

**4. Plate-forme de démonstration de CIPAN et suivi des APL en collaboration avec l'UCL-ELIA, membre scientifique de la structure d'encadrement Protect'eau. Valorisation par une culture de maïs de l'azote libéré par différentes CIPAN fourragères hivernales composées de graminées et légumineuses.**



**4.1. Contexte :**

Dans le cadre du programme de gestion durable de l'azote (PGDA version 3), tout agriculteur situé en zone vulnérable est contraint à couvrir avant le 15 septembre au minimum 90% des superficies de l'exploitation destinées à recevoir une culture implantée après le 1<sup>er</sup> janvier (hors lin et pois).

Dans ce contexte, bon nombre d'agriculteurs peuvent se montrer intéressés par la valorisation de ce couvert comme fourrage pour alimenter le bétail de l'exploitation. En effet, un maïs cultivé en rotation après une culture de froment d'hiver laisse l'opportunité à l'agriculteur d'implanter un couvert fin août/début septembre dans l'objectif de le valoriser comme fourrage au printemps suivant tout en respectant les prescriptions du PGDA.

L'expérience menée par l'UCL – Earth & Life Institute (membre scientifique de la structure d'encadrement PROTECT'eau) depuis 2014 avec des mélanges associant des légumineuses confirme la production de 2 à 6 tonnes de matière sèche par hectare en fonction des différents objets tout en limitant les pertes d'azote durant la période hivernale.

Le CIPF prend en charge le semis, le suivi et la récolte de la culture de maïs en collaboration avec l'équipe de de l'UCL – Earth & Life Institute pour la réalisation et l'analyse des reliquats azotés avant semis et des APL après récolte.

**4.2. Localisation :**

- Région limoneuse, Louvain-la-Neuve (altitude ~110m) en 2017,

**4.3. Protocole:**

Historique cultural :  
2016 escourgeon

- En 2016 Suivi des CIPAN par UCL-ELIA :
  - 24/08/2016 Semis des CIPAN
  - 09/11/2016 Mesure de la biomasse produite pour la moutarde
  - 04/05/2017 Mesure des rendements M.S. et analyse des fourrages
- Total= 10 parcelles x 90 m<sup>2</sup> (parcelle 6 x 15) = 900 m<sup>2</sup> x 4 répétitions

#### 4.4. Suivi cultural des CIPAN

(source : UCL – Earth & Life institute – pôle agronomie- De Toffoli M., Imbrecht O., 2017)

Suite à l'expertise acquise sur les différentes CIPAN en 2016, le choix s'est limité à 5 mélanges en 2017. Ceux-ci sont comparés au sol nu et à la moutarde.

Par contre, en plus du choix d'une date de destruction précoce ou tardive de la CIPAN, le maïs fut fertilisé selon 3 schémas différents pour chaque alternative. Soit, d'une part aucune fertilisation azotée afin de préciser la quantité d'azote mise à disposition par la libération de l'azote mobilisé par la CIPAN. D'autre part, une fertilisation azotée correspondant à un niveau modéré (60uN) ou encore une fertilisation correspondant aux besoins théoriques totaux du maïs sur base des paramètres connus, soit 120u N/ha.

Les objets et paramètres retenus sont les suivants :

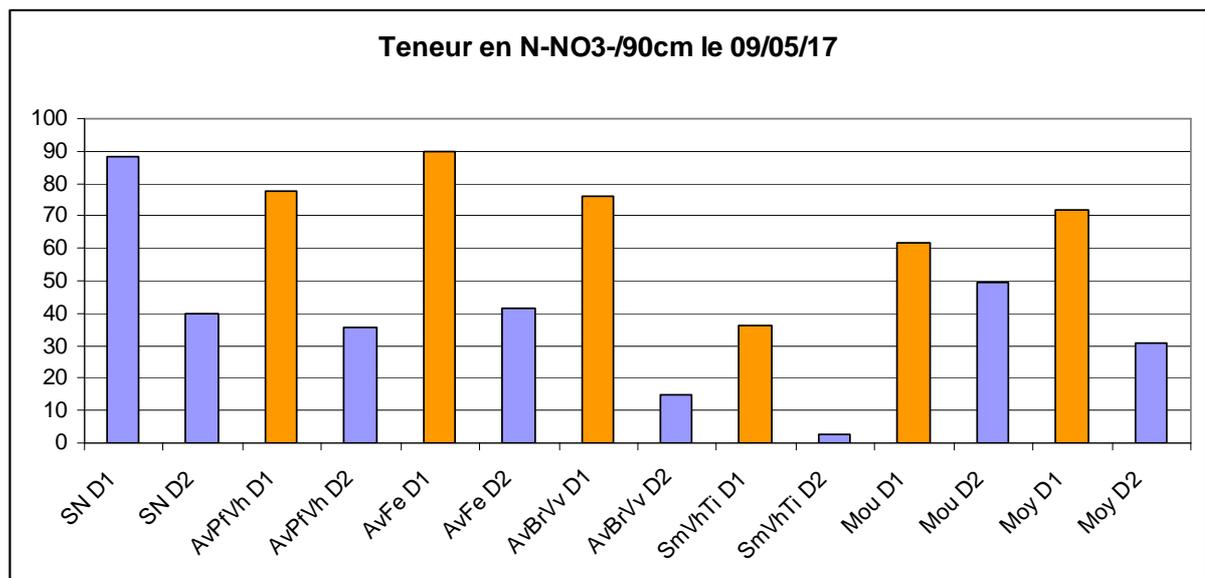
N°	Traitements	doses de semis kg/ha	date de semis
1	sol nu	0	-
2	Av blanche+pois hiv+vesce hiver	60/42/18	26-août
3	Av hiv+ fév hiver	80/80	26-août
4	Av Br+ Vesce velue	20/20	26-août
5	Seigle mult + vesce hiv + trèfle Inc	15+10+5	26-août
6	Moutardes	8	26-août

La date de destruction précoce est le 16/03/17 (D1)

La date de destruction tardive est le 04/05/17 (D2)

La fertilisation azotée est de 3 niveaux :  
 - aucune fertilisation azotée (0uN/ha)  
 - fertilisation azotée modérée (60uN/ha)  
 - fertilisation azotée selon besoins (120uN/ha)

Reliquat de printemps après destruction des CIPAN et avant semis du maïs (09/05/17) :



#### 4.4.1. Commentaires :

L'évolution de l'azote minéral du sol montre un bon effet piège à nitrate des couverts. Les couverts détruits précocement ont « rattrapé » le témoin sol nu à la date du semis du maïs, tandis que les couverts détruits tardivement montrent logiquement un profil plus pauvre en azote minéral. Celui-ci est plus faible pour les couverts ayant résisté au gel hivernal, à savoir le mélange à base de seigle et de vesce velue.

#### 4.4.2. Observation des biomasses produites par les CIPAN

##### *4.4.2.1. Pourcentage de légumineuses dans le mélange (sur échantillons secs)*

Traitement	Traitement	Proportions %	% MS	% GR-LEG
2	Cipan novembre 2016	Avoine Blanche	15,33	79,55
2	Cipan novembre 2016	Pois Fourrager	12,61	10,14
2	Cipan novembre 2016	Vesce commune	12,79	10,31
3	Cipan novembre 2016	Avoine Blanche	15,80	91,34
3	Cipan novembre 2016	Féveroles	9,07	8,66
4	Cipan novembre 2016	Avoine Brésilienne	16,00	77,74
4	Cipan novembre 2016	Vesce Velue	14,57	22,26
5	Cipan novembre 2016	Seigle multicaule	16,20	77,84
5	Cipan novembre 2016	Vesce commune	13,11	10,20
5	Cipan novembre 2016	Trèfle incarnat	14,91	11,95

La proportion de légumineuses présentes dans les mélanges début novembre est de l'ordre de 20% excepté pour la féverole associée à l'avoine blanche et pour laquelle la biomasse se limite à 8% du mélange (en matière sèche) à cause d'une mauvaise levée des graines de féveroles attaquées par des bruches.

##### *4.4.2.2. Evolution des biomasses de CIPAN de novembre 2016 à mai 2017*

Les biomasses observées en sortie d'automne pour les couverts implantés en 2016 sont très proches des valeurs observées pour ces mêmes couverts implantés une année plus tôt.



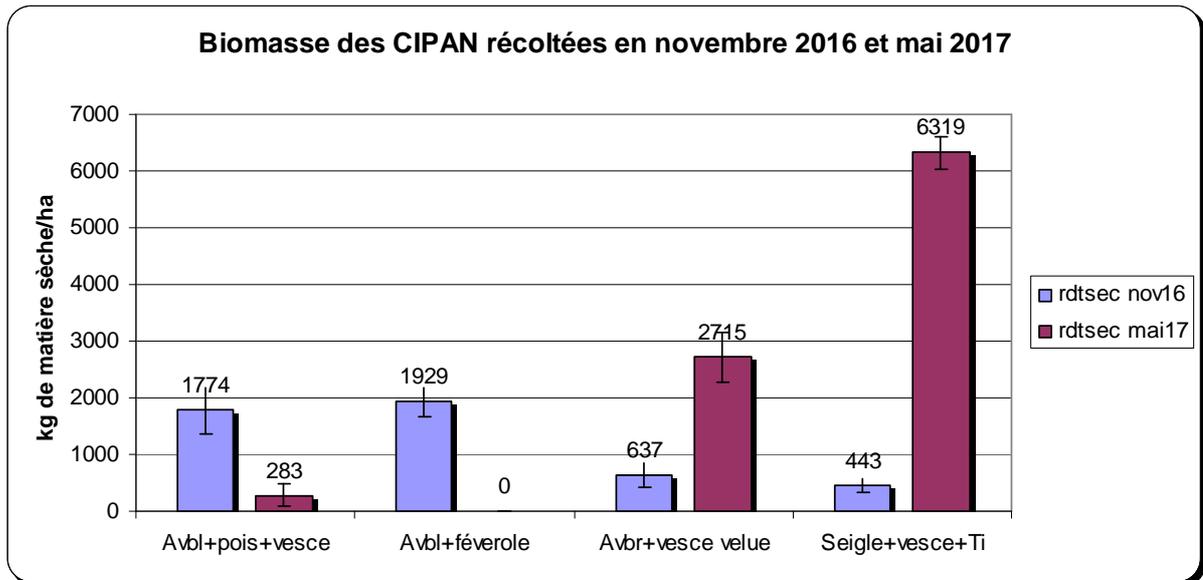
*seigle multicaule + vesce + trèfle incarnat*



*vesce velue*

Au niveau de l'évolution des biomasses, les mélanges à base d'avoine blanche associée au pois ou à la féverole ont difficilement résisté à l'hiver avec des biomasses fortement impactées au printemps.

Par contre, les mélanges n°4 composé d'avoine brésilienne et de vesce velue et n°5 composé de seigle, de vesce d'hiver et de trèfle incarnat garde un niveau de production très stable au printemps d'une année à l'autre avec un rendement en matière sèche proche de 3t/ha pour le mélange à base d'avoine brésilienne et de l'ordre de 6t/ha pour le mélange à base de seigle. Ces deux mélanges sont donc les seuls intéressants en 2017 pour la production de biomasse au printemps.



#### 4.4.2.3. Qualité des biomasses de CIPAN récoltées en mai 2017

Traitement	N°traitement	bloc	%ms	NPT(%)	Digest(%)	VEM	RdtSec(t/ha)	KVEM/ha
	2	1		20,26	86,40	1047	0,37	385
		2		22,97	91,33	1121	0,52	587
		3		18,65	87,26	1056	0,15	161
		4		16,36	79,98	973	0,09	87
<b>Avbl+pois+vesce</b>	<b>moyenne T2</b>		<b>13,6</b>	<b>19,56</b>	<b>86,24</b>	<b>1049</b>	<b>0,28</b>	<b>305</b>
	4	1		25,18	90,00	1094	2,14	2345
		2		25,19	89,23	1090	3,21	3502
		3		25,84	89,16	1090	2,74	2985
		4		27,26	88,92	1091	2,77	3018
<b>Avbr+vesce velue</b>	<b>moyenne T4</b>		<b>15,3</b>	<b>25,87</b>	<b>89,33</b>	<b>1091</b>	<b>2,71</b>	<b>2962</b>
	5	1		11,95	68,98	873	6,70	5853
		2		13,46	72,62	908	6,09	5528
		3		12,70	68,52	862	6,09	5246
		4		12,35	70,75	890	6,39	5694
<b>Seigle+vesce+Ti</b>	<b>moyenne T5</b>		<b>14,7</b>	<b>12,62</b>	<b>70,22</b>	<b>883</b>	<b>6,32</b>	<b>5580</b>

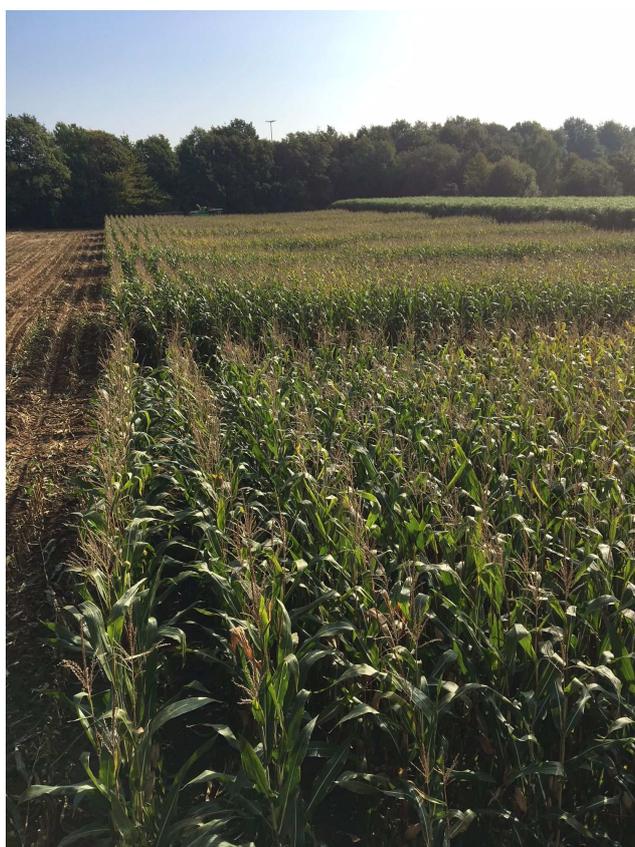
Les couverts hivernants composés d'avoine de printemps et de légumineuses atteignent une valeur énergétique supérieure aux 1000 VEM/ha, au moins 20% de MAT et un niveau de digestibilité proche des 90%.

A contrario, si le mélange à base de seigle produit une biomasse plus de deux fois supérieure aux mélanges précités, sa valeur fourragère est nettement moindre avec une teneur protéique de l'ordre de 13%, une digestibilité de l'ordre de 70% et une valeur énergétique inférieure à 900 VEM.

#### 4.5. Itinéraire cultural du maïs:

Parcelle : Type de sol : Limoneux  
Humus : 2.3%

Labour parcelle : 04/05/2017  
Préparation sol : 04/05/2017  
Semis du maïs : 05/05/2017  
Variété : RONALDINIO  
Fertilisation : 3 doses : 0u N / 220kg/ha NA27% (60u N) / 440kg/ha NA27% (120u N)  
Le 07/06/17 localisé en surface dans l'inter-rang  
Pulvérisation : 1.75l/ha Aspect T + 2.0l/ha Laudis le 08/06/17  
Date de récolte : 04/10/2017



*Vue générale des parcelles de maïs à la récolte – CIPF 2017*

#### 4.6. Résultats agronomiques :

##### 4.6.1. Paramètres quantitatifs

##### 4.6.1.1. Teneur en matière sèche

### ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOT. S-BLOC	305,35	39	7,83				
VAR.FACTEUR 1	14,9	4	3,72	0,39	0,8181		

VAR.FACTEUR 2	2,42	1	2,42	0,25	0,62616		
VAR.INTER 0N*2	7,2	4	1,8	0,19	0,94123		
VAR.BLOCS	20,35	3	6,78	0,7	0,56155		
VAR.RESIDUELLE 1	260,48	27	9,65			3,11	7,84%
VAR.TOTALE	553,17	119	4,65				
VAR.FACTEUR 3	15,41	2	7,7	2,31	0,10555		
VAR.INTER 0N*3	20,4	8	2,55	0,77	0,63513		
VAR.INTER 60N*3	2,66	2	1,33	0,4	0,67744		
VAR.INTER 0N*2*3	9,56	8	1,19	0,36	0,93758		
VAR.TOT. S-BLOC	305,35	39	7,83	2,35	0,00141		
VAR.RESIDUELLE 2	199,79	60	3,33			1,82	4,61%

## MOYENNES

MOYENNE GENERALE = 39.6

MOYENNES FACTEUR 1 =  
cipan

1 (SoINu)	2 (AvPfVh)	3 (AvFev)	4 (AvBrVvh)	5 (SmVhTi)
39,15	39,87	39,99	39,78	39,2

MOYENNES FACTEUR 2 = date

1 (date1)	2 (date2)
39,74	39,46

MOYENNES FACTEUR 3 = ferti

1 (0N)	2 (60N)	3 (120N)
40,06	39,56	39,18

MOYENNES INTER 0N\*2 = cipan date

	1 (SoINu)	2 (AvPfVh)	3 (AvFev)	4 (AvBrVvh)	5 (SmVhTi)
1 (date1)	39,52	39,95	39,84	39,72	39,69
2 (date2)	38,79	39,79	40,15	39,85	38,72

MOYENNES INTER 0N\*3 = cipan ferti

	1 (SoINu)	2 (AvPfVh)	3 (AvFev)	4 (AvBrVvh)	5 (SmVhTi)
1 (0N)	39,3	40,75	40,04	40,82	39,39
2 (60N)	38,99	40,15	39,67	39,51	39,49
3 (120N)	39,17	38,72	40,28	39,03	38,73

MOYENNES INTER 60N\*3 = date ferti

	1 (date1)	2 (date2)
--	-----------	-----------

1 (0N)	40,3	39,81
2 (60N)	39,49	39,63
3 (120N)	39,43	38,93

MOYENNES INTER 0N\*2\*3 = cipan date ferti

	0N =1 (SolNu)		0N =2 (AvPfvh)		0N =3 (AvFev)		0N =4 (AvBrVvh)
	1 (date1)	2 (date2)	1 (date1)	2 (date2)	1 (date1)	2 (date2)	1 (date1)
1 (0N)	39,8	38,81	41,17	40,32	39,48	40,59	40,99
2 (60N)	38,83	39,14	40,39	39,92	39,53	39,81	39,13
3 (120N)	39,92	38,41	38,3	39,14	40,51	40,04	39,04

		0N =5 (SmVhTi)	
	2 (date2)	1 (date1)	2 (date2)
	40,65	40,08	38,69
	39,88	39,59	39,4
	39,02	39,39	38,06

MOYENNES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)	4 (b4)
39,87	39,98	39,64	38,92

#### Commentaires :

La teneur en matière sèche à la récolte approche les 40% pour cet essai récolté début octobre. Les conditions climatiques caractérisées par un printemps exceptionnellement sec et un mois de septembre très lumineux ont conduit à avancer les récoltes d'une dizaine de jours.

On ne note pas de différence significative entre les différents facteurs étudiés.

#### 4.6.1.2. Rendement en matière sèche

### ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOT. S-BLOC	398,22	39	10,21				
VAR.FACTEUR 1	158,09	4	39,52	6,11	0,00128		
VAR.FACTEUR 2	6,54	1	6,54	1,01	0,32495		
VAR.INTER 0N*2	11,98	4	3	0,46	0,76408		
VAR.BLOCS	47,09	3	15,7	2,43	0,08611		
VAR.RESIDUELLE 1	174,52	27	6,46			2,54	14,01%
VAR.TOTALE	597,55	119	5,02				
VAR.FACTEUR 3	72,96	2	36,48	22,23	0		
VAR.INTER 0N*3	20,72	8	2,59	1,58	0,1501		
VAR.INTER 60N*3	1,74	2	0,87	0,53	0,59634		
VAR.INTER 0N*2*3	5,43	8	0,68	0,41	0,90838		
VAR.TOT. S-BLOC	398,22	39	10,21	6,22	0		

VAR.RESIDUELLE 2	98,48	60	1,64			1,28	7,06%
---------------------	-------	----	------	--	--	------	-------

## MOYENNES

MOYENNE GENERALE = 18.15

MOYENNES FACTEUR 1 = cipan

1 (SolNu)	2 (AvPfVh)	3 (AvFev)	4 (AvBrVvh)	5 (SmVhTi)
18,26	18,27	18,68	19,49	16,03

MOYENNES FACTEUR 2 = date

1 (date1)	2 (date2)
18,38	17,91

MOYENNES FACTEUR 3 = ferti

1 (0N)	2 (60N)	3 (120N)
17,06	18,55	18,83

MOYENNES INTER 0N\*2 = cipan date

	1 (SolNu)	2 (AvPfVh)	3 (AvFev)	4 (AvBrVvh)	5 (SmVhTi)
1 (date1)	18,49	18,37	18,99	19,26	16,78
2 (date2)	18,04	18,17	18,37	19,71	15,28

MOYENNES INTER 0N\*3 = cipan ferti

	1 (SolNu)	2 (AvPfVh)	3 (AvFev)	4 (AvBrVvh)	5 (SmVhTi)
1 (0N)	17,56	17,34	17,82	18,37	14,18
2 (60N)	18,57	18,88	19,35	19,8	16,15
3 (120N)	18,66	18,58	18,87	20,29	17,76

MOYENNES INTER 60N\*3 = date ferti

	1 (date1)	2 (date2)
1 (0N)	17,44	16,67
2 (60N)	18,64	18,46
3 (120N)	19,06	18,61

MOYENNES INTER 0N\*2\*3 = cipan date ferti

	0N =1 (SolNu)		0N =2 (AvPfVh)		0N =3 (AvFev)		0N =4 (AvBrVvh)
	1 (date1)	2 (date2)	1 (date1)	2 (date2)	1 (date1)	2 (date2)	1 (date1)
1 (0N)	17,68	17,43	17,97	16,72	18,25	17,4	18,31

2 (60N)	18,57	18,58	18,91	18,86	19,73	18,97	19,3
3 (120N)	19,22	18,1	18,23	18,94	18,99	18,74	20,18

		0N =5 (SmVhTi)	
	2 (date2)	1 (date1)	2 (date2)
	18,43	14,99	13,37
	20,3	16,7	15,6
	20,39	18,66	16,86

MOYENNES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)	4 (b4)
17,9	17,36	19,09	18,23

## COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

FACTEUR 1 : cipan

NOMBRE DE MOYENNES  
VALEURS DES PPAS

2	3	4	5
1,51	1,82	2,01	2,14

0N	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
4.0	AvBrVvh	19,49	A	
3.0	AvFev	18,68	A	
2.0	AvPfVh	18,27	A	
1.0	SoINu	18,26	A	
5.0	SmVhTi	16,03		B

FACTEUR 3 : ferti

NOMBRE DE MOYENNES  
VALEURS DES PPAS

2	3
0,57	0,69

120N	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
3.0	120N	18,83	A	

2.0	60N	18,55	A	
1.0	0N	17,06		B

TEST DE BONFERRONI - SEUIL = 5%

FACTEUR 1 : cipan

ppds BONFERRONI = 2,24

0N	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
4.0	AvBrVvh	19,49	A	
3.0	AvFev	18,68	A	
2.0	AvPfVh	18,27	A	B
1.0	SolNu	18,26	A	B
5.0	SmVhTi	16,03		B

FACTEUR 3 : ferti

ppds BONFERRONI = 0,7

120N	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
3.0	120N	18,83	A	
2.0	60N	18,55	A	
1.0	0N	17,06		B

Commentaires :

Le niveau de rendement moyen de la parcelle se situe à 18.15t/ha.

Le meilleur niveau de rendement (19.49t/ha) est obtenu à la suite du couvert composé d'avoine brésilienne et de vesce velue tout comme ce fut déjà le cas en 2016 avec des conditions culturales printanières bien différentes (froid et humide). L'effet engrais vert est d'autant plus marqué que la vesce velue a résisté au gel (90% de la MS) et redéveloppé une biomasse intéressante avant sa destruction au printemps.

Le rendement du maïs implanté à la suite d'un couvert composé de seigle multicaule, de vesce et de trèfle incarnat est par contre significativement plus faible avec 2 tonnes de matière sèche en moins que le rendement moyen de la parcelle et près de 3.5 tonnes en moins que pour le précédent avoine brésilienne et vesce velue.

Au niveau de la fertilisation azotée, un apport raisonné de 60 unités d'azote par hectare permet d'obtenir le rendement optimum dans la plupart des objets, excepté pour le précédent à base de seigle qui nécessite une fertilisation azotée renforcée (120 unités) pour atteindre son meilleur rendement. Néanmoins, le niveau de ce dernier reste inférieur aux autres objets malgré une fertilisation renforcée.

Une partie non négligeable de l'azote apporté est probablement mobilisée par le seigle au rapport C/N élevé et particulièrement bien développé lors de sa destruction tardive au mois de mai et valorisé comme engrais vert.



*Destruction mécanique des couverts début mai – A l'avant-plan, développement important du couvert de seigle - CIPF 2017*

Une destruction du couvert retardée de 6 semaines au printemps engendre une perte moyenne de rendement de 0.4 tonne de matière sèche de maïs tous couverts confondus.

Plus précisément, dans les couverts où la légumineuse est bien présente et bien développée, l'effet est plutôt positif alors que dans les parcelles où le seigle domine, la perte se situe à 1.5 tonnes de matière sèche de maïs à l'hectare.

Le niveau de rendement du maïs précédé du mélange composé de seigle, de vesce d'hiver et de trèfle incarnat fut clairement impacté par le manque d'eau en début de végétation notamment suite à une exportation plus importante liée au développement du seigle.



*Parcelle de maïs souffrant de la sécheresse en début de végétation suite à un couvert de seigle multicaule associé à la vesce d'hiver et au trèfle incarnat – CIPF 2017*

## 4.6.2. Paramètres qualitatifs

### 4.6.2.1. MPT :

### ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOT. S-BLOC	8,73	39	0,22				
VAR.FACTEUR 1	0,99	4	0,25	1,37	0,2707		
VAR.FACTEUR 2	0,94	1	0,94	5,23	0,02881		
VAR.INTER 0N*2	1,54	4	0,38	2,14	0,10291		
VAR.BLOCS	0,4	3	0,13	0,75	0,53672		
VAR.RESIDUELLE 1	4,86	27	0,18			0,42	6,42%
VAR.TOTALE	37,12	119	0,31				
VAR.FACTEUR 3	3,49	2	1,75	9,45	0,00033		
VAR.INTER 0N*3	5,6	8	0,7	3,79	0,00122		
VAR.INTER 60N*3	2,09	2	1,05	5,66	0,00571		
VAR.INTER 0N*2*3	6,13	8	0,77	4,15	0,00057		
VAR.TOT. S-BLOC	8,73	39	0,22	1,21	0,2471		
VAR.RESIDUELLE 2	11,08	60	0,18			0,43	6,50%

### MOYENNES

MOYENNE GENERALE = 6.61

MOYENNES FACTEUR 1 = cipan

1 (SolNu)	2 (AvPfVh)	3 (AvFev)	4 (AvBrVvh)	5 (SmVhTi)
6,75	6,56	6,58	6,66	6,49

MOYENNES FACTEUR 2 = date

1 (date1)	2 (date2)
6,7	6,52

MOYENNES FACTEUR 3 = ferti

1 (0N)	2 (60N)	3 (120N)
6,37	6,77	6,68

MOYENNES INTER 0N\*2 = cipan date

	1 (SolNu)	2 (AvPfVh)	3 (AvFev)	4 (AvBrVvh)	5 (SmVhTi)
1 (date1)	6,86	6,63	6,47	6,79	6,73
2 (date2)	6,64	6,49	6,69	6,53	6,25

MOYENNES INTER 0N\*3 = cipan ferti

	1 (SolNu)	2 (AvPfvh)	3 (AvFev)	4 (AvBrVvh)	5 (SmVhTi)
1 (0N)	6,59	6,37	6,22	6,42	6,25
2 (60N)	7,15	7,04	6,62	6,71	6,33
3 (120N)	6,52	6,27	6,88	6,85	6,88

MOYENNES INTER 60N\*3 = date ferti

	1 (date1)	2 (date2)
1 (0N)	6,34	6,4
2 (60N)	7,04	6,5
3 (120N)	6,7	6,66

MOYENNES INTER 0N\*2\*3 = cipan date ferti

	0N =1 (SolNu)		0N =2 (AvPfvh)		0N =3 (AvFev)		0N =4 (AvBrVvh)
	1 (date1)	2 (date2)	1 (date1)	2 (date2)	1 (date1)	2 (date2)	1 (date1)
1 (0N)	6,41	6,76	6,14	6,6	5,73	6,71	6,7
2 (60N)	7,27	7,03	7,3	6,77	7,06	6,18	6,96
3 (120N)	6,9	6,13	6,46	6,09	6,6	7,16	6,71

		0N =5 (SmVhTi)	
	2 (date2)	1 (date1)	2 (date2)
	6,13	6,72	5,78
	6,46	6,62	6,04
	6,99	6,83	6,94

MOYENNES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)	4 (b4)
6,52	6,59	6,63	6,68

## COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

FACTEUR 2 : date

NOMBRE DE  
MOYENNES 2  
VALEURS DES PPAS 0,16

60N	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	date1	6,7	A	
2.0	date2	6,52		B

FACTEUR 3 : ferti

NOMBRE DE MOYENNES 2 3  
VALEURS DES PPAS 0,19 0,23

120N	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	60N	6,77	A	
3.0	120N	6,68	A	
1.0	0N	6,37		B

INTER 0N\*3 : cipan-ferti  
même  
cipan

NOMBRE DE MOYENNES 2 3  
VALEURS DES PPAS 0,43 0,52

0N 120N	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
SoINu				
1.0 2.0	SoINu 60N	7,15	A	
1.0 1.0	SoINu 0N	6,59		B
1.0 3.0	SoINu 120N	6,52		B
AvPfVh				
2.0 2.0	AvPfVh 60N	7,04	A	
2.0 1.0	AvPfVh 0N	6,37		B
2.0 3.0	AvPfVh 120N	6,27		B
AvFev				

3.0 3.0	AvFev 120N	6,88	A	
3.0 2.0	AvFev 60N	6,62	A	B
3.0 1.0	AvFev 0N	6,22		B
AvBrVvh				
4.0 3.0	AvBrVvh 120N	6,85	A	
4.0 2.0	AvBrVvh 60N	6,71	A	
4.0 1.0	AvBrVvh 0N	6,42	A	
SmVhTi				
5.0 3.0	SmVhTi 120N	6,88	A	
5.0 2.0	SmVhTi 60N	6,33		B
5.0 1.0	SmVhTi 0N	6,25		B

#### 4.6.2.2. PBD :

### ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOT. S-BLOC	838,01	39	21,49				
VAR.FACTEUR 1	96,3	4	24,08	1,39	0,26279		
VAR.FACTEUR 2	87,74	1	87,74	5,07	0,03105		
VAR.INTER 0N*2	149,4	4	37,35	2,16	0,09998		
VAR.BLOCS	37,5	3	12,5	0,72	0,55041		
VAR.RESIDUELLE 1	467,07	27	17,3			4,16	16,44%
VAR.TOTALE	3533,25	119	29,69				
VAR.FACTEUR 3	335,6	2	167,8	9,59	0,0003		
VAR.INTER 0N*3	528,57	8	66,07	3,78	0,00126		
VAR.INTER 60N*3	201,79	2	100,9	5,77	0,00524		
VAR.INTER 0N*2*3	579,66	8	72,46	4,14	0,00058		
VAR.TOT. S-BLOC	838,01	39	21,49	1,23	0,23308		
VAR.RESIDUELLE 2	1049,62	60	17,49			4,18	16,53%

### MOYENNES

MOYENNE GENERALE = 25.31

MOYENNES FACTEUR 1 = cipan

1 (SolNu)	2 (AvPfVh)	3 (AvFev)	4 (AvBrVvh)	5 (SmVhTi)
26,74	24,87	25	25,81	24,11

MOYENNES FACTEUR 2 = date

1 (date1)	2 (date2)
26,16	24,45

MOYENNES FACTEUR 3 = ferti

1 (0N)	2 (60N)	3 (120N)
22,99	26,89	26,04

MOYENNES INTER 0N\*2 = cipan date

	1 (SolNu)	2 (AvPfVh)	3 (AvFev)	4 (AvBrVvh)	5 (SmVhTi)
1 (date1)	27,83	25,53	23,91	27,09	26,44
2 (date2)	25,64	24,21	26,09	24,53	21,78

MOYENNES INTER 0N\*3 = cipan ferti

	1 (SolNu)	2 (AvPfVh)	3 (AvFev)	4 (AvBrVvh)	5 (SmVhTi)
1 (0N)	25,17	22,98	21,57	23,48	21,76
2 (60N)	30,6	29,51	25,48	26,27	22,58
3 (120N)	24,44	22,13	27,96	27,68	27,99

MOYENNES INTER 60N\*3 = date ferti

	1 (date1)	2 (date2)
1 (0N)	22,71	23,27
2 (60N)	29,56	24,22
3 (120N)	26,22	25,86

MOYENNES INTER 0N\*2\*3 = cipan date ferti

	0N =1 (SolNu)		0N =2 (AvPfVh)		0N =3 (AvFev)		0N =4 (AvBrVvh)
	1 (date1)	2 (date2)	1 (date1)	2 (date2)	1 (date1)	2 (date2)	1 (date1)
1 (0N)	23,41	26,93	20,69	25,26	16,82	26,32	26,26
2 (60N)	31,83	29,36	32,09	26,92	29,74	21,22	28,72
3 (120N)	28,25	20,64	23,82	20,44	25,18	30,74	26,3

		0N =5 (SmVhTi)	
	2 (date2)	1 (date1)	2 (date2)
	20,71	26,38	17,15
	23,83	25,4	19,76
	29,05	27,54	28,44

MOYENNES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)	4 (b4)
--------	--------	--------	--------

24,49	25,17	25,55	26,02
-------	-------	-------	-------

## COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

FACTEUR 2 : date

NOMBRE DE MOYENNES 2  
VALEURS DES PPAS 1,56

60N	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	date1	26,16	A	
2.0	date2	24,45		B

FACTEUR 3 : ferti

NOMBRE DE MOYENNES 2 3  
VALEURS DES PPAS 1,87 2,25

120N	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	60N	26,89	A	
3.0	120N	26,04	A	
1.0	0N	22,99		B

INTER 0N\*3 : cipan-ferti  
même cipan

NOMBRE DE MOYENNES 2 3  
VALEURS DES PPAS 4,18 5,03

0N 120N	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
SoINu				
1.0 2.0	SoINu 60N	30,6	A	
1.0 1.0	SoINu 0N	25,17		B
1.0 3.0	SoINu 120N	24,44		B
AvPfvh				
2.0 2.0	AvPfvh 60N	29,51	A	
2.0 1.0	AvPfvh 0N	22,98		B
2.0 3.0	AvPfvh 120N	22,13		B
AvFev				
3.0 3.0	AvFev 120N	27,96	A	
3.0 2.0	AvFev 60N	25,48	A	B
3.0 1.0	AvFev 0N	21,57		B
AvBrVvh				
4.0 3.0	AvBrVvh 120N	27,68	A	
4.0 2.0	AvBrVvh 60N	26,27	A	
4.0 1.0	AvBrVvh 0N	23,48	A	
SmVhTi				
5.0 3.0	SmVhTi 120N	27,99	A	
5.0 2.0	SmVhTi 60N	22,58		B
5.0 1.0	SmVhTi 0N	21,76		B

NOMBRE DE MOYENNES	2	3	4	5	6	7
VALEURS DES PPAS	4,21	5,07	5,58	5,95	6,23	6,46
	8	9	10	11	12	13
	6,65	6,82	6,96	7,1	7,21	7,32
						14
						7,42

0N 120N	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
1.0 2.0	SoINu 60N	30,6	A		
2.0 2.0	AvPfvh 60N	29,51	A	B	
5.0 3.0	SmVhTi 120N	27,99	A	B	C
3.0 3.0	AvFev 120N	27,96	A	B	C
4.0 3.0	AvBrVvh 120N	27,68	A	B	C
4.0 2.0	AvBrVvh 60N	26,27	A	B	C
3.0 2.0	AvFev 60N	25,48	A	B	C
1.0 1.0	SoINu 0N	25,17	A	B	C
1.0 3.0	SoINu 120N	24,44	A	B	C
4.0 1.0	AvBrVvh 0N	23,48		B	C

2.0 1.0	AvPfvh 0N	22,98		B	C
5.0 2.0	SmVhTi 60N	22,58		B	C
2.0 3.0	AvPfvh 120N	22,13			C
5.0 1.0	SmVhTi 0N	21,76			C
3.0 1.0	AvFev 0N	21,57			C

INTER 60N\*3 : date-ferti  
même date

NOMBRE DE MOYENNES 2 3  
VALEURS DES PPAS 2,65 3,18

60N 120N	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
date1					
1.0 2.0	date1 60N	29,56	A		
1.0 3.0	date1 120N	26,22		B	
1.0 1.0	date1 0N	22,71			C
date2					
2.0 3.0	date2 120N	25,86	A		
2.0 2.0	date2 60N	24,22	A		
2.0 1.0	date2 0N	23,27	A		

NOMBRE DE MOYENNES 2 3 4 5 6  
VALEURS DES PPAS 2,66 3,21 3,53 3,76 3,94

60N 120N	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0 2.0	date1 60N	29,56	A	
1.0 3.0	date1 120N	26,22		B
2.0 3.0	date2 120N	25,86		B
2.0 2.0	date2 60N	24,22		B
2.0 1.0	date2 0N	23,27		B
1.0 1.0	date1 0N	22,71		B

INTER 0N\*2\*3 : cipan-date-ferti  
même cipan-date

NOMBRE DE MOYENNES  
VALEURS DES PPAS

2  
5,92

3  
7,11

ON 60N 120N	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
SolNu-date1				
1.0 1.0 2.0	SolNu date1 60N	31,83	A	
1.0 1.0 3.0	SolNu date1 120N	28,25	A	B
1.0 1.0 1.0	SolNu date1 0N	23,41		B
SolNu-date2				
1.0 2.0 2.0	SolNu date2 60N	29,36	A	
1.0 2.0 1.0	SolNu date2 0N	26,93	A	
1.0 2.0 3.0	SolNu date2 120N	20,64		B
AvPfvh- date1				
2.0 1.0 2.0	AvPfvh date1 60N	32,09	A	
2.0 1.0 3.0	AvPfvh date1 120N	23,82		B
2.0 1.0 1.0	AvPfvh date1 0N	20,69		B
AvPfvh- date2				
2.0 2.0 2.0	AvPfvh date2 60N	26,92	A	
2.0 2.0 1.0	AvPfvh date2 0N	25,26	A	
2.0 2.0 3.0	AvPfvh date2 120N	20,44	A	
AvFev-date1				
3.0 1.0 2.0	AvFev date1 60N	29,74	A	
3.0 1.0 3.0	AvFev date1 120N	25,18	A	
3.0 1.0 1.0	AvFev date1 0N	16,82		B
AvFev-date2				
3.0 2.0 3.0	AvFev date2 120N	30,74	A	
3.0 2.0 1.0	AvFev date2 0N	26,32	A	B
3.0 2.0 2.0	AvFev date2 60N	21,22		B
AvBrVvh- date1				
4.0 1.0 2.0	AvBrVvh date1 60N	28,72	A	
4.0 1.0 3.0	AvBrVvh date1 120N	26,3	A	
4.0 1.0 1.0	AvBrVvh date1 0N	26,26	A	
AvBrVvh- date2				
4.0 2.0 3.0	AvBrVvh date2 120N	29,05	A	
4.0 2.0 2.0	AvBrVvh date2	23,83	A	B

			60N			
4.0	2.0	1.0	AvBrVvh date2 0N	20,71		B
SmVhTi-date1						
5.0	1.0	3.0	SmVhTi date1 120N	27,54	A	
5.0	1.0	1.0	SmVhTi date1 0N	26,38	A	
5.0	1.0	2.0	SmVhTi date1 60N	25,4	A	
SmVhTi-date2						
5.0	2.0	3.0	SmVhTi date2 120N	28,44	A	
5.0	2.0	2.0	SmVhTi date2 60N	19,76		B
5.0	2.0	1.0	SmVhTi date2 0N	17,15		B

NOMBRE DE MOYENNES	2	3	4	5	6	7
VALEURS DES PPAS	5,98	7,2	7,93	8,45	8,86	9,19
8	9	10	11	12	13	14
9,47	9,71	9,92	10,1	10,27	10,43	10,57
16	17	18	19	20	21	22
10,82	10,93	11,04	11,13	11,23	11,32	11,4
24	25	26	27	28	29	30
11,55	11,63	11,7	11,76	11,83	11,89	11,95

ON 60N 120N	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
2.0 1.0 2.0	AvPfvh date1 60N	32,09	A			
1.0 1.0 2.0	SolNu date1 60N	31,83	A			
3.0 2.0 3.0	AvFev date2 120N	30,74	A	B		
3.0 1.0 2.0	AvFev date1 60N	29,74	A	B		
1.0 2.0 2.0	SolNu date2 60N	29,36	A	B		
4.0 2.0 3.0	AvBrVvh date2 120N	29,05	A	B		
4.0 1.0 2.0	AvBrVvh date1 60N	28,72	A	B		
5.0 2.0 3.0	SmVhTi date2 120N	28,44	A	B	C	
1.0 1.0 3.0	SolNu date1 120N	28,25	A	B	C	
5.0 1.0 3.0	SmVhTi date1 120N	27,54	A	B	C	D
1.0 2.0 1.0	SolNu date2 0N	26,93	A	B	C	D

2.0	2.0	2.0	AvPfvh date2 60N	26,92	A	B	C	D
5.0	1.0	1.0	SmVhTi date1 0N	26,38	A	B	C	D
3.0	2.0	1.0	AvFev date2 0N	26,32	A	B	C	D
4.0	1.0	3.0	AvBrVvh date1 120N	26,3	A	B	C	D
4.0	1.0	1.0	AvBrVvh date1 0N	26,26	A	B	C	D
5.0	1.0	2.0	SmVhTi date1 60N	25,4	A	B	C	D
2.0	2.0	1.0	AvPfvh date2 0N	25,26	A	B	C	D
3.0	1.0	3.0	AvFev date1 120N	25,18	A	B	C	D
4.0	2.0	2.0	AvBrVvh date2 60N	23,83	A	B	C	D
2.0	1.0	3.0	AvPfvh date1 120N	23,82	A	B	C	D
1.0	1.0	1.0	SolNu date1 0N	23,41	A	B	C	D
3.0	2.0	2.0	AvFev date2 60N	21,22	A	B	C	D
4.0	2.0	1.0	AvBrVvh date2 0N	20,71	A	B	C	D
2.0	1.0	1.0	AvPfvh date1 0N	20,69	A	B	C	D
1.0	2.0	3.0	SolNu date2 120N	20,64	A	B	C	D
2.0	2.0	3.0	AvPfvh date2 120N	20,44	A	B	C	D
5.0	2.0	2.0	SmVhTi date2 60N	19,76		B	C	D
5.0	2.0	1.0	SmVhTi date2 0N	17,15			C	D
3.0	1.0	1.0	AvFev date1 0N	16,82				D

TEST DE BONFERRONI - SEUIL = 5%

FACTEUR 2 : date

ppds BONFERRONI = 1,54

60N	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	date1	26,16	A	
2.0	date2	24,45		B

FACTEUR 3 : ferti

ppds BONFERRONI = 2,29

120N	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
------	----------	----------	-------------------	--

2.0	60N	26,89	A	
3.0	120N	26,04	A	
1.0	0N	22,99		B

INTER 0N\*3 : cipan-ferti  
même cipan

ppds BONFERRONI = 5,11

0N 120N	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
SolNu				
1.0 2.0	SolNu 60N	30,6	A	
1.0 1.0	SolNu 0N	25,17		B
1.0 3.0	SolNu 120N	24,44		B
AvPfvh				
2.0 2.0	AvPfvh 60N	29,51	A	
2.0 1.0	AvPfvh 0N	22,98		B
2.0 3.0	AvPfvh 120N	22,13		B
AvFev				
3.0 3.0	AvFev 120N	27,96	A	
3.0 2.0	AvFev 60N	25,48	A	B
3.0 1.0	AvFev 0N	21,57		B
AvBrVvh				
4.0 3.0	AvBrVvh 120N	27,68	A	
4.0 2.0	AvBrVvh 60N	26,27	A	
4.0 1.0	AvBrVvh 0N	23,48	A	
SmVhTi				
5.0 3.0	SmVhTi 120N	27,99	A	
5.0 2.0	SmVhTi 60N	22,58		B
5.0 1.0	SmVhTi 0N	21,76		B

ppds BONFERRONI = 7,86

0N 120N	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0 2.0	SolNu 60N	30,6	A	

2.0 2.0	AvPfvh 60N	29,51	A	B	
5.0 3.0	SmVhTi 120N	27,99	A	B	C
3.0 3.0	AvFev 120N	27,96	A	B	C
4.0 3.0	AvBrVvh 120N	27,68	A	B	C
4.0 2.0	AvBrVvh 60N	26,27	A	B	C
3.0 2.0	AvFev 60N	25,48	A	B	C
1.0 1.0	SolNu 0N	25,17	A	B	C
1.0 3.0	SolNu 120N	24,44	A	B	C
4.0 1.0	AvBrVvh 0N	23,48	A	B	C
2.0 1.0	AvPfvh 0N	22,98	A	B	C
5.0 2.0	SmVhTi 60N	22,58		B	C
2.0 3.0	AvPfvh 120N	22,13		B	C
5.0 1.0	SmVhTi 0N	21,76		B	C
3.0 1.0	AvFev 0N	21,57			C

INTER 60N\*3 : date-ferti  
même date

ppds BONFERRONI = 3,23

60N 120N	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
date1					
1.0 2.0	date1 60N	29,56	A		
1.0 3.0	date1 120N	26,22		B	
1.0 1.0	date1 0N	22,71			C
date2					
2.0 3.0	date2 120N	25,86	A		
2.0 2.0	date2 60N	24,22	A		
2.0 1.0	date2 0N	23,27	A		

ppds BONFERRONI = 4,05

60N 120N	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0 2.0	date1 60N	29,56	A	
1.0 3.0	date1 120N	26,22	A	B
2.0 3.0	date2 120N	25,86	A	B
2.0 2.0	date2 60N	24,22		B
2.0 1.0	date2 0N	23,27		B
1.0 1.0	date1 0N	22,71		B

INTER 0N\*2\*3 : cipan-date-ferti  
 même cipan-date

ppds BONFERRONI = 7,23

ON 60N 120N	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
<b>SolNu-date1</b>				
1.0 1.0 2.0	SolNu date1 60N	31,83	A	
1.0 1.0 3.0	SolNu date1 120N	28,25	A	B
1.0 1.0 1.0	SolNu date1 0N	23,41		B
<b>SolNu-date2</b>				
1.0 2.0 2.0	SolNu date2 60N	29,36	A	
1.0 2.0 1.0	SolNu date2 0N	26,93	A	B
1.0 2.0 3.0	SolNu date2 120N	20,64		B
<b>AvPfvh-date1</b>				
2.0 1.0 2.0	AvPfvh date1 60N	32,09	A	
2.0 1.0 3.0	AvPfvh date1 120N	23,82		B
2.0 1.0 1.0	AvPfvh date1 0N	20,69		B
<b>AvPfvh-date2</b>				
2.0 2.0 2.0	AvPfvh date2 60N	26,92	A	
2.0 2.0 1.0	AvPfvh date2 0N	25,26	A	
2.0 2.0 3.0	AvPfvh date2 120N	20,44	A	
<b>AvFev-date1</b>				
3.0 1.0 2.0	AvFev date1 60N	29,74	A	
3.0 1.0 3.0	AvFev date1 120N	25,18	A	
3.0 1.0 1.0	AvFev date1 0N	16,82		B
<b>AvFev-date2</b>				
3.0 2.0 3.0	AvFev date2 120N	30,74	A	
3.0 2.0 1.0	AvFev date2 0N	26,32	A	B
3.0 2.0 2.0	AvFev date2 60N	21,22		B
<b>AvBrVvh-date1</b>				
4.0 1.0 2.0	AvBrVvh date1 60N	28,72	A	
4.0 1.0 3.0	AvBrVvh date1 120N	26,3	A	

4.0 1.0 1.0	AvBrVvh date1 0N	26,26	A	
	AvBrVvh-date2			
4.0 2.0 3.0	AvBrVvh date2 120N	29,05	A	
4.0 2.0 2.0	AvBrVvh date2 60N	23,83	A	B
4.0 2.0 1.0	AvBrVvh date2 0N	20,71		B
	SmVhTi-date1			
5.0 1.0 3.0	SmVhTi date1 120N	27,54	A	
5.0 1.0 1.0	SmVhTi date1 0N	26,38	A	
5.0 1.0 2.0	SmVhTi date1 60N	25,4	A	
	SmVhTi-date2			
5.0 2.0 3.0	SmVhTi date2 120N	28,44	A	
5.0 2.0 2.0	SmVhTi date2 60N	19,76		B
5.0 2.0 1.0	SmVhTi date2 0N	17,15		B

ppds BONFERRONI =

11,98

ON 60N 120N	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
2.0 1.0 2.0	AvPfVh date1 60N	32,09	A			
1.0 1.0 2.0	SolNu date1 60N	31,83	A			
3.0 2.0 3.0	AvFev date2 120N	30,74	A	B		
3.0 1.0 2.0	AvFev date1 60N	29,74	A	B		
1.0 2.0 2.0	SolNu date2 60N	29,36	A	B		
4.0 2.0 3.0	AvBrVvh date2 120N	29,05	A	B	C	
4.0 1.0 2.0	AvBrVvh date1 60N	28,72	A	B	C	D
5.0 2.0 3.0	SmVhTi date2 120N	28,44	A	B	C	D
1.0 1.0 3.0	SolNu date1 120N	28,25	A	B	C	D
5.0 1.0 3.0	SmVhTi date1 120N	27,54	A	B	C	D
1.0 2.0 1.0	SolNu date2 0N	26,93	A	B	C	D
2.0 2.0 2.0	AvPfVh date2 60N	26,92	A	B	C	D
5.0 1.0 1.0	SmVhTi date1 0N	26,38	A	B	C	D
3.0 2.0 1.0	AvFev date2 0N	26,32	A	B	C	D
4.0 1.0 3.0	AvBrVvh date1 120N	26,3	A	B	C	D
4.0 1.0 1.0	AvBrVvh date1 0N	26,26	A	B	C	D
5.0 1.0 2.0	SmVhTi date1 60N	25,4	A	B	C	D

2.0	2.0	1.0	AvPfvh date2 0N	25,26	A	B	C	D
3.0	1.0	3.0	AvFev date1 120N	25,18	A	B	C	D
4.0	2.0	2.0	AvBrVvh date2 60N	23,83	A	B	C	D
2.0	1.0	3.0	AvPfvh date1 120N	23,82	A	B	C	D
1.0	1.0	1.0	SolNu date1 0N	23,41	A	B	C	D
3.0	2.0	2.0	AvFev date2 60N	21,22	A	B	C	D
4.0	2.0	1.0	AvBrVvh date2 0N	20,71	A	B	C	D
2.0	1.0	1.0	AvPfvh date1 0N	20,69	A	B	C	D
1.0	2.0	3.0	SolNu date2 120N	20,64	A	B	C	D
2.0	2.0	3.0	AvPfvh date2 120N	20,44	A	B	C	D
5.0	2.0	2.0	SmVhTi date2 60N	19,76		B	C	D
5.0	2.0	1.0	SmVhTi date2 0N	17,15			C	D
3.0	1.0	1.0	AvFev date1 0N	16,82				D

#### 4.6.2.3. AMIDON :

### ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOT. S-BLOC	315,39	39	8,09				
VAR.FACTEUR 1	42,59	4	10,65	1,61	0,2002		
VAR.FACTEUR 2	0,87	1	0,87	0,13	0,71966		
VAR.INTER 0N*2	66,96	4	16,74	2,53	0,06328		
VAR.BLOCS	26,17	3	8,72	1,32	0,28898		
VAR.RESIDUELLE 1	178,8	27	6,62			2,57	6,63%
VAR.TOTALE	922,44	119	7,75				
VAR.FACTEUR 3	1,5	2	0,75	0,1	0,90675		
VAR.INTER 0N*3	65,76	8	8,22	1,07	0,39643		
VAR.INTER 60N*3	4,84	2	2,42	0,31	0,73553		
VAR.INTER 0N*2*3	73,9	8	9,24	1,2	0,31301		
VAR.TOT. S-BLOC	315,39	39	8,09	1,05	0,42244		
VAR.RESIDUELLE 2	461,06	60	7,68			2,77	7,14%

### MOYENNES

MOYENNE GENERALE = 38.82

MOYENNES FACTEUR 1 =  
cipan

1 (SolNu)	2 (AvPfvh)	3 (AvFev)	4 (AvBrVvh)	5 (SmVhTi)
38,44	38,2	38,62	38,91	39,91

MOYENNES FACTEUR 2 = date

1 (date1)	2 (date2)
38,9	38,73

MOYENNES FACTEUR 3 = ferti

1 (0N)	2 (60N)	3 (120N)
38,97	38,77	38,71

MOYENNES INTER 0N\*2 = cipan date

	1 (SoINu)	2 (AvPfVh)	3 (AvFev)	4 (AvBrVvh)	5 (SmVhTi)
1 (date1)	38,56	39,64	38,37	38,83	39,1
2 (date2)	38,32	36,75	38,87	39	40,72

MOYENNES INTER 0N\*3 = cipan ferti

	1 (SoINu)	2 (AvPfVh)	3 (AvFev)	4 (AvBrVvh)	5 (SmVhTi)
1 (0N)	38,15	39,22	38,31	38,15	41,02
2 (60N)	38,97	38,04	37,66	39,16	39,99
3 (120N)	38,19	37,33	39,89	39,43	38,72

MOYENNES INTER 60N\*3 = date ferti

	1 (date1)	2 (date2)
1 (0N)	39,31	38,63
2 (60N)	38,62	38,92
3 (120N)	38,78	38,65

MOYENNES INTER 0N\*2\*3 = cipan date ferti

	0N =1 (SoINu)		0N =2 (AvPfVh)		0N =3 (AvFev)		0N =4 (AvBrVvh)
	1 (date1)	2 (date2)	1 (date1)	2 (date2)	1 (date1)	2 (date2)	1 (date1)
1 (0N)	40,14	36,17	41,35	37,09	36,8	39,82	37,97
2 (60N)	37,84	40,11	38,74	37,34	38,34	36,99	38,62
3 (120N)	37,7	38,67	38,83	35,82	39,98	39,79	39,89

		0N =5 (SmVhTi)	
	2 (date2)	1 (date1)	2 (date2)
	38,33	40,3	41,74
	39,7	39,54	40,44
	38,98	37,47	39,97

MOYENNES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)	4 (b4)
38,86	38,4	38,44	39,56

## COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE NEWMAN KEULS NON SIGNIFICATIF

TEST DE BONFERRONI NON SIGNIFICATIF

### 4.6.2.4. DIGESTIBILITE :

## ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOT. S-BLOC	166,44	39	4,27				
VAR.FACTEUR 1	28,58	4	7,15	1,95	0,13027		
VAR.FACTEUR 2	2,32	1	2,32	0,63	0,43912		
VAR.INTER 0N*2	27,89	4	6,97	1,9	0,13824		
VAR.BLOCS	8,62	3	2,87	0,78	0,51641		
VAR.RESIDUELLE 1	99,03	27	3,67			1,92	2,43%
VAR.TOTALE	491,91	119	4,13				
VAR.FACTEUR 3	0,38	2	0,19	0,05	0,95258		
VAR.INTER 0N*3	43,97	8	5,5	1,39	0,22014		
VAR.INTER 60N*3	0,18	2	0,09	0,02	0,9782		
VAR.INTER 0N*2*3	43,17	8	5,4	1,36	0,23137		
VAR.TOT. S-BLOC	166,44	39	4,27	1,08	0,39173		
VAR.RESIDUELLE 2	237,77	60	3,96			1,99	2,53%

## MOYENNES

MOYENNE GENERALE = 78.75

MOYENNES FACTEUR 1 =  
cipan

			4	
1 (SoINu)	2 (AvPfVh)	3 (AvFev)	(AvBrVvh)	5 (SmVhTi)
78,43	78,15	78,73	78,86	79,6

MOYENNES FACTEUR 2 = date

1 (date1)	2 (date2)
78,89	78,62

MOYENNES FACTEUR 3 = ferti

1 (0N)	2 (60N)	3 (120N)
78,69	78,82	78,75

MOYENNES INTER 0N\*2 = cipan date

	1 (SoINu)	2 (AvPfvh)	3 (AvFev)	4 (AvBrVvh)	5 (SmVhTi)
1 (date1)	78,54	79,22	78,52	78,86	79,33
2 (date2)	78,32	77,09	78,94	78,87	79,86

MOYENNES INTER 0N\*3 = cipan ferti

	1 (SoINu)	2 (AvPfvh)	3 (AvFev)	4 (AvBrVvh)	5 (SmVhTi)
1 (0N)	78,45	78,54	78,05	78,21	80,17
2 (60N)	79,08	78,58	78,14	78,98	79,34
3 (120N)	77,75	77,34	80	79,4	79,27

MOYENNES INTER 60N\*3 = date ferti

	1 (date1)	2 (date2)
1 (0N)	78,88	78,49
2 (60N)	78,93	78,72
3 (120N)	78,87	78,64

MOYENNES INTER 0N\*2\*3 = cipan date ferti

	0N =1 (SoINu)		0N =2 (AvPfvh)		0N =3 (AvFev)		0N =4 (AvBrVvh)
	1 (date1)	2 (date2)	1 (date1)	2 (date2)	1 (date1)	2 (date2)	1 (date1)
1 (0N)	79,54	77,35	79,93	77,16	76,76	79,35	78,1
2 (60N)	78,35	79,81	78,91	78,25	79,14	77,15	78,95
3 (120N)	77,71	77,78	78,82	75,86	79,68	80,33	79,53

		0N =5 (SmVhTi)	
	2 (date2)	1 (date1)	2 (date2)
	78,33	80,07	80,28
	79	79,3	79,39
	79,28	78,63	79,92

MOYENNES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)	4 (b4)
79	78,65	78,36	79,01

## COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE NEWMAN KEULS NON SIGNIFICATIF

TEST DE BONFERRONI NON SIGNIFICATIF

### 4.6.2.5. VEM Maïs :

## ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOT. S-BLOC	15019,05	39	385,1				
VAR.FACTEUR 1	1110,05	4	277,51	0,82	0,5257		
VAR.FACTEUR 2	806,81	1	806,81	2,38	0,13049		
VAR.INTER 0N*2	2971,33	4	742,83	2,19	0,0956		
VAR.BLOCS	993,45	3	331,15	0,98	0,41889		
VAR.RESIDUELLE 1	9137,41	27	338,42			18,4	1,90%
VAR.TOTALE	56450,34	119	474,37				
VAR.FACTEUR 3	824,68	2	412,34	0,91	0,41134		
VAR.INTER 0N*3	6416,13	8	802,02	1,77	0,10139		
VAR.INTER 60N*3	348,48	2	174,24	0,38	0,68822		
VAR.INTER 0N*2*3	6593,83	8	824,23	1,81	0,0914		
VAR.TOT. S-BLOC	15019,05	39	385,1	0,85	0,70544		
VAR.RESIDUELLE 2	27248,18	60	454,14			21,31	2,20%

## MOYENNES

MOYENNE GENERALE = 968.07

MOYENNES FACTEUR 1 =  
cipan

			4	
1 (SoINu)	2 (AvPfVh)	3 (AvFev)	(AvBrVvh)	5 (SmVhTi)
967,14	963,35	968,65	968,35	972,84

MOYENNES FACTEUR 2 = date

1 (date1)	2 (date2)
970,66	965,47

MOYENNES FACTEUR 3 = ferti

1 (0N)	2 (60N)	3 (120N)
964,37	970,2	969,62

MOYENNES INTER 0N\*2 = cipan date

	1 (SoINu)	2 (AvPfVh)	3 (AvFev)	4 (AvBrVvh)	5 (SmVhTi)
1 (date1)	969,73	975,26	966,24	969,96	972,1
2 (date2)	964,55	951,45	971,07	966,73	973,57

MOYENNES INTER 0N\*3 = cipan ferti

	1 (SoINu)	2 (AvPfVh)	3 (AvFev)	4 (AvBrVvh)	5 (SmVhTi)
1 (0N)	963,68	965,42	960,18	957,81	974,77
2 (60N)	977,95	972,03	963,26	970,44	967,31
3 (120N)	959,79	952,6	982,51	976,8	976,43

MOYENNES INTER 60N\*3 = date ferti

	1 (date1)	2 (date2)
1 (0N)	965,42	963,32
2 (60N)	975,17	965,23
3 (120N)	971,38	967,87

MOYENNES INTER 0N\*2\*3 = cipan date ferti

	0N =1 (SoINu)		0N =2 (AvPfVh)		0N =3 (AvFev)		0N =4 (AvBrVvh)
	1 (date1)	2 (date2)	1 (date1)	2 (date2)	1 (date1)	2 (date2)	1 (date1)
1 (0N)	972,88	954,48	975,75	955,09	942,27	978,1	959,49
2 (60N)	972,65	983,26	978,83	965,23	979,22	947,31	973,32
3 (120N)	963,66	955,92	971,19	934,01	977,23	987,79	977,08

		0N =5 (SmVhTi)	
	2 (date2)	1 (date1)	2 (date2)
	956,12	976,73	972,81
	967,55	971,81	962,8
	976,52	967,77	985,09

MOYENNES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)	4 (b4)
--------	--------	--------	--------

968,23	966,75	964,73	972,56
--------	--------	--------	--------

## COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE NEWMAN KEULS NON SIGNIFICATIF

TEST DE BONFERRONI NON SIGNIFICATIF

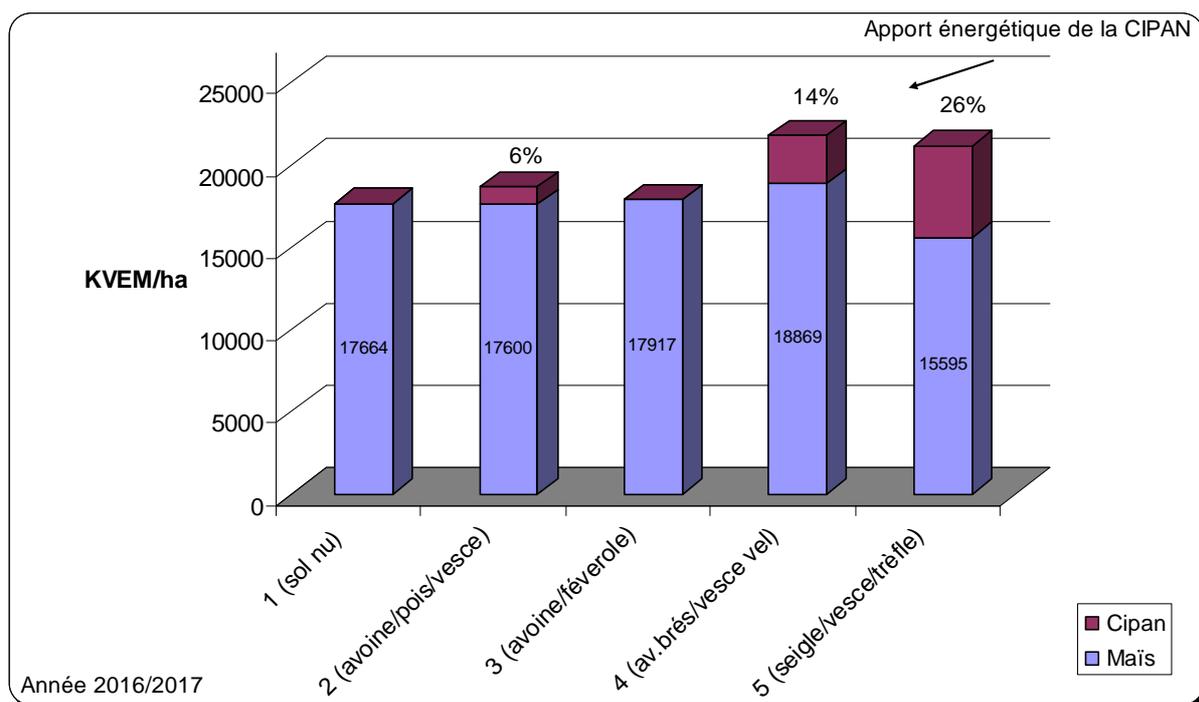
### Commentaires :

Les paramètres qualitatifs sont surtout influencés par le niveau de la fertilisation azotée. On retrouve des différences significatives similaires pour la teneur en MPT et PBD. Une date de destruction hâtive (16/03) conduit à une teneur significativement plus élevée de ces deux paramètres alors qu'une fertilisation azotée nulle nous donne des valeurs significativement plus faibles.

Notons encore que pour le niveau de fertilisation azotée le plus élevé (120 unités par hectare) les valeurs en MPT et PBD sont significativement plus élevées excepté pour le couvert d'avoine brésilienne + vesce velue où l'ensemble des valeurs sont proches, quelque soit le niveau de fertilisation.

### 4.6.3. KVEM cumulés (maïs + CIPAN) :

	Rdt maïs 2017	KvemMaïs2017	KvemCIPAN2017	KvemTotaux	%Cipan
1 (sol nu)	18,264	17664	0	17664	0
2 (avoine/pois/vesce)	18,270	17600	1104	18704	6
3 (avoine/féverole)	18,497	17917	0	17917	0
4 (av.brés/vesce vel)	19,486	18869	2962	21831	14
5 (seigle/vesce/trèfle)	16,030	15595	5580	21175	26



### Commentaires :

Le mélange hivernal à base de seigle produit clairement la biomasse la plus importante qui représente un quart de la biomasse totale récoltée pour les deux cultures.

L'exportation d'eau au printemps reste néanmoins un risque pour la production du maïs qui suit la cipan. Ceci se traduit par une perte énergétique du maïs de près de 3000KVEM/ha. Cette perte est largement compensée par l'apport énergétique de 5580KVEM produit par la CIPAN à base de seigle.

L'avoine brésilienne associée à la vesce velue, malgré un développement intéressant au printemps, développe une biomasse beaucoup moins importante que le seigle et se limite à une production énergétique qui approche les 3000KVEM/ha. Cette production est cependant très stable au fil des années avec une influence positive comme précédent cultural pour le maïs.

Cette combinaison culturale présente un bon compromis tout en assurant une production optimale de fourrage riche en protéines et en limitant les risques liés à une sécheresse printanière ou estivale.

## **4.7. Discussions :**

### 4.7.1. Aspect économique :

Si on considère la valeur d'un KVEM/ha à 17 cents, le mélange le plus productif composé de seigle, vesce et trèfle incarnat génère un gain brut proche des 1000€/ha pour un surplus de 5580 KVEM/ha.

Les charges liées à la couverture hivernale et à sa récolte en fourrage d'appoint sont bien entendu élevées et variables d'une exploitation à l'autre, mais on peut, néanmoins, tenter de réaliser une estimation des coûts engagés dans le cadre de l'implantation et de la récolte de ce couvert fourrager qui se chiffrent à 325€/ha et qui se répartissent comme suit :

- Semis et semences : 35€ + 60€ = 95€
- Fauche du couvert et andainage : 75€
- Ensilage : 95€
- Frais de transport : 35€
- Frais de bâches, confection du silo : 25€

*références : Glachant et al. - 2012 et prix cultures périodes du 1<sup>er</sup> septembre 2015 au 29 février 2016, logiciel dégâts de gibiers – fourrages-Mieux asbl et prix moyens entrepreneurs*

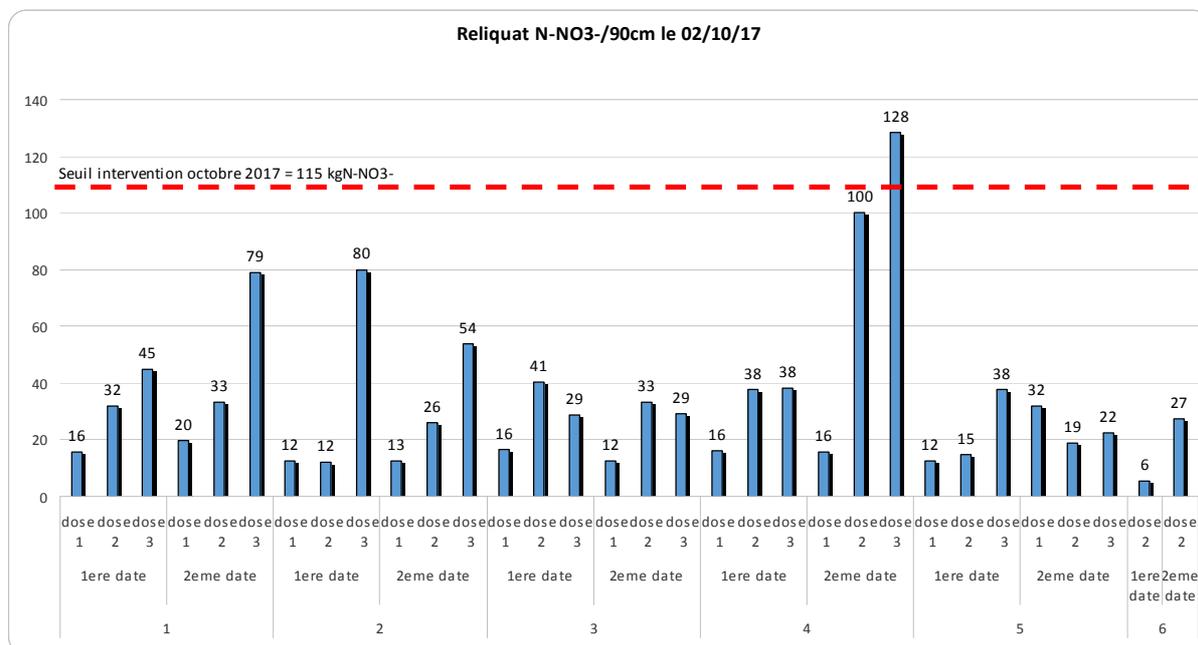
Sur base de cette estimation, la marge brute dégagée dans la meilleure situation se situe autour de 675€/ha.

Notons encore que dans le cas d'une production importante du couvert dans la production énergétique globale, comme ce fut le cas avec l'association du ray-grass italien et du trèfle incarnat ou encore en présence de seigle multicaule associé aux légumineuses, l'exportation en eau du couvert au printemps peut être un facteur limitant certaines années pour la production du maïs fourrager qui lui succédera.

Un couvert à base d'avoine brésilienne et de vesce velue (variété résistante au froid) produira une biomasse moindre mais garantira, dans le cas présent, un développement plus important du maïs tout en limitant les exportations en eau nécessaires pour ce dernier. Le bilan énergétique global reste, quant à lui, très proche des valeurs maximales obtenues avec le seigle et le trèfle incarnat.

#### 4.7.2. Profils azotés après récolte sur un profil de 90cm (le 02/10/2017):

Prélèvements réalisés par UCL-ELIa et CIPF. Analyses effectuées par le Centre de Michamps - UCL



Objets : 1= sol nu ; 2=avoine blanche+pois+vesce d'hiver ; 3=avoine d'hiver+féverole ; 4=avoine brésilienne+vesce velue ; 5=seigle multicaule+vesce d'hiver+trèfle incarnat ; 6=moutarde

#### Commentaires :

Les profils azotés sont assez variables en fonction du type de mélange et de la date de récolte du couvert.

Le seuil d'intervention APL fixé à 115kg de N-NO<sub>3</sub>-/ha en octobre est dépassé (128kg/ha) pour un apport de 120kg/ha d'azote après le semis du maïs et faisant suite au couvert d'avoine brésilienne associé à la vesce velue lors d'une destruction début mai. Dans ce mélange, le bon développement de la légumineuse associé à une destruction tardive de celle-ci n'a pas permis à la culture de maïs de valoriser l'azote libéré probablement trop tardivement au vu des conditions de minéralisation limitées au printemps. L'azote libéré en fin de cycle végétatif du maïs n'a pu être valorisé et se retrouve en quantité conséquente dans le profil. Dans ce cas, l'optimum de fertilisation est probablement dépassé, hypothèse confirmée par un rendement supérieur obtenu avec une dose d'azote réduite de moitié.

Notons également que malgré un niveau de rendement significativement supérieur à la moyenne (20.3t/ha), une fertilisation intermédiaire (60 ou N/ha) laisse également un profil riche à la récolte du maïs avec 100kg de N-NO<sub>3</sub>-/ha. Ce niveau reste néanmoins sous le seuil de tolérance de l'année culturale.

Excepté dans le cas du mélange d'avoine brésilienne + vesce, toutes les valeurs d'APL mesurées suite à une fertilisation raisonnée (60kg N/ha) restent inférieures ou égales à 45kg de N-NO<sub>3</sub>-/ha, soit largement sous la moitié du seuil de tolérance.

## **Bilan de deux années d'expérimentation (2016-2017) suite à l'implantation de CIPAN fourragères hivernales (graminées + légumineuses) précédant une culture de maïs :**

Dans le cadre de la production de fourrage complémentaire par le biais de la CIPAN hivernale, c'est sans aucun doute l'association du seigle et de la vesce d'hiver avec le trèfle incarnat qui permet d'obtenir le rendement en matière sèche le plus élevé avec une production de plus de 6 tonnes de matière sèche par hectare (en 2016 et 2017). L'association du ray-grass italien et du trèfle incarnat (en 2016) est une solution intéressante également pour produire un fourrage suffisamment productif au printemps avec un rendement proche de celui obtenu pour des associations de légumineuses avec le seigle.

Le souci de ces deux associations réside dans le risque de concurrence en eau pour la culture de maïs qui lui succède au printemps. Il faut parfois anticiper la récolte du couvert de quelques jours, surtout lors de printemps secs, au préjudice du rendement final de celui-ci afin de garantir un semis de maïs dans un sol encore suffisamment humide pour une bonne germination. Néanmoins, malgré que le potentiel de rendement final du maïs soit souvent amputé de quelques centaines de kilos de matière sèche, le rendement énergétique final est souvent positif grâce à la production énergétique apportée par le couvert. Ce rendement énergétique complémentaire peut atteindre 20 à 25% du rendement final comme nous avons pu le mesurer en 2016 et 2017.

Une solution intermédiaire existe grâce au mélange d'avoine brésilienne et de vesce velue, qui permet de garantir le rendement du maïs, voire à l'améliorer comparativement au témoin (+1.4t/ha en 2016 et +1.2t/ha en 2017), tout en produisant une biomasse intéressante mais plafonnée à 3 tonnes de matière sèche par hectare durant les deux années culturales étudiées. Le gain énergétique complémentaire est limité à 14% du bilan énergétique final mais très stable d'une année à l'autre, garantissant un rendement optimum pour le maïs.

Les mélanges à base de pois et féveroles d'hiver sont plus aléatoires et dépendent des conditions hivernales et de la reprise de végétation au printemps. En effet, si le mélange composé d'avoine et de féverole d'hiver a produit un peu plus de 2 tonnes de matière sèche par hectare en 2016, le couvert bien développé, voire trop développé, à l'entame de l'hiver n'a pas résisté aux conditions hivernales et n'a pas pu produire une biomasse suffisamment importante pour justifier une récolte en 2017. Ce mélange est à réserver pour des semis plus tardifs (octobre) entre deux maïs par exemple, en associant de l'avoine d'hiver et de la féverole d'hiver.

En ce qui concerne les APL, si 2016 fut une année sans problèmes avec des valeurs extrêmement faibles dans toutes les situations, l'année 2017 fut marquée par une minéralisation tardive en raison de la sécheresse estivale conduisant à un niveau d'APL significativement plus important lorsque la fertilisation dépasse l'optimum.

En effet, le fractionnement azoté réalisé dans les parcelles a permis de définir qu'un niveau de fertilisation limité à 60 unités d'azote suffisait à obtenir le rendement optimal pour un couvert hivernant mixte (50% graminées, 50% légumineuses). Celui-ci étant valorisé comme engrais vert et enfoui avant le semis du maïs. Au-delà de cette dose, l'APL augmente significativement pour approcher, voire dépasser le seuil d'intervention.