que leur valorisation plus ou moins importante par la culture suivante nous oblige à évaluer rigoureusement chaque culture dans le contexte technico-économique de l'agriculture biologique.

Enfin, il faut également garder à l'esprit que ce type de culture est déjà très présent dans les rotations bio, et qu'une intégration supplémentaire de légumineuses ne pourra se faire qu'en évaluant l'impact sur le cortège de parasites (maladies et insectes) qui leur sont inféodées. C'est le sens des travaux sur l'aphanomyces engagés cette année, dont les principaux résultats et enseignements figurent dans ce document.

Les objectifs de l'essai sont les suivants :

- Quantifier la productivité de diverses modalités végétales semées sous couvert de céréales au printemps et qualifier leur comportement,

- Quantifier le stockage d'azote et de carbone dans les parties aériennes ; en déduire une estimation de l'azote disponible pour la culture suivante,

- Mesurer l'effet du couvert sur le stock d'azote minéral du sol (reliquat) à différentes dates pour déterminer l'effet « CIPAN » (aspect réglementaire) et l'effet « fertilisation azotée » sur la culture suivante,

- Si possible : déterminer la date de semis optimale au printemps pour arriver à une production de matière sèche maximale à l'automne,

- Mesurer le rendement sur la culture suivante (2e partie d'essai) et vérifier les hypothèses de disponibilité en azote émises.

1.2. Définition du protocole

Le protocole consiste en un essai en bande (largeur de semoir sur grande longueur) composé de huit modalités (les 7 espèces de légumineuse et 2 témoins « sol nu ») (figure 24). Les essais de Meurthe et Moselle ont suivi un dispositif à 3 répétitions.

Nous avons choisis d'implanter différentes variétés de trèfle et une espèce de minette. En effet les trèfles apparaissent avec un potentiel de développement relativement rapide, généralement peu concurrente de la culture en place, et mettant rapidement en action des nodosités permettant de capter l'azote de l'air. Vous trouverez les différentes variétés ainsi que les doses de semences présentées sur la page ci-contre (tableau 20).

Site	*Céréale en place*	*Type d'interculture*
Nançois le Grand (55)	*Blé d'Hiver*	*Longue*
Tarquimpol (57)	*Triticale (Hiver)*	*Courte*
Boulaincourt (88)	*Triticale (Hiver)*	*Courte*
Royaumeix (54)	*Epeautre (Hiver)*	*Longue*
Avril (54)	*Orge de Printemps*	*Longue*

Tableau 21 : Récapitulatif des situations rencontrées

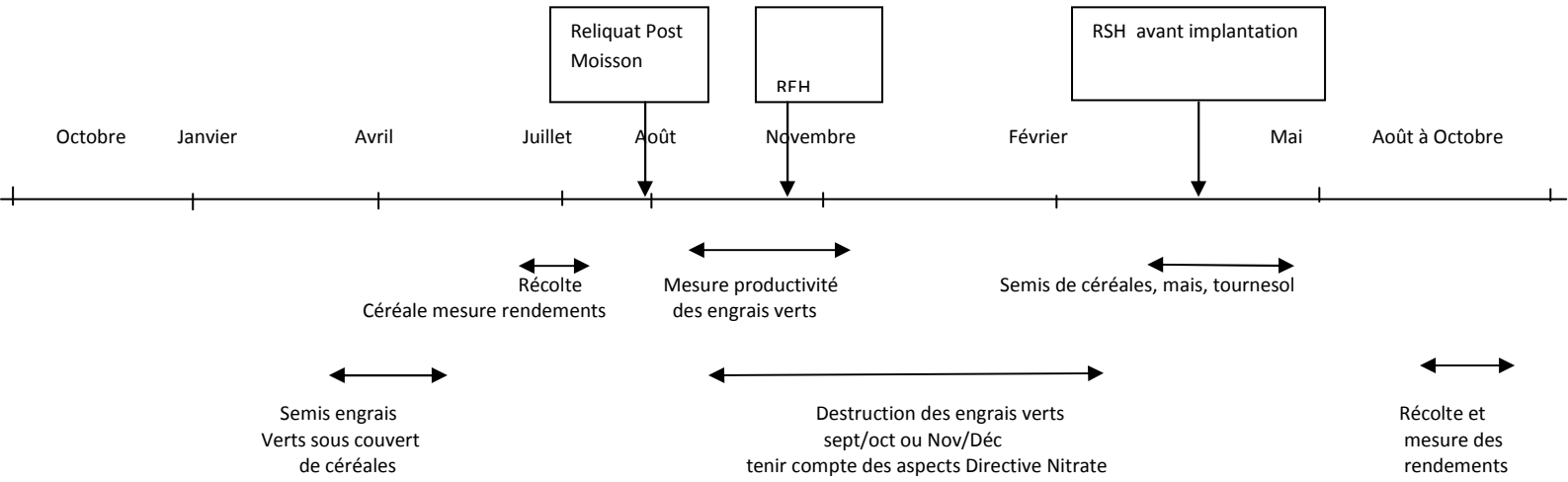


figure 25 : Calendrier des travaux

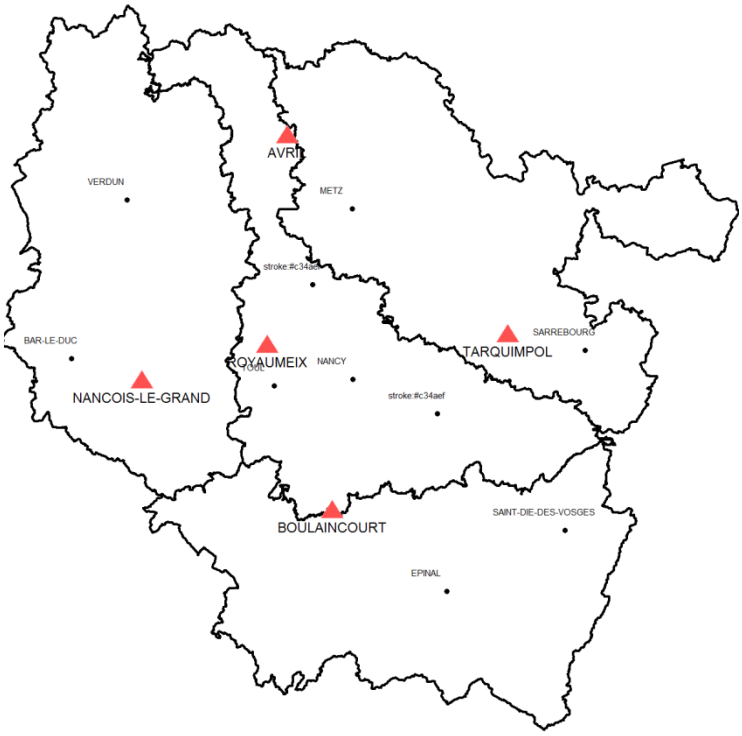


figure 26 : Localisation des sites

Comme expliqué précédemment, on peut rencontrer quatre situations différentes en fonction de la culture en place et de la culture suivante (tableau 21) :

- *Deux types de céréales* : semis sous couvert de céréales de printemps ou hiver.

- *Deux types d'interculture* : Courte avec implantation d'un blé (ou orge d'hiver) dans le couvert de trèfle vivant ou détruit avant semis.

Longue : destruction automnale du couvert (selon dispositions directive nitrate) puis semis en année N+1 d'une culture de printemps.

Vous trouverez ci-contre le calendrier des travaux suivi sur les différents sites (figure 25).

Les dates de semis s'échelonnent sur le mois d'avril et les cultures en place ont des stades différents.

1.3. Localisation et présentation des sites

Les conditions de développement sont globalement chaudes et très sèches.

Les sommes de pluviométrie d'avril à fin Juin sont très faibles. La somme des températures sur cette période est très supérieure à la normale.

C'est pourquoi les levées sont assez tardives. Sur les sites d'Avril et de Royaumeix, les levées n'auront jamais lieu. Veuillez vous référer à la carte ci-contre (figure 26) pour la localisation des sites.

Les dates de mesures de biomasse et de destruction des couverts sont aussi indiquées dans le tableau suivant (tableau 22) :

	Nançois le Grand (55)	***Tarquimpol (57)***	***Boulaincourt (88)***	***Royaumeix (54)***	***Avril (54)***
Culture en place	*Blé d'Hiver*	*Triticale (Hiver)*	*Triticale (Hiver)*	*Epeautre*	*Orge de Printemps*
Inter culture : Courte / Longue	*Longue*	*Courte*	*Courte*	*Longue*	*Longue*
Date de semis des Couverts	*06/04/2011*	*21/04/2011*	*12/04/2011*	*7/04/2011*	*11/04/2011*
Stade céréale	*Epi 0,5 - 1cm*	*2 Nœuds*	*1 Noeud*	*Epi 0.5 à 1cm*	*Tallage*
Type de semoir	*Nodet*	*A la volée*	*Semoir Céréales*	*Amazone à ergots*	*Solo*
Type de sol	*Argilo calcaire superficiel*	*Limon*	*Argile limoneux profond*	*Argilo calcaire superficiel*	*Argile profond*
Date de levée (50% des plantes levées)	*28 avril 2011*	*5 mai 2011*	*10 mai 2011*	*Rare*	*Jamais*
Date de mesure de Biomasse	*24 octobre 2011*	*9 septembre 2011*	*26 aout 2011*	-	-
Moyenne des biomasses de l'essai	*3.47 T de M.S.*	*4,5 T de M.S.*	*1,77 T de M.S.*	-	-
Date de destruction des couverts	*20 novembre 2011*	*14 septembre 2011*	*1er septembre 2011*	-	-

Tableau 22 : Présentation des sites

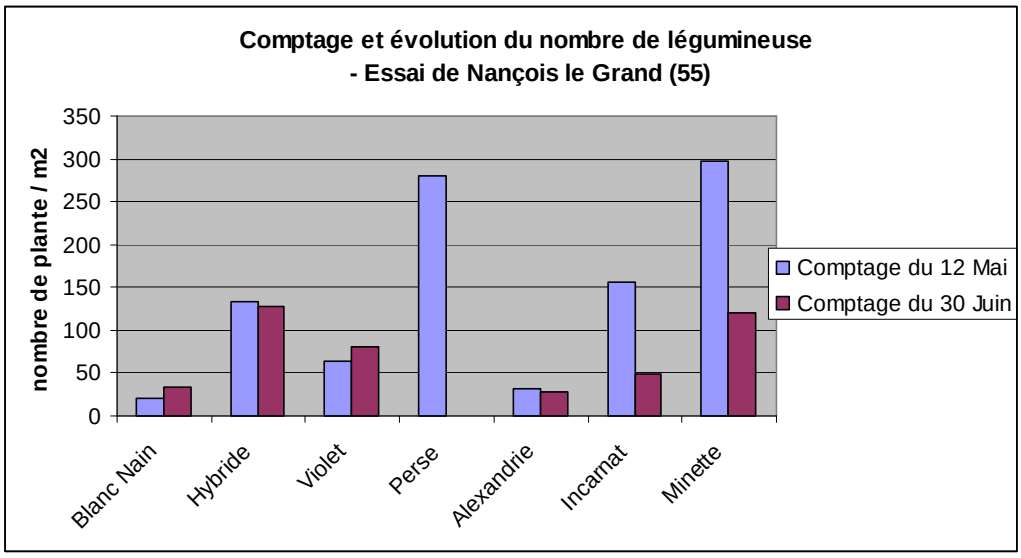


Figure 27 : Evolution du nombre de légumineuses sur le site de Nançois le Grand

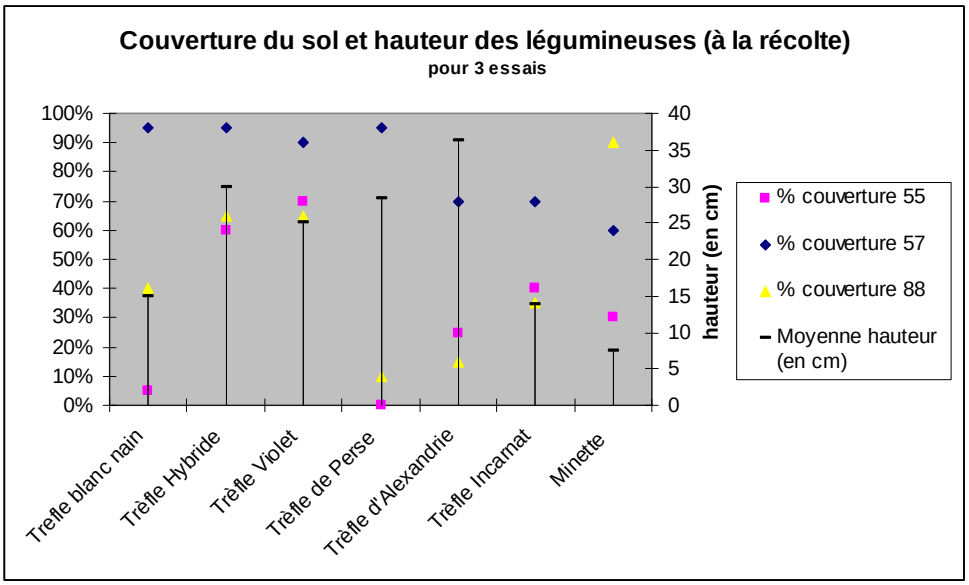


Figure 28 : Couverture du sol et hauteur en végétation des différentes légumineuses

Trèfle de Perse à Tarquimpol (57) le 28/07/11
Modalité la plus développée en 57 à la récolte

Trèfle violet à Nançois (55) le 27/07/11
Modalité la plus développée en 55 à la récolte

Figure 29 : Illustrations des couverts les plus développés à la récolte en 57 et 55

1.4. Résultats

1.4.1. Production comparée des différentes modalités

Suite aux semis des légumineuses dans les céréales à la mi avril 2012, le manque d'eau a pénalisé certains essais (notamment les essais de Meurthe et Moselle), il est possible que des gelées matinales y aient achevé les derniers espoirs de levées. En effet, 2 essais sur les 5 ont été mis en échec à cause de ces conditions sévères du printemps dernier. Les 3 autres essais ont pu profiter des quelques averses orageuses ayant eu lieu pendant le printemps.

Des comptages ont été fait mi-mai puis fin juin dans certains essais pour étudier l'évolution du nombre de légumineuses, vous trouverez les résultats de l'essai de Nançois le Grand ci-contre (figure 27).

Nous constatons que pour les parcelles dans lesquelles la densité était relativement élevée la perte de plante est importante. Dans l'essai de Nançois le Grand, le trèfle de Perse en particulier a subit une perte très impressionnante de presque 100 %. Ce phénomène est très probablement dû à un manque de disponibilité en eau. En outre cette espèce de Trèfle est une des plus sensibles au froid, il est possible que les légères gelées de début mai (0 ou -1°C) aient renforcé les dégâts provoqués par la sécheresse. Le froid n'a très probablement eu qu'un effet secondaire car le trèfle d'Alexandrie, espèce également très sensible au froid, n'a pas subi autant de pertes (bien qu'il ait eu du mal à démarrer).

La sensibilité du trèfle de Perse à la sécheresse est tout de même à nuancer car l'essai en Moselle a montré que le trèfle de Perse était l'espèce la plus couvrante à la moisson.

Nous constatons par ailleurs qu'entre les deux comptages, le nombre de plantes levées dans les espèces pérennes (violet, hybride, blanc nain) hors minette est stable, alors que pour les espèces annuelles (Incarnat, Alexandrie, Perse) le nombre de plantes présentes diminue. Cela va dans le sens d'une plus grande persévérance dans le temps des variétés pérennes, cela même avant le terme de leur premier cycle.

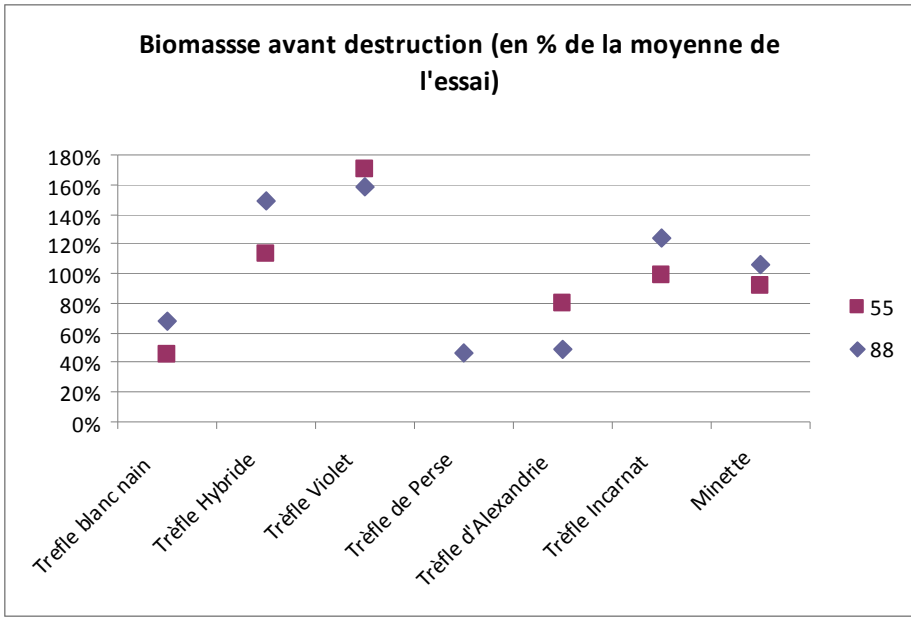
En ce qui concerne l'appréciation visuelle des couverts avant la récolte des céréales, celle-ci a été évaluée selon deux critères : le taux de couverture et la hauteur moyenne en végétation (figure 28).

On constate que les trèfles Violet et Hybride sont ceux qui ressortent comme les légumineuses les plus couvrantes.

Les trèfles de Perse et d'Alexandrie ont, quand à eux, un port filant. Ils sont ceux qui atteignent les hauteurs les plus élevées mais couvrent le sol de façon plus hétérogène. Ces espèces peuvent atteindre la hauteur des épis à la récolte. Ils représentent alors une gène pour la moisson.
Minette et trèfle blanc sont deux espèces à développement assez lent qui ont des ports rampants, et de ce fait ne présentent pas de gène à la récolte.

On constate une différence de développement et de hauteur des trèfles à la récolte en fonction des sites (figure 29).

Les hauteurs moyennes des couverts sont de 14 cm à Nançois le Grand (55), de 31 cm à Tarquimpol (57) et 25 cm à Boulaincourt (88).



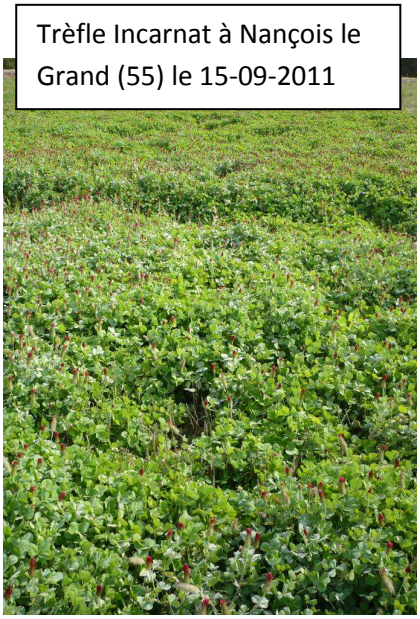


Figure 30 : Biomasse du couvert avant destruction

Au niveau de la biomasse, on constate que le trèfle Violet se comporte bien dans nos 3 essais (figure 30). C'est celui qui en produit le plus. Le trèfle hybride décroche en Moselle mais semble être l'un des plus productifs. Le trèfle blanc nain produit une biomasse souvent inférieure à la moyenne des espèces. La minette quant à elle produit une biomasse médiane. Les trèfles d'Alexandrie et de Perse ont eu des performances très hétérogènes selon les sites. Le trèfle Incarnat semble être une espèce intéressante car fournissant une biomasse importante et se développant peu en hauteur contrairement aux autres espèces annuelles.

Vous trouverez dans le tableau ci-dessous une synthèse des caractéristiques des couverts pour les 3 essais (tableau 23).

Couverts	% couverture	Hauteur moyenne	Biomasse avant destruction
Trefle blanc nain	+/-	-	+/-
Trèfle Hybride	++	+	+
Trèfle Violet	++	+	++
Trèfle de Perse	+/-	++	+
Trèfle d'Alexandrie	+	++	+
Trèfle Incarnat	+	+/-	++
Minette	+	-	+/-

Tableau 23 : Synthèse des caractéristiques des couverts

1.4.2. Incidence sur la culture en place

Des comptages d'épis de céréales ont été réalisés à Boulaincourt et Nançois le Grand dans les différentes modalités mais ont montré peu de différences. Ceci semble logique car les talles de la céréale ont été formées avant l'implantation des légumineuses.

D'après la bibliographie et l'expertise des collègues, il semble acquis que l'implantation de légumineuses sous céréales ne perturberait pas ou très peu la productivité de la culture en place. Elle peut cependant affecter la qualité de la récolte notamment à cause d'une hauteur excessive du couvert comme indiqué précédemment.

1.4.3. Incidence sur le stock en azote du sol

Des reliquats azotés ont été réalisés sur les différentes modalités à plusieurs périodes en fonction des essais :

- Reliquats juste après la moisson
- Reliquats avant destruction (fin automne – Entrée Hiver)
- D'autres reliquats auront lieu au printemps.

Un bilan azoté complet aura lieu après la récolte suivante.

	C/N 55			C/N 57			C/N 88			C/N 54			Moyenne
Couverts	**C**	**N**	**C/N**	**C**	**N**	**C/N**	**C**	**N**	**C/N**	**C**	**N**	**C/N**	**C/N**
Trefle blanc nain	46.8	3.85	12	38.3	2.63	15	48.6	3.45	14				**14**
Trèfle Hybride	46.6	2.91	16	35.7	2.7	13	49.1	2.95	17				**15**
Trèfle Violet	46.3	2.54	18	38.3	2.76	14	47.9	3.11	15				**16**
Trèfle de Perse	46.8	3.05	15	45.5	1.77		48	2.88	17				**16**
Trèfle d'Alexandrie	46.5	2.91	16	36.4	2.46	15	48.7	3.26	15				**15**
Trèfle Incarnat	46.6	3.02	15	37.1	2.59	14	48.6	2.11	23				**18**
Minette	46.8	3.39	14				48.7	3.78	13	43.1	2.84	15	**14**

Tableau 24: Synthèse des caractéristiques des couverts

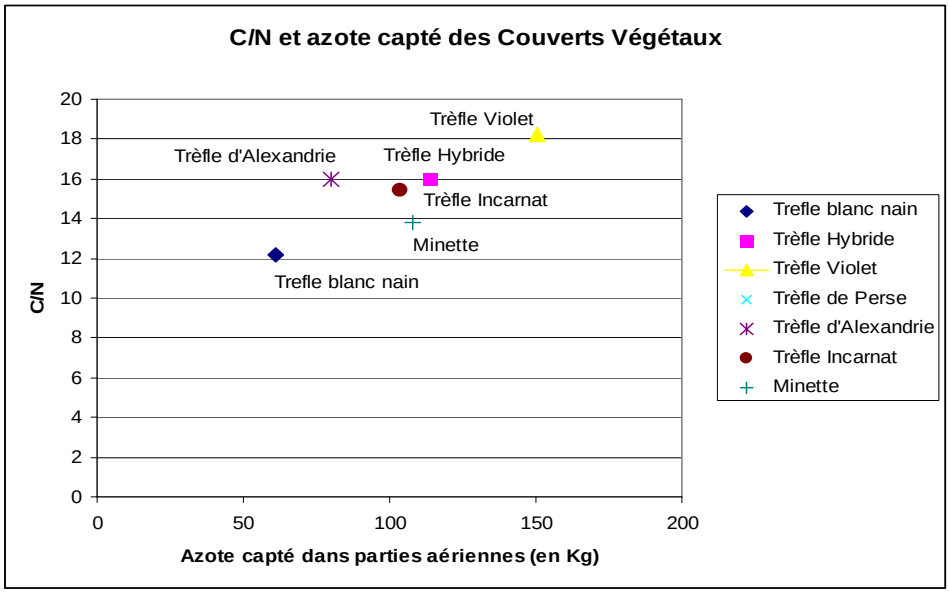


Figure 31 : C/N et azote capté pour l'essai de Nançois le Grand (55)

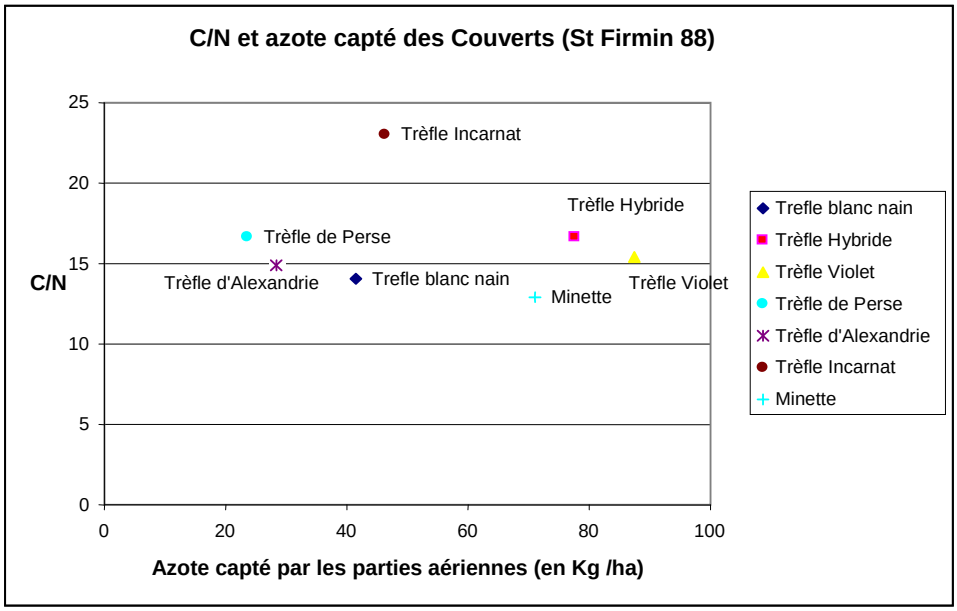


Figure 32 : C/N et azote capté pour l'essai de Boulaincourt-St Firmin (88)

1.4.4. Disponibilité de l'azote pour la culture suivante

Concernant l'objectif « fertilité azotée », on recherche des couverts capables de mobiliser beaucoup d'azote et si possible de l'azote atmosphérique, qui correspond à une «création nette » dans le bilan azoté. On observe en parallèle le rapport C/N qui est un indicateur de la cinétique de minéralisation de cet azote.

L'azote disponible pour la culture suivante est donc sous la dépendance de ces deux facteurs. On estime que pour un rapport C/N compris entre 10 et 15, la part de l'azote minéralisé mis à disposition de la culture suivante est de 40 à 45%. Pour un C/N de 15 à 20, 15 à 30% de l'azote mobilisé sera disponible ; pour un C/N de 20 à 30, -15 à 15%. Vous trouverez dans le tableau ci-contre l'ensemble des données analysées sur les sites (tableau 24).

Les résultats des essais de Nançois le Grand (prélèvement du 24/10/2011) et de Boulaincourt (26/08/2011) sont représentés ci-contre (figure 31 et figure 32).

L'azote capté par les parties aériennes va de 50 à 150 kg/ha dans la Meuse et de 30 à 80 kg/ha dans les Vosges. Ces résultats sont sous influence de la biomasse et de la longueur du cycle des légumineuses : le prélèvement et la destruction des plantes ont eu lieu bien plus tôt dans les Vosges.

Les ratios C/ N sont compris entre 12 et 18. D'après les courbes de dynamiques de la minéralisation, et pour cette valeur moyenne d'un C/N de 15, il y aurait environ 35 % de l'azote capté par la plante disponible pour la culture suivante, ce qui est un très bon taux. Par exemple, pour le trèfle violet dans l'essai de Nançois le Grand, l'azote capté par les parties aériennes est de 150 kg/ha. On estime que 50 kg d'azote seront disponibles pour l'année prochaine.

Il est à noter qu'uniquement l'azote capté dans les parties aériennes est pris en compte ; l'azote capté dans les racines n'est pas mesuré mais sera un élément explicatif du bilan azoté final.

1.5. Bilan et perspectives

1.5.1. Comportement des espèces de légumineuses

Nos observations de cette campagne 2011 seront à conforter par plusieurs années d'observation à venir. Néanmoins, on peut d'ores et déjà tirer des enseignements de cette première saison.

Parmi les **espèces pérennes**, on distingue deux groupes :

- Les espèces à port rampant : le trèfle blanc et la minette ; cette dernière est plus régulière. Elles ont un cycle long et sont plus adaptées à des intercultures longues.
- Les espèces à port intermédiaire : trèfle hybride et violet. Ils ont des comportements similaires ; ils sont couvrants et produisent des biomasses conséquentes sur des cycles assez courts. On peut les destiner à des intercultures courtes mais aussi longues (en prenant en compte la difficulté de destruction).

Parmi les **espèces annuelles**, on distingue deux groupes :

- Les espèces à port « filant » : trèfle de perse et alexandrie ; développement en hauteur à la recherche de lumière ; risque de gène à la moisson. Développement hétérogène entre les sites (soit trop développé (perse – 57) soit disparition totale (perse – Nançois).
- Le trèfle incarnat : parmi les annuelles, il semble avoir un comportement moins concurrentiel pour la récolte de la céréale en place et produit des biomasses satisfaisantes.

1.5.2. Enjeu azote

L'enjeu de cette pratique est de pouvoir apporter de l'azote au système à hauteur d'environ 120 unités, dont 40 % environ seront disponibles pour la culture suivante. Cet objectif semble atteignable, mais son atteinte est dépendante de nombreux facteurs plus ou moins facilement contrôlables, notamment de la durée de l'interculture.

Il faudra vérifier la capacité de ces couverts à capitaliser de l'azote et à les restituer, lors de la récolte des cultures suivantes et par la régularité des résultats dans le temps.

Une **approche économique** complémentaire sera réalisée l'an prochain, après récolte de la culture suivante, pour savoir si cette technique répond bien aux objectifs technico – économiques des agriculteurs.

	Moutarde blanche	Avoine de printemps	Sorgho	Pois protéagineux	Sarrasin
Dose (Kg/Ha)	12	120	30	200	35

Mélanges	*Mélange 1 légumineuse*				*Mélange 2 légumineuses*		*4 légumineuses*
	Pois protéagineux Avoine Tournesol	Pois fourrager Avoine Tournesol	Féverole Sarrasin	Vesce Avoine Moutarde	Trèfle alexandrie Vesce Triticale	Féverole Lentille Avoine	Pois fourrager Féverole Avoine Tournesol
Dose (Kg/Ha)	80 + 50 + 20	50 + 50 + 20	100 + 10	25 + 50 + 5	6 + 25 + 60	100 + 32 + 50	35 + 65 + 36 + 9

Figure 33 : Modalités et doses de semis de l'essai interculture post moisson

2. Essai couvert d'interculture

2.1. Présentation du contexte de l'essai et des objectifs

Cet essai, à l'instar du précédent, vise à préciser les connaissances actuelles, déjà nombreuses, concernant l'intérêt des couverts d'inter-culture, notamment sur le volet azote, adaptées aux conditions de culture de l'agriculture biologique.

On s'intéresse dans cet essai à des itinéraires plus « classiques » des couverts, qui consiste à les semer après récolte de la culture précédente, et à les récolter ou les détruire (en fonction de l'objectif du couvert) en fin de période végétative.

On se concentrera cette année sur l'objectif « engrais vert » des couverts, en évaluant l'intérêt que peuvent avoir des espèces en solo et des mélanges sur l'apport de matière organique (et en particulier d'azote). Il s'agit donc ici de palier au manque d'azote récurrent dans les systèmes bios en profitant de l'azote atmosphérique, et d'entretenir voire d'améliorer la fertilité physique et biologique des sols.

Les objectifs de l'essai sont les suivants :

- Quantifier la productivité de diverses modalités végétales semées post moisson et qualifier leur comportement,
- Quantifier le stockage d'azote et de carbone dans les parties aériennes ; en déduire une estimation de l'azote disponible pour la culture suivante,
- Mesurer le rendement sur la culture suivante (2e partie d'essai) et vérifier les hypothèses de disponibilité en azote émises.

2.2. Définition du protocole

Le protocole consiste en un essai en bande (largeur de semoir sur grande longueur) composé de quatorze modalités (5 espèces de couverts en solo, 8 mélanges, une modalité « repousses ») (figure 33). Les doses de semis sont également spécifiées dans la figure précédente. Les 14 modalités n'ont pas été mises en place dans tous les essais.

Ces espèces ont été choisies car elles sont déjà largement travaillées dans leur réseau technique des Chambres d'Agriculture de Lorraine en conventionnel.

Les récoltes ont eu lieu en fin de période végétative, avant les gelées de fin d'automne (entre le 25 octobre et le 10 novembre), elles ont été faites à la main.

2.3. Localisation et présentation des sites

L'ensemble des données « techniques » des parcelles sont regroupées dans le tableau présent en page suivante (tableau 25). Vous trouverez ci-dessous les commentaires complémentaires site par site :

<u>David Hypolite (Avril, en 54, Pays Haut) :</u>

Belle implantation mais il a manqué un coup de rouleau ; en conséquence certaines modalités ont des densités un peu claires. Présence de chardons et de rouille sur les avoines. Biomasse moyenne toutes modalités confondues : 1.42 TMS/Ha.

	Avril	Royaumeix	Belleray	Gorhey
Nature du sol	argilo limoneux profond	argilo calcaire superficiel	argilo limoneux profond	argilo calcaire moy. profond
Précédent	blé pailles enlevées	blé pailles enlevées	triticale/pois	triticale paille enlevée
Date de semis	5 août 2011	13 août 2011	17 août 2011	29 août 2011
Implantation	sem. Howard à fraise rotative	sem. amazone à socs	sem. mécanique classique	sem. sur herse étrille
Date de mesures	28-oct-11	15-oct-11	21-oct-11	30-sept-11
Climat sur la période	1250 °jours; 145 mm	1060 °jours; 100 mm	1250 ° jours	
Production moyenne moda	1.42 TMS/ha	0,95 TMS/ha	2.147 TMS/ha	

Tableau 25 : Récapitulatif des données « techniques » des différents sites

En espèces solo, seul le pois arrive à une couverture du sol conséquente. Le sorgho est inexistant. La moutarde est, quand à elle, à un stade trop avancé (siliques formées). Le sarrasin est bien développé mais il couvre peu le sol et gèlera précocement.

En ce qui concerne les mélanges, on en distingue 3 en particulier : Pois fourrager-avoine-tournesol ; Pois fourrager-féverole-avoine-tournesol et, un peu en retrait, vesce-avoine-moutarde ; ils se distinguent par leur bonne complémentarité spatiale et leur bonne couverture du sol.

Jean Michel Matte (Royaumeix, en 54, Toulois) :

Implantation en bonne condition mais un peu tardive. Levée et développement régulier du couvert au vu de la date de semis.

En espèces solo, le pois, le sarrasin et la moutarde arrivent à une couverture du sol conséquente et se situent dans la moyenne au niveau de la production de biomasse. Le sorgho est vite stoppé par le manque de température, malgré une bonne levée. Fin octobre, la sarrasin est gelé et laisse la place aux adventices, la moutarde est en fleur et commence à être très lignifiée.

En ce qui concerne les mélanges, ils sont globalement plus homogènes que les espèces seules. La féverole, suite a un semis trop superficiel, n'a pas bien levée dans les mélanges et se trouve un peu en retrait sur ce site. Les mélanges Féverole/sarrasin et avoine/lentille/féverole sont donc les moins bons en biomasse. La vesce (dans le mélange Trèfle Alexandrie/Vesce/triticale) est également en retrait, par manque de luminosité et de température. Les mélanges à base de tournesol et de moutarde (avec une légumineuse) se distinguent par une bonne biomasse, un bon étouffement et une complémentarité spatiale.

EPL Agro (Belleray, en 55) :

Belle implantation, les conditions propices de la période (alternance pluie/chaleur) permettent d'avoir des couverts bien développés au moment des 1res gelées fin octobre. Biomasse moyenne toutes modalités confondues : 2.147 TMS/Ha.

Le redoux ayant suivi a permis aux couverts de continuer à se développer : fin novembre, toutes les espèces étaient encore présentes même si l'avoine et la lentille sont mal en point. La vesce et le tournesol en particulier sont devenus beaucoup plus couvrants. On constate de nombreuses espèces ayant fleuries (attention aux montées à graines).

Au niveau de la flore adventice et des repousses, on peut noter que des ronds de chardons et de rumex sont présents dans la parcelle, ainsi que de nombreuses repousses de pois .

Pour les espèces solo, la couverture du sol est moyenne et la production de biomasse n'est intéressante que dans le cas de la moutarde blanche.

Enfin, au niveau des mélanges, ceux à base de pois se distinguent mieux que les autres aussi bien en termes de couverture du sol que de production de biomasses.

Bruno Lanterne (Gorhey, en 88) :

Implantation tardive en conditions sèches. Profondeur de semis superficiel pour les grosses graines. Développement très limité et salissement important.

En espèces solo, fin septembre, seuls le sarrasin et l'avoine présentaient un taux de couverture supérieur ou égal à 30%.

Pour les mélanges, Seul le moutarde-vesce –avoine présente une couverture plus importante (40%). Les autres couverts se sont très peu développés (couverture de 5 à 20 %). En raison de ce faible développement et du salissement important de la parcelle, il a été décidé de ne pas poursuivre l'essai pour pouvoir travailler le sol à l'automne.

	Avril (54)				Belleray (55)				Royaumeix (54)			
	N	C	% ms	TMS	N	C	% ms	TMS	N	C	% ms	TMS
Moutarde	1,82	45,7	40%	1,614	1,98	44,6	17%	2,51	2,06	44	14%	1,31
avoine printemps	2,68	46,6	19%	0,763	2,73	44,5	12%	1,07	3,52	39,6	15%	0,86
sorgho	3,1	44,5	20%	0,298					3,81	40,8	20%	0,55
pois ptps	3,99	47,4	14%	2,072	4,87	46,5	10%	1,52	4,56	45,4	14%	1,07
sarrasin	1,89	44,6	39%	1,715					2,69	41,2	18%	1,03
pois proteagineux-avoine-tournesol	2,07	43,2	14%	1,356	2,9	43,2	10%	3,39	3,62	43,7	13%	1,47
pois fourrager-avoine-tournesol	2,75	44	15%	1,897	4,06	44,4	11%	2,07	3,83	38,4	14%	1,04
feverolle-sarrasin	3,42	46,3	18%	1,258					4,26	43,2	15%	0,45
vesce-avoine-moutarde	2,55	44,5	26%	1,653	2,46	44,5	16%	1,95	3,41	36,1	15%	1,42
Trefle alx-vesce-triticale	3,69	37,8	22%	1,214					3,61	34,5	25%	0,55
feverolle-lentille-avoine	3,85	41,4	17%	1,411	3,89	43,1	11%	2,24	3,73	37,1	7%	0,52
Pois fourrager-feverole-avoine-tournesol	4,17	44,4	11%	1,789	3,74	41,3	11%	2,54	3,83	41,2	10%	1,09
Trèfle Alex, Vesce, Tournesol					3,26	43,2	10,6%	1,43				
Repousses							11,5%	2,74				
moyenne				*1,420*				*2,147*				*0,946*

Tableau 26 : Récapitulatif des données brutes des différents sites

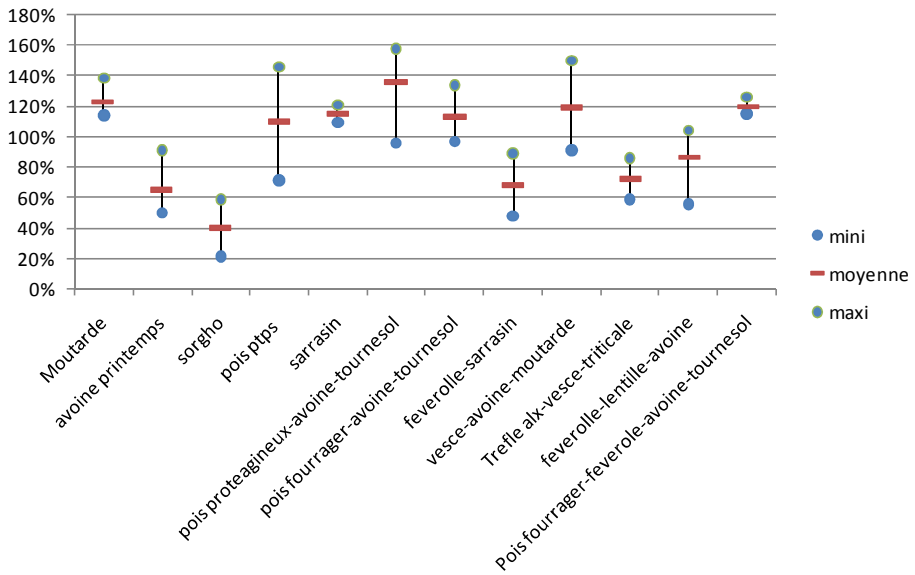


Figure 34 : Biomasse comparée des différentes modalités, en % de la moyenne (pour les 3 essais)

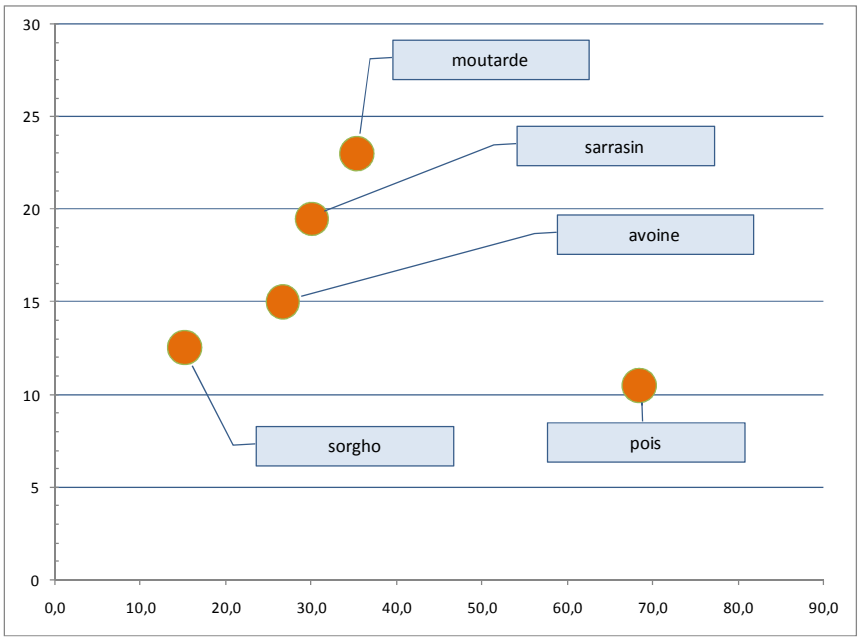


Figure 35 : C/N et azote capté (en Kg/Ha) sur les espèces solo *(pour les trois essais)*

2.4. Résultats

2.4.1. Production comparée des différentes modalités :

On se donne pour objectif d'atteindre 1.5 TMS/Ha pour remplir les objectifs agronomiques fixés. L'objectif est atteint en moyenne dans 8 modalités sur 12 (tableau 26). Vous trouverez les biomasses comparées des différentes modalités ci-contre (figure 34).

Espèces solo :

L'avoine de printemps a souffert de densités de levées un peu faibles et d'un développement végétatif limité.

Le sorgho a un développement très faible qui est logique au vu des dates de semis trop tardives pour son cycle.

Le pois de printemps est la seule espèce solo qui conjugue biomasse conséquente et couverture du sol élevée.

Le sarrasin malgré son port frêle connu a produit une belle biomasse mais une couverture du sol un peu faible ; il est la seule espèce détruite par le gel fin octobre.

La moutarde blanche a été implantée comme « point de repère » ; malgré une biomasse parmi les meilleures, elle est systématiquement très lignifiée et à des stades très avancés.

Mélanges :

La valeur sûre Pois (fourrager ou protéagineux)-avoine- tournesol confirme sa souplesse et sa bonne répartition spatiale.

Les mélanges à base de féverole sont pénalisés par le site de Royaumeix (cf présentation des essais et les densités de féverole). Les densités de féverole sont souvent trop faibles.

La vesce en mélange souffre parfois d'un développement limité, ce qui est normal au vu de son cycle tardif ; elle est donc parfois trop en concurrence dans les mélanges.

Le mélange 4 voies affiche une belle régularité sur tous les sites expérimentaux.

2.4.2. Azote capté et C/N :

Concernant l'objectif « fertilité azotée », on recherche des couverts capables de mobiliser beaucoup d'azote et si possible de l'azote atmosphérique, qui correspond à une «création nette » dans le bilan azoté. On observe en parallèle le rapport C/N qui est un indicateur de la cinétique de minéralisation de cet azote.

L'azote disponible pour la culture suivante est donc sous la dépendance de ces deux facteurs. On estime que pour un rapport C/N compris entre 10 et 15, la part de l'azote minéralisé mis à disposition de la culture suivante est de 40 à 45 %. Pour un C/N de 15 à 20, 15 à 30 % de l'azote mobilisé sera disponible ; pour un C/N de 20 à 30 , -15 à 15%.

Espèces Solo :

Malgré les biomasses les plus élevées, la moutarde mobilise assez peu d'azote car sa teneur en azote est la plus faible de toutes les modalités (1.94% de la matière sèche). De plus, du fait de son C/N élevé, la quantité d'azote mise à disposition pour la culture suivante sera proche de zéro.

A l'opposé, le pois fournit des quantités d'azote élevées via une biomasse forte et une teneur en azote la plus élevée des modalités (4.3 %de la matière sèche). Grâce également à son C/N faible, on peut estimer entre 25 et 40 Kg/ha la quantité d'azote mise à disposition pour la culture suivante.

Les trois autres espèces solo, sorgho, avoine et sarrasin mobilisent peu d'azote et ont un potentiel de restitution faible, de l'ordre de zéro à 10 unités (figure 35).

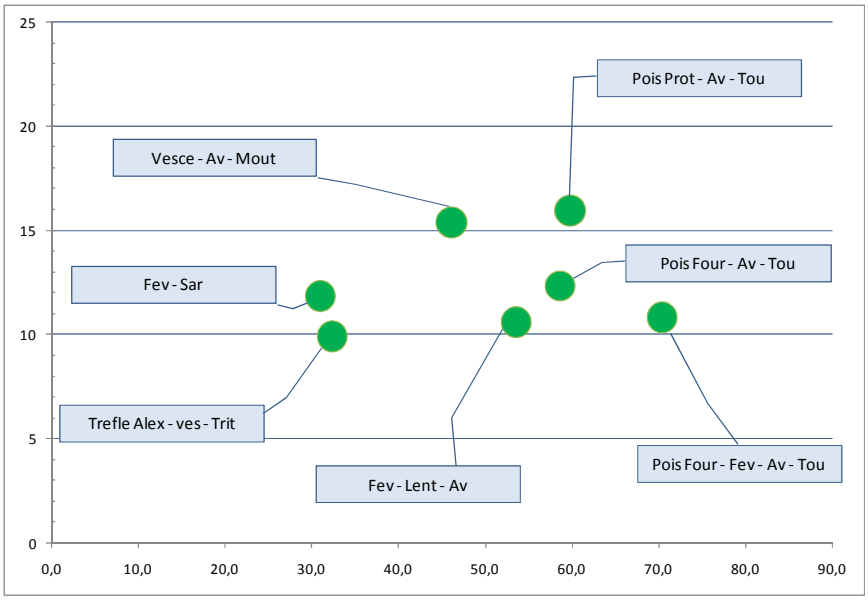


Figure 36 : C/N et azote capté (en Kg/Ha) sur les mélanges *(pour les trois essais)*

Mélanges :

On observe que le fait d'introduire une ou des légumineuses augmente la teneur en azote et diminue le C/N. Ainsi, le C/N maximum observé sur les mélanges avec légumineuses est de 16 (figure 35).

On obtient les « meilleurs résultats » sur le « mélange 4 espèces » pois-féverole-avoine-tournesol où l'on sécurise une biomasse riche en azote avec un C/N faible.

Les deux modalités à base de féverole sont pénalisées du fait de la moindre levée sur l'essai de Royaumeix.

La modalité trèfle d'alexandrie-vesce-triticale est pénalisée par une biomasse systématiquement faible dans ces essais. La vesce est une espèce tardive qui peut avoir du mal à « trouver sa place » dans un mélange à trois espèces dans le cadre de semis tardifs du fait de son cycle lent au démarrage. Par ailleurs, les trèfles sont des espèces de jour long et sont assez peu adaptées à des semis de mi-août.

Pour les deux mélanges avec les C/N les plus élevés, on peut imaginer gagner à l'avenir en augmentant encore la part des protéagineux afin d'augmenter l'azote capté et réduire le C/N.

Pour les modalités à développement satisfaisant, on peut estimer à 25 Kg/ha la quantité d'azote mise à disposition pour la culture suivante.

Pour les deux modalités féverole–sarrasin et trèfle-vesce-triticale, le potentiel de restitution d'azote pour la culture suivante est de 10 unités environ.

2.5. Bilan et perspectives

2.5.1. Comportement des espèces

Les *espèces solo,* crucifères, graminées et polygonacées peuvent produire des biomasses conséquentes mais avec des teneurs en azote faible et des C/N élevés. En conséquence, l'effet azote sera nul voire dépressif pour la culture suivante.

Le pois fait figure d'exception car il produit des biomasses conséquentes avec de grosses teneurs en azote et des C/N faible. Cependant, dans certaines zones vulnérables (notamment 55), les légumineuses semées en pur ne peuvent pas être implantées en interculture longue. De plus, le pois est vecteur de maladies et parasitisme propres aux légumineuses (aphanomyces etc..). Sa présence dans la rotation doit donc être limitée.

Les *mélanges* d'espèces offrent plus de sécurité dans l'obtention d'une biomasse conséquente avec des C/N faibles. Il faut cependant mettre en œuvre des espèces adaptées au contexte pédoclimatique. Pour les légumineuses, vesce et trèfles semblent peu adaptés à des implantations d'été contrairement au pois et à la féverole. Par ailleurs, comme observé dans le réseau « cultures intermédiaires » en Lorraine, les mélanges à quatre espèces et plus sécurisent la réussite du couvert.

2.5.2. Enjeu azote

Comparées aux légumineuses implantées sous couvert, les intercultures post moisson ont un potentiel moindre de restitution d'azote pour la culture suivante dans le cadre de cette première année d'expérimentation. Ceci est logique au vu des différences de durée de cycle : de 4 à 6 mois pour les semis sous couvert contre 2 à 3 mois pour les semis post récolte.

Par contre cette technique de semis nous autorise une palette plus large d'espèces et notamment des espèces à grosse graine ; on peut également mettre en œuvre des familles végétales variées qui offrent plus de bénéfices agronomiques.

L'approche économique sera réalisée en seconde année après récolte de la culture suivante.

	min	max	moyenne
UGB	23	187	84
quota	86 000 L	485 000 L	357 875 L
SAU	80 ha	330 ha	159 ha
STH	1,5 ha	255 ha	91 ha
PP	1,5 ha	175 ha	61 ha

Tableau 27 : Moyenne, Minimum et Maximum de l'échantillon

3. Maladies du Pois

3.1. Présentation du contexte de l'étude et des objectifs

Comme évoqué précédemment, les légumineuses sont des plantes indispensables dans les rotations biologiques, principalement grâce à leur fixation symbiotique mais aussi pour les protéines utiles en alimentation animale. Le pois est le plus souvent cultivé dans ce mode de production en Lorraine. Il est fréquemment retrouvé en association avec une céréale. Depuis quelques années, son rendement a tendance à plafonner, les agronomes de la Chambres d'Agriculture de Meurthe-et-Moselle se sont donc interrogés sur les causes de cette stagnation. L'une des hypothèses émise est le développement de l'*Aphanomyces*, maladie racinaire. Ce champignon croît de façon silencieuse en provoquant des pertes parfois élevées de rendement.

Les objectifs de l'étude sont les suivants :

- Identifier les facteurs limitant de l'expression du rendement des protéagineux en Lorraine.
- Quantifier ou appréhender la pression des maladies racinaires en Lorraine et plus particulièrement celle de l'*Aphanomyces.*
- Créer un OAD (Outil d'Aide à la Décision) permettant d'anticiper le risque *Aphanomyces.*

En termes de méthode, cette étude s'est articulée en plusieurs étapes :

1) enquête de la population et choix de l'échantillon étudié
2) suivis agronomiques des parcelles sélectionnées et prélèvement de sol pour analyses.
3) montage d'une grille de risque afin de proposer des solutions pour appréhender la réussite d'un pois sur une parcelle.

3.2. Résultats principaux

3.2.1. Enquête de la population et choix de l'échantillon

En conventionnel, il est recommandé une fréquence de retour tous les 5 ans du pois (*Quoi de neuf, 2010*). Or en agriculture biologique, ce délai est respecté, mais entre deux pois, il y a souvent d'autres légumineuses comme les lentilles, les luzernes et les mélanges (graminées/légumineuses) sensibles à l'*Aphanomyces*.

Ainsi, les agriculteurs ayant plus de 20 % de pois dans leurs rotations (1 pois sur 5ans) ont donc retenu notre attention. Nous avons également veillé à équilibrer les agriculteurs à tendance « céréalière » et « élevage ». Au final, 19 exploitations ont été retenues à l'issue de cette classification.

L'échantillon comprend quatre agriculteurs en conversion dont un céréalier (ayant beaucoup de pois), huit exploitants en AB depuis plus de 10 ans et sept entre 5-10 ans. Ces derniers sont pour la majorité polyculteurs-éleveurs : 47% en viande et autant en lait.

La SAU moyenne de cet échantillon est de 159 ha pour 84 Unités Gros Bétail (UGB) (Tableau 27). Le minimum de surface est de 80 ha et le maximum est de 326 ha. Le quota moyen contractualisé des fermes laitières est de 357 875 L. En moyenne, les exploitations ont 91 ha en herbe (STH) dont 61 ha sont en prairie permanente (PP) et le reste est en prairie temporaire (PT).

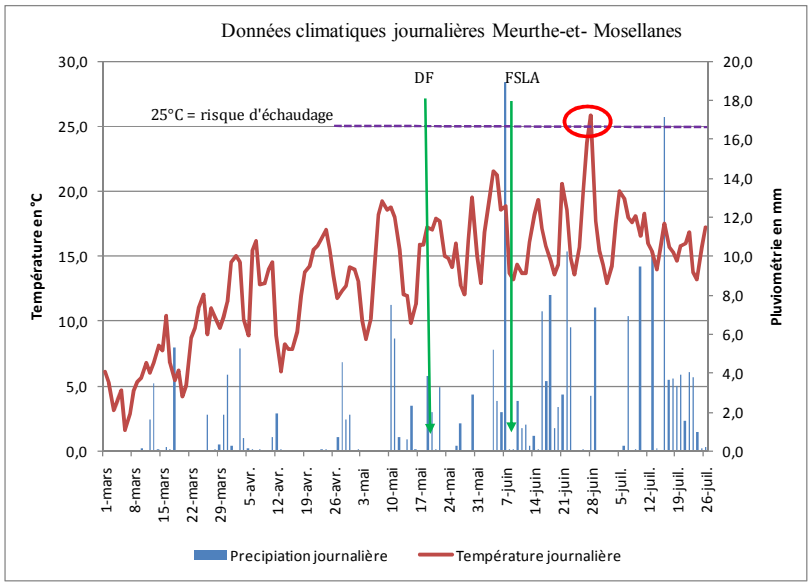
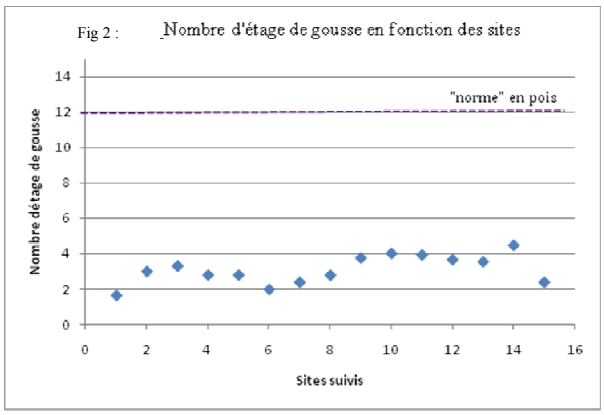


Figure 37 : Données climatiques 54



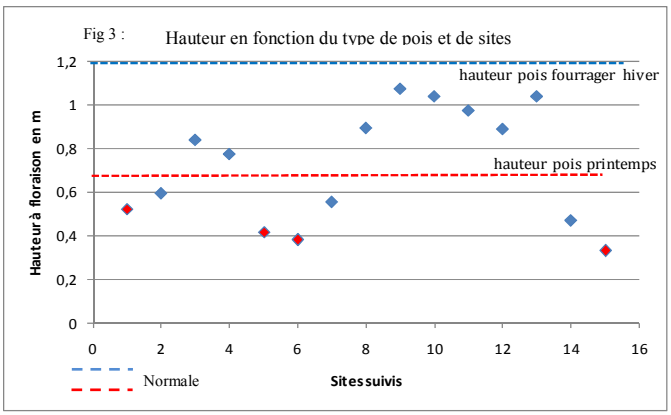


Figure 38 et Figure 39: Caractéristiques physiologiques du pois

3.2.2. Suivi agronomique des parcelles

Le suivi agronomique des parcelles de pois sélectionnées permet de vérifier les facteurs pouvant limiter le rendement de la culture en AB.

Il doit donc répondre aux objectifs suivants :

- Prendre en compte l'ensemble des éléments qui vont engendrer le rendement,
- Identifier les causes de la baisse de potentialité des cultures de pois. Comprendre si elles sont liées à des maladies racinaires. Et si c'est le cas, déterminer quels sont les champignons responsables, à partir de l'observation des symptômes racinaires et aériens,
- Déterminer les facteurs favorisant, ou, au contraire, limitant le développement des champignons du sol et en déduire une grille de risque.

Caractéristiques des parcelles suivis :

Sur ces 19 fermes, nous avons choisi avec l'exploitant la parcelle la plus exposée à un risque Aphanomyces (ayant eu le plus de pois dans le passé) pour y faire un suivi agronomique.

L'ensemble des parcelles suivies est inclus dans des rotations où il y a plus de 50% de légumineuses et 70 % des parcelles sont à tendance argileuse. Les parcelles en pois de printemps ont été semées du 5 au 8 mars et du 4 au 20 octobre pour celles en pois d'hiver. Le travail préalable à ce semis est dans 95% des cas un labour suivi d'un passage de herse lourde et/ou vibroculteur. Dans l'ensemble, la préparation de sol a été réalisée dans de bonnes conditions, 60 % des parcelles ont été désherbées mécaniquement en 1 passage.

Elaboration du rendement pois 2011 :

Cette année les relevés agronomiques n'ont pas donné satisfaction. En effet, le printemps sec a influencé de nombreux paramètres agronomiques.

D'avril à Mi juin : En sortie hiver, le peuplement (pied/m²) des parcelles était bon et non limitant.

Avec quasiment 200°C de plus et un déficit hydrique de 123 mm de plus qu'une année normale (Figure 37), les stades du pois seront avancés d'une dizaine de jours. La floraison des pois a été extrêmement rapide (une quinzaine de jours), et a abouti à un nombre d'étages de gousses, de gousses et de grains réduits. Le nombre d'étages moyen de gousses/pied est de 3 cette année alors qu'il est en moyenne pour une année normale de 12 étages (Figure 38).

Dans 60 % des parcelles, la culture en place a assuré une bonne couverture du sol. Les quelques adventices souvent retrouvées sont : le vulpin dans 60% des cas et le gaillet dans 40 % des cas. Globalement, leur faible pression ne va pas concurrencer la culture et ne pénalisera donc pas le rendement.

La hauteur pour le pois d'hiver et de printemps, est en dessous de la référence (Figure 39). 40 % des parcelles ont des hauteurs plus faibles que la "norme" de développement (80 cm pour les variétés d'hiver et 70 cm pour celles de printemps) et 21 étages de feuilles sont dénombrés en moyenne contre 30 étages lors d'une année normale (*Boyeldieu 1991*).

Ces conditions climatiques ont également favorisé l'absence de maladie. En effet, aucune maladie n'a été révélée sur les parcelles suivies. Par contre, cette année a été plus propice aux insectes, en moyenne 6 pucerons ont été comptabilisés par prélèvement. Malgré tout, le seuil de 20 pucerons/feuille A4 n'est pas atteint. Aucun de leur dégât n'a été observé lors des comptages.

Au final, la période jusqu'à la FSLA (Fin du Stade Limite Avortement) était très limitante et n'a donc pas favorisé les premières composantes de rendement. Ainsi, le début de campagne ne prédisait pas de bon rendement.

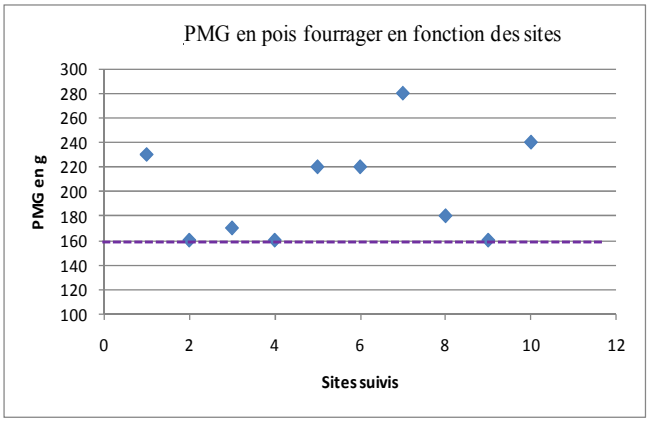
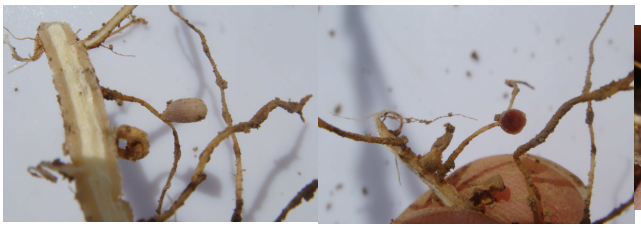


Figure 40: Caractéristiques physiologiques du pois

Photo 1 : Nodosité rouge en fonctionnement



Source : Elodie ROGER

Photo 2 : Nodosités avec larve de sitone et trou causé par cette larve

Source : Elodie ROGER

De mi juin à la récolte les conditions climatiques plus pluvieuses et plus fraîches ont évité l'échaudage (seulement 1 jour, figure 37, au lieu d'une dizaine en année normale) et optimisé le remplissage du grain. Cela a permis d'obtenir des PMG supérieurs à la moyenne des années précédentes. Le rendement final a donc été compensé par cette dernière composante. Les rendements sont au final équivalents à la moyenne annuelle.

Le PMG obtenu est donc plus élevé qu'en année normale (figure 40) : en moyenne 207 g pour le pois fourrager d'hiver contre 160 à 175 g normalement soit 30 % en plus. Pour le pois protéagineux, cette tendance est plus autour de 20 g supplémentaire. Ainsi, la culture a bien compensé. Le rendement, calculé par les pesées géométriques, avoisine 38 q/ha pour le mélange triticale-pois, ce qui correspond bien à la tendance de chaque année et celle mesurée par les agriculteurs.

NB : Les références physiologiques et techniques en pois fourrager manquent, les résultats obtenus sont donc difficiles à comparer. Ils vont servir de premières références en Lorraine.

Suivi des parties racinaires :

L'*Aphanomyces* est une maladie racinaire qui n'est pas toujours visible si l'attaque est faible et si le plant n'est pas arraché. Ainsi, deux approches ont été réalisées au cours de l'étude : un prélèvement de sol pour analyser le potentiel infectieux du sol et une analyse des nécroses racinaires des plants. De plus, pour vérifier les autres facteurs pouvant limiter le rendement, un suivi des nodosités a également été réalisé.

Le suivi des nécroses racinaires :

Cette notation est à réaliser au stade début floraison : en l'absence d'*Aphanomyces*, les racines sont encore bien blanches ; si des racines présentent des nécroses, il s'agit d'*Aphanomyces*. Il faut prélever 40 plantes (8 fois 5 plantes consécutives), laver les racines avant de réaliser les notations selon l'échelle de notation INR (notes de 0 à 5) d'Arvalis.

Comme les suivis précédents, l'effet climatique a beaucoup pesé sur les paramètres racinaires mesurés et aucune nécrose du système racinaire n'a pu être observé.

Le diagnostic nodulation :

Cette évaluation, réalisée entre le stade 4 feuilles et le début de la floraison, consiste à vérifier la présence des nodosités et leur fixation de l'azote atmosphérique : si elles sont rouges cela confirme leur bon fonctionnement. Par contre, si elles ne le sont pas, l'alimentation azotée de la plante n'est pas assurée et le rendement risque d'être affecté.

L'optimum correspond à 50 nodosités d'après Jean Jacques Drevon de l'INRA de Montpellier. Les mesures de nodulation permettent donc d'évaluer l'état de la symbiose. Une nodulation faible ou une absence totale de nodosité peuvent être dues soit à une trop faible population de *Rhizobium* dans le sol, soit à l'inhibition de la nodulation par des facteurs défavorables du milieu.

Les résultats nous montrent une faible présence de nodosités sur les pieds de pois cette année, ce qui a pu avoir de l'effet sur le rendement. Il y a entre 5 et 30 nodosités par plant, avec 20 % d'entre elles qui fonctionnent (rouge à l'intérieur) photo 1 ci contre. Les années sèches ont un effet néfaste sur le développement de ces nodosités. Par conséquent, il sera nécessaire de vérifier en année « normale » le nombre de nodosités.

L'absence de nodosité peut également être causée par la présence d'azote, la faible disponibilité du phosphore, la compaction du sol et la présence de ravageurs tels que les sitones (photo 2 ci-contre).

Ce dernier point est très prégnant cette campagne. Dans tous les cas, des larves de ces insectes ont été dénombrées : en moyenne 8 larves/plant, ce qui correspond à 66 % des nodosités touchées. Ces larves de sitones, se nourrissent des nodosités et perturbent leur bon fonctionnement. La fixation symbiotique en est donc largement perturbée. Les pertes peuvent aller jusqu'à 10-15q/ha en agriculture conventionnelle (*Yves Crozat et al., 2005*).

Cet insecte s'attaque en priorité au pois, mais également aux autres légumineuses et peuvent donc poser de sérieux problèmes pour l'alimentation azotée de la légumineuse.

Résultats du test Aphanomyces :

Il est recommandé de faire l'échantillon de terre dans les zones jaunes détectées malades. Dans notre cas, la sécheresse de ce printemps a pénalisé le développement de ce pathogène, ainsi aucune expression visuelle n'a pu être observée. Les prélèvements, ont été effectués de façon aléatoire sur la parcelle. Sur les parcelles suivies, 36 % avaient un risque *Aphanomyces* élevé « sur le papier » puisqu'elles ont eu au minimum un pois tous les 5 ans, 16 % des parcelles en conversion devaient être indemnes et 47 % avaient des risques intermédiaires à vérifier.

Le test de détection a révélé que 3 parcelles soit (15 %) avaient des INR élevés :

- Deux parcelles ont un INR de 1,5 : cela signifie que le niveau de contamination est faible ou que certaines parties de la parcelle sont contaminées. Ces deux parcelles avaient un risque à cette maladie tellurique élevé, c'est-à-dire plus de 25% de pois sur la rotation.
- Une parcelle a un INR de 2,3 : elle faisait partie des parcelles à risques intermédiaires. Cette note indique que l'endroit où a été prélevé l'échantillon est moyennement à fortement contaminé. Dans le cas d'un printemps doux et humide, la perte de rendement pourrait être importante au moins dans certaines zones de la parcelle et ce pendant encore plusieurs années.

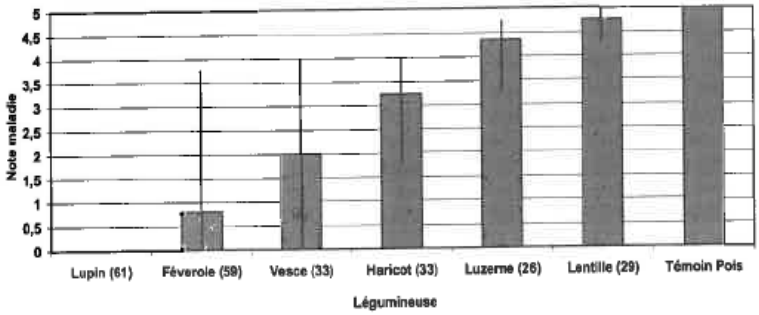
Ainsi, le faible niveau d'infestation (16 % des parcelles touchées) ne nous permet pas de faire des tests statistiques mais de mettre en lumière un problème silencieux : la présence d'*Aphanomyces* sur les parcelles biologiques en Meurthe-et-Moselle.

La première hypothèse concernant une relation entre la maladie et une redondance des légumineuses dans la rotation est vérifiée en partie. En effet, les 3 cas ont une forte pression en légumineuses, tout comme d'autres parcelles qui ne sont pas ressorties lors de l'analyse. Mais, pourquoi ces trois parcelles ? Elles se situent dans la même zone géographique, dans le Lunévillois, leurs types de sol sont sensiblement identiques (argilo calcaire ou sur marne) et elles ont été labourées. Ces trois critères sont similaires sur d'autres parcelles, ainsi, il n'existe pas de différence notable.

Nous pouvons par contre remettre en cause la méthode de collecte pour le test de détection. En effet, il est nécessaire de privilégier les zones où le pathogène est présent. Or aucun symptôme n'est apparu cette année. Nous avons donc prélevé de façon aléatoire et surtout à l'aveugle. Il est donc possible que nous soyons passés à côté d'un foyer de maladie.

Les trois parcelles en conversion, indemnes de pois dans le passé, ne sont pas touchées par ce pathogène. En parallèle, 12 autres parcelles en agriculture conventionnelle ont également été testées à l'*Aphanomyces*. L'analyse n'a pas permis de mettre en évidence une contamination de ces parcelles, cela confirme donc l'hypothèse de départ sur l'effet de l'absence de légumineuse dans la rotation.

Ces résultats agronomiques prouvent bien la nécessité de prendre en compte la rotation dans la décision d'implanter du pois. Ainsi, la construction d'une grille de risques, va servir d'outil d'aide à la décision.



Le chiffre entre parenthèses indique le nombre de variétés testées

Source : Arvalis-UNIP, Quoi de neuf protéagineux ? Octobre 2007

Figure 41: Notes moyennes, mini et maxi de maladie obtenue pour chaque espèce de légumineuses

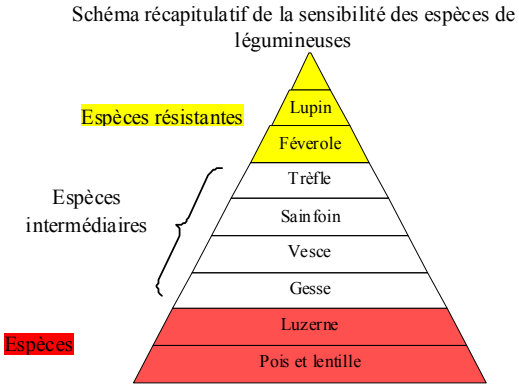


Figure 42 : Schéma récapitulatif de la sensibilité des espèces de légumineuses

3.2.3. L'outil Grille de Risques

Cet OAD a pour objectif d'aider les conseillers et les agriculteurs à construire les rotations en minimisant le risque d'infestation des maladies racinaires et à vérifier l'implantation de pois sur une parcelle. Cet outil estime le risque de développement de l'*Aphanomyces* dans une situation où le climat serait favorable à son expression. Cette évaluation repose sur trois composantes principales : l'historique de la parcelle, la détection des symptômes et la vitesse de ressuyage et le type de sol.

Le passé en légumineuse de la parcelle :

Le premier point de la grille d'Arvalis présenté concerne le passé en pois de la parcelle. Cette partie sera modifiée, au niveau du temps de présence cumulé aux autres légumineuses. En effet, l'idéal serait de remonter le passé de la parcelle jusqu'à 20 ans puisqu'un retour du pois supérieur à 5 ans (25%) favorise le développement du pathogène. Cette notion de retour est donc indispensable dans la nouvelle grille. A cela, nous avons ajouté d'autres facteurs aggravants : la redondance et le type de légumineuses. C'est ce qui fait **l'innovation** et la complexité de cet outil.

Certaines légumineuses sont hôtes et permettent de multiplier ce champignon : le pois (*Pisum sativum*), la luzerne (*Medicago sativa*), le haricot vert et haricot rouge (*Phaseolus vulgaris*), la fève (*Vicia faba*), le trèfle rouge (*Trifolium pratense*), et le trèfle blanc (*Trifolium repens*). Ainsi, dans les rotations biologiques où ces légumineuses reviennent souvent, le risque de maintenir cette maladie dans le sol est important (*Perspectives Agricoles*, *juillet-août 1997*).

La sensibilité des espèces (Figure 41) est donc définie par le fait qu'elle soit hôte, qu'elle multiplie en laissant apparaitre des symptômes. Des expérimentations menées par l'UNIP et l'INRA de Rennes (*Moussart et al., février 2011*) permettent de classer en cinq catégories de sensibilité/résistance des légumineuses :

- très sensibles (pois, luzerne, haricot français et lentille),
- avec des niveaux variables de résistance en fonction des variétés (vesce commune),
- avec des niveaux élevés de résistance voire totale : féverole, trèfle (quelques variétés un peu plus sensibles),
- avec des niveaux très élevés de résistance (pois chiche),
- non sensibles avec aucun symptôme (lupin).

Nous avons donc établi une référence de sensibilité sur la base de ces informations, le pois et la féverole étant nos étalons pour les autres cultures. Sur le pois et la lentille, la pourriture racinaire s'est développée très rapidement et le potentiel infectieux du sol s'est maintenu à un niveau élevé. Ces cultures précédentes ont la note de 1.

A contrario, pour la féverole, très peu de symptômes ont été observés sur les racines et le potentiel infectieux du sol a été maintenu, puisque le pathogène ne s'est pas ou peu reproduit dans les tissus racinaires. Ainsi, cette légumineuse a la note de 0. Aucun symptôme n'est apparu sur le lupin et il ne semble pas être hôte du pathogène, il obtient donc également la note de 0.

Pour la luzerne, des symptômes et le potentiel infectieux sont confirmés au laboratoire mais les résultats au champ sont différents : pas de symptôme. De ce fait, nous avons attribué la note de 0,85 en attendant les preuves scientifiques. Pour les autres espèces, leurs notes sont donc intermédiaires. La vesce, par exemple, obtient 0,75 ; c'est une espèce très sensible mais pas autant que le pois.

De ce fait, les espèces ont été classées les unes par rapport aux autres, comme le montre la figure 42.

L'historique de la parcelle : nombre de légumineuses													
	Cultures pures									Mélange		Couvert	
	pois	lentille	luzerne	gesse	vesce	sainfoin	trèfle	féverole	lupin	graminées + pois ou lentille	graminées + gesse ou vesce	graminées + légumineuses*	
Référence sensibilité *Aphanomyces* **(a)**	1	1	0,85	0,85	0,75	0,5	0,3	0	0	0,5	0,4	0,25	
Nombre d'année de cultures au cours des 20 dernières années **(b)**													
(d) : Somme cultures multipliée par la référence sensibilité : **(a x b)**													**proportion finale :**
Proportion (%) : **(d)** divisé par 20 ans													
												* si féverole ou lupin = 0	

échelle de notation pour l'historique de la parcelle	si proportion finale est de 0 à 15%	0
	si proportion finale entre 15 et 25 %	6
	si proportion finale entre 25 et 35%	9
	si proportion finale supérieure à 35%	12

Tableau 28 : Nouvel indicateur se focalisant sur l'historique de la parcelle

Symptômes observés dans les cultures de pois antérieures	Aucun symptôme	0
	Jaunissement précoce de certaines zones après floraison, taille des plantes normales	1
	Pendant floraison, observation de zones où les plantes sont naines avec un nombre réduit. Parfois jaunes, les pois arrêtent de fleurir avant le reste de la parcelle	2
	Palissement précoce de certaines zones, avant floraison. Puis, plantes qui restent naines, avec un nombre d'étages fructifères réduit (disparition de plantes dans les cas graves)	3

Tableau 29 : Proposition de la nouvelle répartition de points du second critère d'Arvalis

vitesse de ressuyage	moins de 2 jours exclus	0
	de 2 à 3 jours inclus	1,6
	de 4 à 5 jours inclus	1,6
	plus de 5 jours	5

Tableau 30 : Proposition d'amélioration du troisième critère : le type de sol

Cette proposition de point est valable pour les espèces pures, il est donc nécessaire de pondérer les indicateurs en fonction des mélanges. Pour faciliter la saisie et la compréhension, nous avons créé une catégorie « mélange ». Elle comprend deux parties : graminée + pois ou lentille (espèce très sensible) et graminée + vesce ou gesse (espèce moins sensible). Nous leur avons attribué respectivement la note de 0,5 et de 0,4. Par exemple, pour un triticale-pois, le protéagineux est présent à moitié, le risque de multiplication de l'*Aphanomyces* est diminué puisqu'il y a moins de pois à l'hectare.

De plus, la pondération peut également être faite si le mélange est utilisé comme inter-culture. En effet, le temps de présence de la culture est amoindri ainsi le risque l'est aussi. L'automne est également une période moins propice au développement des cultures, le cycle de la culture n'est donc pas complet. La note du mélange graminées + pois ou lentille est donc divisée par deux.

Après avoir rempli les différentes cultures en pure, en mélange et en couvert, il est nécessaire de sommer par espèces et de multiplier par la référence de sensibilité au pathogène. Ensuite, ce résultat sera rapporté sur 20 ans afin d'obtenir une proportion. La somme des proportions de toutes les espèces sera alors comparée à l'échelle de notation du tableau 28. Cette échelle a été élaborée sur la base du risque de 25% de pois dans la rotation. Nous avons considéré qu'en dessous de 15% le risque est faible ; entre 15 et 25% c'est le bruit de fond et qu'il faut faire attention au futur (risque d'augmentation du risque) ; de 25 à 35% c'est la tranche de risque d'après l'INRA ; au-delà de 35% le risque est élevé et peut engendrer des pertes de rendement.

Cette partie, un peu complexe, reste la plus importante de la grille. La note finale de ce critère varie entre 0 et 12 points.

Ce nouvel indicateur a été testé auprès de différents agronomes de la CDA 54 pour vérifier sa compréhension et sa facilité d'utilisation.

Détection antérieure de symptômes :

Suite à la première enquête, aucun agriculteur biologique n'a déjà observé les symptômes de cette maladie. De plus, en association, il est plus difficile de visualiser la présence de ronds jaunes ou le manque du pois dans une zone. Arvalis accorde 10 points à ce critère, nous proposons de l'amoindrir à 3 points (tableau 29). En effet, ce paramètre est important dans le cadre de la détection antérieure de symptôme, surtout visible en pois pur, ce qui n'est pas notre cas.

Type de sol :

Ce critère développé par Arvalis n'a pas été validé par Anne Moussart de l'INRA, spécialiste de cette maladie. En effet, actuellement la recherche se tourne vers la relation type de sol et l'*Aphanomyces*. Aucune conclusion ne peut donc être avancée. La science sait juste que les sols crayeux sont moins réceptifs à ce pathogène. Nous avons donc décidé de modifier cette partie (tableau 30). La teneur en argile ne favorise pas nécessairement l'eau libre dans le sol.

La proposition de profondeur exploitable (grille Arvalis) par les racines ne sera pas conservée. Un faible développement racinaire peut être induit par différents facteurs (tassement du sol, stress hydrique, ravageurs et maladies). Il n'est pas uniquement corrélé à la présence d'*Aphanomyces* ou non. Pour preuve, les sols argilo-calcaires du plateau de Haye sont filtrants, ainsi, le champignon va avoir des difficultés à se développer. Le taux d'argile n'est donc pas un facteur aggravant. Par contre, nous souhaitons ajouter le critère de vitesse de ressuyage. Ce terme se définit comme étant le temps que met un sol pour être sec. Plus le sol ressuie vite, moins l'*Aphanomyces* peut se déplacer et contaminer. De ce fait, ce paramètre donne une note maximale de 5. L'irrigation avant floraison peut également être mise dans ce nouvel outil d'aide à la décision pour les régions qui la pratiquent.

L'historique de la parcelle : nombre de légumineuses													
	Cultures pures									Mélange		Couvert	
	pois	lentille	luzerne	gesse	vesce	sainfoin	trèfle	féverole	lupin	graminées + pois ou lentille	graminées + gesse ou vesce	graminées + légumineuses*	
Référence sensibilité *Aphanomyces* **(a)**	1	1	0.85	0.85	0.75	0.5	0.3	0.15	0	0.5	0.4	0.25	
Nombre d'année de cultures au cours des 20 dernières années **(b)**													
(d) : Somme cultures multipliée par la référence sensibilité : **(a x b)**													**proportion finale :**
Proportion (%) : **(d)** divisé par 20 ans													

* si lupin et féverole = 0

échelle de notation pour l'historique de la parcelle	si proportion finale est de 0 à 15%	0
	si proportion finale entre 15 et 25 %	6
	si proportion finale entre 25 et 35%	9
	si proportion finale supérieure à 35%	12

Symptômes observés dans les cultures de pois antérieures	Aucun symptôme	0
	Jaunissement précoce de certaines zones après floraison, taille des plantes normales	1
	Pendant floraison, observation de zones où les plantes sont naines avec un nombre réduit. Parfois jaunes, les pois arrêtent de fleurir avant le reste de la parcelle	2
	Palissement précoce de certaines zones, avant floraison. Puis, plantes qui restent naines, avec un nombre d'étages fructifères réduit (disparition de plantes dans les cas graves)	3

vitesse de ressuyage	moins de 2 jours exclus	0
	de 2 à 3 jours inclus	1
	de 4 à 5 jours inclus	3
	plus de 5 jours	5

Risque faible note de 0 à 4	**CULTURE DU POIS ET DE LA LENTILLE POSSIBLE** Sauf en cas de contamination récente non connue Sauf si les symptômes sur le dernier pois sont passés inaperçus
Risque moyen note de 5 à 10	**TEST DE DETECTION APHANOMYCES** (à faire à l'automne précédent l'implantation) Si le test est positif : pas de culture de pois Si le test est négatif : culture à priori possible, mais possibilité de risque de maladie racinaire de fin de cycle (moins grave qu'Aphanomyces) si les conditions climatiques sont favorables
Risque élevé note de 11 à 20	**CULTURE EN PUR DU POIS ET DE LA LENTILLE DECONSEILLEE**

Tableau 31 : Grille finale de risque Aphanomyces

Grille finale :

La grille finale détermine une note de 0 à 20. Une note de 0 à 4 correspond à un risque faible permettant la culture du pois. Une note globale de 5 à 10 donne un risque moyen, le test de détection devra être réalisé. Une note de 11 à 20 correspond à un risque fort, le pois est donc déconseillé (tableau 31).

La grille a été testée sur 19 parcelles mais il serait intéressant de la tester sur plus de situations pour vérifier sa fiabilité. L'étape suivante sera la validation de la grille sur le terrain par les agriculteurs.

Le pH aurait également pu être ajouté dans cette nouvelle grille. D'après Anne Moussart, une parcelle avec un pH de 6,5 a plus de risque d'être touché par ce champignon qu'une parcelle à 7,2 mais cela n'a pas encore été prouvé scientifiquement.

Nous échafaudons l'hypothèse que les principaux facteurs de développement des maladies racinaires sont les mêmes quels que soient les agents pathogènes; à savoir la fréquence de retour du pois (ou d'autres cultures hôtes des agents pathogènes), puis la saturation en eau des parcelles (favorisée par une proportion d'argile élevée et/ou le tassement du sol). Ainsi, la grille proposée pourrait donc être équivalente pour les autres maladies racinaires (*Pythium*, *Fusarium*,..). Elle deviendrait une grille de risque sur le cortège des maladies racinaires inféodées aux légumineuses.

3.2.4. Solutions proposées

Des recherches ont été faites afin de savoir si les plantes de coupures réduisaient les attaques. Des essais en plein champ ont été réalisés avec l'introduction de cultures intermédiaires du type moutarde, phacélie ou avoine (Quoi de neuf, octobre 2000). Les résultats affirment qu'il n'y a aucune incidence sur le niveau d'attaque par Aphanomyces. Des Stimulateurs de Défenses Naturels (SDN) ont également été testés mais aucun n'a été efficace. Les traitements de semences ou de sol réalisés par les agriculteurs conventionnels n'ont également pas fait leurs preuves.

Seule une stratégie d'évitement permet de lutter contre ce champignon. En effet, il est conseillé de ne pas remettre du pois en pur dans une parcelle contaminée avant 10 à 20 ans (temps de présence des oospores dans le sol). De plus, un travail du sol profond va permettre de réduire la compacité du sol et donc de diminuer le risque lié à cette maladie. Il est aussi préférable de travailler parfaitement un sol ressuyé. A ce titre, si cela est possible, le pois d'hiver est à préférer au pois de printemps (résiste mieux puisqu'il est mieux développé au moment de l'attaque) : c'est un phénomène d'échappement partiel. Dans le cas d'un pois de printemps, le retardement du semis est préconisé.

Au niveau génétique, aucune variété de pois ne résiste à ce champignon, ainsi il est recommandé de l'alterner avec de la féverole ou du lupin (résistants) partout où cela est possible. D'ailleurs, en Lorraine, des agriculteurs biologiques ont obtenu 25 q/ha en lupin bleu mais cette culture est difficile à mener car elle est trop tardive à la récolte et à tendance à reprendre l'humidité.

Il est aussi recommandé d'éviter d'implanter le pois dans les parcelles réputées humides. De plus, il est nécessaire de respecter une fréquence de retour de 5-6 ans minimum pour limiter les interactions avec les autres pathogènes (Fusarium, Verticillum, Nématodes,…). Ces précautions (Moussart A. et Crosson P., mai 2011) permettent de limiter les risques de perte de rendement et/ou de multiplication de l'inoculum mais la seule prophylaxie est le test de détection. Il faudrait refaire cette analyse à chaque début de campagne afin de vérifier le taux de pathogène dans la parcelle.

Si la maladie est présente, les risques de pourritures racinaires sont très élevés mais le niveau d'attaque dépendra des conditions climatiques du printemps.

L'INRA travaille actuellement au développement de résistances génétiques pour le pois. D'autant que la variété de pois protéagineux la moins sensible s'avère être Enduro. Ainsi, des croisements avec celle-ci pourraient permettre d'augmenter la résistance du pois.

3.3. Conclusion

Les légumineuses, piliers des systèmes en agriculture biologique, sont utilisées de manière récurrente. Elles trouvent leur place sous différentes formes : en fourrage (luzerne, trèfle, sainfoin,…) et en graine (pois, féverole, mélange,…). Elles représentent régulièrement 50% des surfaces cultivées sur les exploitations agricoles.

La répétition d'une même famille de culture transmet et favorise les mêmes ravageurs et maladies. Il est important dans les systèmes sans chimie de ne pas refaire les mêmes erreurs qu'en conventionnel. Il faut maintenir les phases de ruptures entre les différentes cultures afin d'éviter les problèmes sanitaires et de maintenir des potentiels de rendement optimum.

L'Aphanomyces n'échappe pas à cette règle et nous avons mis en évidence un bruit de fond de cette maladie qu'il sera nécessaire de prendre en compte à l'avenir. Ce pathogène une fois installé peut engendrer des dégâts élevés et surtout irréversibles car la culture du pois est alors à proscrire. De ce fait, la sensibilisation des agriculteurs sur la notion de ce risque est importante puisque cette maladie évolue de façon silencieuse.

La prise en compte de l'historique parcellaire avec l'ensemble des différentes espèces de légumineuses s'avère donc déterminante.

La validation puis la sensibilisation ainsi que la proposition d'alternatives techniques (choix variétal ou d'espèce,…) sont les prochaines étapes pour assurer l'avenir du pois et des légumineuses en Lorraine face aux maladies racinaires.

D. Etude valeur fourragère sorgho

1. Présentation du contexte de l'étude et des objectifs

La gestion du stock fourrager est une préoccupation centrale pour les éleveurs, qu'ils soient en agriculture biologique ou conventionnelle. Le recours à des cultures dérobées est une voie de plus en plus expérimentée car elle représente une ressource d'appoint « modulable » en fonction des conditions de l'année. Néanmoins, le rendement d'une culture dérobée restera toujours aléatoire, notamment avec les périodes de sécheresse que nous connaissons au printemps.

Derrière une céréale l'appoint de ce type de fourrage n'est pas à négliger et les éleveurs font souvent le choix du sorgho, mais la gamme variétale est très étendue. Nous avons donc testé 4 variétés de sorgho et une de maïs pour essayer d'apporter des éléments de réponse aux agriculteurs.

L'objectif est donc d'évaluer comparativement l'intérêt de 4 variétés de sorgho dans la production de fourrage en culture dérobée. Cette première année d'essai est caractérisée par un seul site expérimental.

2. Définition du protocole

Le protocole consiste en un essai en bande (largeur de semoir sur grande longueur) composé de cinq modalités (4 variétés de sorgho, 1 variété de maïs). Les caractéristiques des variétés sont précisées ci-dessous :

- Maïs : LAKTI CS : variété précoce indice 280 à grain corné denté de chez Caussade semence.

- Sorgho :

* *sorgho fourrager* : Plutôt pâture. Ne produit pas d'amidon. Il existe deux types de sorghos fourragers : les Sudan grass (plus précoces pâturables dès 40 cm) et les hybrides (rendements plus élevés, pas de pâture avant 70 cm de hauteur, plus tardifs). Les variétés sélectionnées dans cette catégorie de sorgho sont HONEY GRAZE et PIPER. HONEY GRAZE est un sorgo fourrager BMR de chez LG qui comme tout sorgho fourrager ne doit pas être consommé en dessous de 60 cm de haut. PIPER quand à lui est un sorgo fourrager BMR à tiges fines et nombreuses qui a une bonne faculté de repousses.

* *sorgho sucrier* : Plutôt ensilage. Se rapproche plus du maïs en terme de développement mais élabore peu d'amidon dans notre région faute de température. La variété sélectionnée pour ce type de sorgo dans notre essai est SWEET VIRGINIA. C'est un sorgho grain sucrier BMR de chez SEMENTAL. Son panicule est semi-compact, d'une quarantaine de centimètres et garnie de grains blancs au stade « laiteux pâteux ».

* *sorgho sucrier grain* : Plutôt ensilage. Croisement entre sorgho sucrier et sorgho grain. Pour espérer faire une récolte en ensilage, il faut choisir les indices les plus précoces. L'ensilage est plus tardif d'environ 3 semaines par rapport à un maïs précoce. A l'intérieur de ces catégories, certaines variétés sont caractérisées par le gène BMR (brown mid rid = nervure brune centrale) qui diminue la quantité de lignine (cellulose très peu digestible) dans la plante. Ces variétés ont une meilleure digestibilité mais sont également plus sensibles à la verse.

La variété sélectionnée pour ce type de sorgo dans notre essai est ES HARMATTAN de chez EURALIS.

	Biomasse (TMS/ha)	% MS
Maïs LAKTI CS	**7.0**	23%
Sorgho SWEET VIRGINIA	**5.8**	21%
Sorgho HONEY GRAZE	**5.4**	24%
Sorgho PIPER	**4.4**	29%
Sorgho ES HARMATTAN	**4.4**	20%

Tableau 32 : Biomasse et teneur en matière sèche des différentes modalités

	% MAT	% Cellulose brute	UFL	UFV	PDIN	PDIE	PDIA	DMO
Maïs LAKTI CS	7.56	28.78	0.83	0.72	45	63	16	0.68
Sorgho SWEET VIRGINIA	6.34	37.62	0.64	0.54	40	60	14	0.58
Sorgho HONEY GRAZE	7.4	38	0.65	0.56	46	63	17	0.59
Sorgho PIPER	7.29	40.48	0.65	0.56	46	63	16	0.59
Sorgho ES HARMATTAN	10.54	40.36	0.67	0.58	66	70	24	0.62

Tableau 33 : Valeur alimentaire et composante des différentes modalités

3. Localisation et présentation du site

Le site était situé chez Mickael Bonnaventure à GYE, en 54, voici les principales caractéristiques de l'essai :

Nature du sol : Argilo limoneux
Précédent : méteil à base de triticale - pois fourrager - avoine hiver - féverole d'Hiver
Travail du sol : Labour/rotative/semoir précision
Matière organique : Fumier 30 T/ha
Date de semis : 26/05/2011
Récolte 23/05/2011
Date de mesures : 23/09/2011
Récolte de la parcelle : 24/09/2011
Somme de Temp sur la période : 1791 °c
Pluviométrie : 247 mm

L'implantation a été réalisée dans les mottes mais une averse à sécurisé la levée. Les maïs et sorgho ont eu un bon développement malgré des températures plutôt basses pour la période estivale.

La parcelle fut binée avec un bon résultat malgré la présence de quelques chénopodes sur la ligne. A la récolte, la parcelle était propre.

4. Résultats principaux

4.1. Matière sèche :

Le taux de matière sèche optimal est de 28 à 32%. Il est atteint lorsque le grain est au stade « laiteux-pâteux ». Ce stade permet d'optimiser, d'une part, le niveau de rendement de matière sèche par hectare, et d'autre part, le niveau d'ingestion des animaux.

Seul le PIPPER atteint ce niveau de MS alors que l'ensemble des autres sorghos se situent entre 20 et 24 % de MS. Le Maïs atteint 23 %.

4.2. Biomasse en T/ha :

La biomasse produite sur cet essai varie de 4.4 à 7 t MS/ha (tableau 32). Le maïs LAKTIS avec 7 T MS/ha est le plus productif ; suivent ensuite le SWEET VIRGINIA et le HONEY GRAZE avec 20 % de moins et le PIPER et ES HARMATTAN ferment la marche avec une production inférieure à 40 % à celle du maïs. Il est à noter que logiquement les sorghos fourragers (PIPER et HONEY GRAZE) doivent être fauchés ou pâturés pour ensuite repousser. Cela n'a pas été le cas sur cette parcelle et le rendement a pu en être affecté.

4.3. Valeur alimentaire :

Les valeurs énergétiques sont faibles pour l'ensemble des espèces et des variétés (tableau 33). Le maïs est le plus élevé avec 0.83 UFL mais il est loin d'atteindre les résultats d'un maïs classique (0.90 UFL). Les sorghos ont des valeurs vraiment faibles et on ne constate pas de différence entres les variétés. Les valeurs azotées sont normales. Au niveau de la digestibilité, les sorghos ont une DMO plus faible que le maïs et sont donc moins digestibles. En l'état, ce type de fourrage ne peux servir à nourrir des vaches laitières, cela serait donc à réserver à des animaux, type génisses et bœufs en conduites 36 mois.

5. Conclusion

Il est donc possible de sécuriser un stock fourrager par la culture de dérobée, puisque sur se site on produit en moyenne 5 T MS/ha. On ne peut pas forcément conclure avec un seul essai sur des différences variétales, mais, dans cet essai, SWEET VIRGINIA et le HONEY GRAZE se comportent tout de même mieux en production que PIPER et ES HARMATTAN sans toutefois dépasser le maïs. Le fourrage produit n'est pour autant pas d'une grande valeur énergétique et ne pourra être utilisé que sur des animaux à faible potentiel.

IV) Conclusion et Perspectives

Cette première année d'expérimentation a été riche d'enseignements, et bien que de nombreux chantiers se soient superposés (création du réseau, détermination des thématiques et des protocoles à traiter, inscription du réseau dans une dynamique locale et nationale, etc.) les résultats sont prometteurs et les perspectives intéressantes.

Ainsi, pour confirmer les résultats obtenus lors de cette première année, année aux conditions climatiques « particulières », nous avons décidé de reconduire la quasi-totalité des expérimentations présentées dans ce document.

Nous avons néanmoins fait le choix de ne pas reconduire largement l'expérimentation « colza associé » (seul un site la reconduit) et de la remplacer par une expérimentation portant sur l'intérêt du désherbage mécanique lié au semis très précoce de cette culture.

Nous avons également décidé d'ajouter des thématiques afin de répondre plus fortement aux attentes des agriculteurs. En particulier, nous avons ajouté une plateforme de criblage variétale sur les céréales secondaires (triticale et épeautre). Nous avons aussi convenu de déployer plus de moyens sur la fertilisation, thématique centrale des systèmes bio, avec des travaux sur les fertilisants du commerce (les Produits Résiduaires Organiques et les engrais foliaires), mais également des études plus globales sur les matières organiques utilisées à la ferme (réglette des effluents d'élevages en bio, construction d'un outil d'aide à la décision sur les composts, en partenariat avec le lycée agricole de Courcelles Chaussy).

Le travail de fond démarré sur les maladies des légumineuses et sur la carie du blé va être poursuivi afin d'apporter des préconisations aux agriculteurs pour limiter les risques sanitaires liés à ces pathogènes.

Des travaux sur les prairies vont également être entrepris de manière plus formelle, afin de valoriser les connaissances nombreuses acquises dans ce domaine, et de les compléter le cas échéant par de nouveaux essais.

Une réflexion de fond est également en cours sur la valorisation de ces résultats, en effet l'objectif est qu'ils profitent au plus grand nombre. Pour autant, un document exhaustif n'est pas le support le plus opportun en termes de diffusion des pratiques et des savoir-faire.

Pour valoriser au mieux ces essais, il a donc été décidé d'organiser des demi-journées techniques en départements afin de présenter les résultats aux professionnels. En outre le choix a été fait de publier un document de synthèse de 6 pages à destination des agriculteurs, afin de compiler l'essentiel des résultats acquis lors de cette première édition et ainsi de les diffuser largement.

Index des figures :

figure 1: Données climatiques meusiennes 16
figure 2: Pourcentage de pertes global de pied 18
figure 3: Classement des variétés selon leur pouvoir couvrant 18
figure 4: Notations des pouvoirs couvrants et des ports en végétation 18
figure 5 : Classement des variétés selon leur hauteur en végétation 20
figure 6 : Relation entre hauteur en végétation et production de paille, et entre rendement et production de paille 20
figure 7 : Classement des variétés selon leur rythme de développement 20
figure 8: Classement des variétés selon leur rendement, régularité du rendement sur les 3 essais ... 24
figure 9 : Classement des variétés en fonction de leur poids spécifique 25
figure 10 : Classement des variétés en fonction de leur PMG et nombre d'épis 25
figure 11: Classement des variétés selon leur taux de protéine, régularité du taux de protéine sur les 3 essais 26
figure 12 : Relation rendement/protéines 27
figure 13 : Données brutes techniques des différentes variétés 34
figure 14 : Données brutes rendements et composantes, qualité des différentes variétés 35
figure 15 : Dispositif expérimental 36
figure 16 : Répartition géographique des sites expérimentaux 38
figure 17: Résultats en rendements 38
figure 18 : Résultats en protéines 40
figure 19 : Résultats en poids spécifique 40
figure 20 : Relation entre rendement et protéines 41
figures 21 : comparaison des effets des différents produits sur le rendement et le taux de protéines 46
figure 22 : Localisation des essais colza 48
figure 23 : Dispositif expérimental 50
Figure 24 : Dispositif de l'essai 64
Figure 25 : Calendrier des travaux 66
Figure 26 : Localisation des sites 66
Figure 27 : Evolution du nombre de légumineuses sur le site de Nançois le Grand 68
Figure 28 : Couverture du sol et hauteur en végétation des différentes légumineuses 68
Figure 29 : Illustrations des couverts les plus développés à la récolte en 57 et 55 68
Figure 30 : Biomasse du couvert avant destruction 70
Figure 31 : C/N et azote capté pour l'essai de Nançois le Grand (55) 72
Figure 32 : C/N et azote capté pour l'essai de Boulaincourt-St Firmin (88) 72
Figure 33 : Modalités et doses de semis de l'essai interculture post moisson 76
Figure 34 : Biomasse comparée des différentes modalités, en % de la moyenne (pour les 3 essais) .. 80
Figure 35 : C/N et azote capté sur les espèces solo *(pour les trois essais* 80
Figure 36 : C/N et azote capté sur les mélanges *(pour les trois essais)* 82
Figure 37 : Données climatiques 54 86
Figure 38 et Figure 39: Caractéristiques physiologiques du pois 86
Figure 40: Caractéristiques physiologiques du pois 88
Figure 41: Notes moyennes, mini et maxi de maladie obtenue 92
pour chaque espèce de légumineuses 92
Figure 42 : Schéma récapitulatif de la sensibilité des espèces de légumineuses 92

Index des tableaux :

Tableau 1 : Récapitulatif des observations et mesures réalisées dans le cadre de l'essai « criblage variétal de blé tendre d'hiver » 14
Tableau 2 : Liste des variétés testées par département 16
Tableau 3 : Présentation des parcelles..... 17
Tableau 4 : Classement des variétés selon leur nombre d'épis 22
Tableau 5 : Données brutes des rendements, rendements en % des témoins communs..... 24
Tableau 6 : Données brutes des taux de protéine, taux en % des témoins communs 26
Tableau 7: Résultats techniques des sites de VEHO et AVRIL 38
Tableau 8 : Contamination des différentes variétés sur les différents sites 42
Tableau 9 : Dispositif expérimental de l'essai engrais foliaires..... 46
Tableau 10 : Dispositif expérimental de l'essai engrais foliaires..... 47
Tableau 11 : Liste des variétés disponibles pour l'essai mélange variétal 50
Tableau 12 : Récapitulatif des sites 52
Tableau 13 : Développement des mélanges en fonction de l'apport ou non de compost 57
Tableau 14 : Récapitulatif des causes d'échecs par site..... 58
Tableau 15 : Espèces et variétés testées..... 58
Tableau 16 : Résultats des essais en biomasse sortie hiver 58
Tableau 17 : Résultats des essais en rendements bruts et nets, taux d'impuretés 60
Tableau 18 : Modalités testées dans l'essai mélange variétal 60
Tableau 19 : Résultats des essais en rendements bruts et nets, taux d'impuretés 60
Tableau 20 : Liste des espèces de légumineuses testées..... 64
Tableau 21 : Récapitulatif des situations rencontrées 66
Tableau 22 : Présentation des sites..... 67
Tableau 23 : Synthèse des caractéristiques des couverts 71
Tableau 24: Synthèse des caractéristiques des couverts 72
Tableau 25 : Récapitulatif des données « techniques » des différents sites 78
Tableau 26 : Récapitulatif des données brutes des différents sites..... 80
Tableau 27 : Moyenne, Minimum et Maximum de l'échantillon..... 84
Tableau 28 : Nouvel indicateur se focalisant sur l'historique de la parcelle..... 94
Tableau 29 : Proposition de la nouvelle répartition de points du second critère d'Arvalis 94
Tableau 30 : Proposition d'amélioration du troisième critère : le type de sol..... 94
Tableau 31 : Grille finale de risque Aphanomyces 96
Tableau 32 : Biomasse et teneur en matière sèche des différentes modalités 102
Tableau 33 : Valeur alimentaire et composante des différentes modalités 102

Le réseau des Chambres à votre service

Les conseillères et conseillers des Chambres d'Agriculture sont à votre disposition pour toutes interrogations :

- Meurthe et Moselle :

Conseil conversion/élevage/économie :

* Sophie Rattier : 03.83.93.34.11/06.72.75.57.90

Conseil agronomie :

* Pays Haut : Frédéric Arnaud : 03.82.46.17.81/06.82.69.83.34
* Autre secteur : Justin Bayle : 03.83.93.34.12/06.82.69.83.36

- Meuse :

Conseil agronomie/conversion/économie :

* Aurélie Billon : 03.29.76.81.48/06.73.48.00.17

- Moselle :

Conseil conversion/ économie :

* Olivier Bohn : 03.87.66.12.49

Conseil agronomie

* Pierre Dollé : 03.87.66.04.46/06.80.45.83.96

- Vosges :

Conseil conversion/élevage/économie :

* Anne Verdenal : 03.29.29.23.14/06.86.44.87.48

Conseil agronomie

* Thomas Lacroix : 03.29.06.39.69/06.75.87.28.06

- CRAL :Coordination Régionale

* Nicolas Chartier : 03.83.96.85.06/06.72.86.97.76

AGRICULTURES & TERRITOIRES CHAMBRE D'AGRICULTURE LORRAINE
AGRICULTURES & TERRITOIRES CHAMBRE D'AGRICULTURE MEURTHE-ET-MOSELLE
AGRICULTURES & TERRITOIRES CHAMBRE D'AGRICULTURE MEUSE
AGRICULTURES & TERRITOIRES CHAMBRE D'AGRICULTURE MOSELLE
AGRICULTURES & TERRITOIRES CHAMBRE D'AGRICULTURE VOSGES

TERRES d'AVENIR

Ce document a été construit sur la base du réseau d'expérimentations en grandes cultures biologiques des Chambres d'Agriculture de Lorraine, conduit avec le soutien financier de l'Agence de l'Eau Rhin Meuse et du CASDAR.

PARTENARIAT AGENCE DE L'EAU RHIN•MEUSE
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DU MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DE L'ÉNERGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE LA MER

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'AGROALIMENTAIRE
Avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale «développement agricole et rural»