

SUIVI DES CULTURES
SUR LE DOMAINE EXPERIMENTAL
DE LA HOURRE
CAMPAGNES 2005-2006



Photo creab mp : gros plan d'une fleur de chardon.

Action réalisée avec le concours financier de :

Du Conseil Régional de Midi-Pyrénées, du compte d'affectation spécial « développement agricole et rural », géré par le Ministère de l'agriculture et de la pêche.

Préambule

Ce document a pour but de faire le point sur la conduite en agriculture biologique du domaine expérimental de La Hourre, géré par le lycée agricole d'Auch-Beaulieu, et sur lequel le C.R.E.A.B. Midi-Pyrénées est responsable de la mise en place et du suivi des essais conduits sur les grandes cultures.

Ce document ne reprend donc pas les résultats des différents essais analytiques, qui bénéficient de leurs propres publications, mais permet de suivre parcelle par parcelle et année après année : l'assolement mis en place, l'itinéraire technique détaillé pratiqué ainsi que les résultats quantitatifs et qualitatifs obtenus.

INTRODUCTION

Présentation du Domaine

Le domaine de la Hourre est situé au sud-est de la commune d'Auch (Gers) et s'étend sur une surface totale de 54,05 ha entièrement labourable (52,30 ha + 1,75 ha de bandes enherbées), divisé à ce jour en 11 parcelles, dont deux se situent en dehors de cette étude : la parcelle LH 9 pour des raisons historiques (ancienne mare créant une zone hydromorphe) et de salissement (forte présence de moutarde nécessitant la mise en place d'une luzernière), et la parcelle LH5 gelée depuis de nombreuses années (gel ARTA) du fait de son sol très superficiel et de sa forte pente.

Le domaine étudié s'étend sur un système de coteaux argilo-calcaires de pente moyenne à forte, jusqu'à un talweg traversé par un petit ruisseau. Ce domaine est entré en mode de production biologique depuis le 1^{er} octobre 1999 (C1).

Les informations concernant la caractérisation du domaine : étude pédologique et suivi d'une culture de tournesol en homogénéisation sont disponibles dans le document intitulé « Présentation de la caractérisation du Site de La Hourre, Campagne 1999-2000 », C.R.E.A.B. Midi-Pyrénées, Février 2001.

Pour rappel, le parcellaire ainsi que les unités de sol rencontrées sur le domaine sont synthétisés sur la Carte 1 ci-contre.

Objectifs initiaux et bases de la gestion du domaine

Les objectifs initiaux ainsi que les bases de la gestion du domaine ont été définis par le Conseil Scientifique du C.R.E.A.B. Midi-Pyrénées. Ces objectifs sont :

- De présenter l'ensemble des données concernant la gestion du domaine : itinéraires techniques détaillés, composantes du rendement, rendement et qualité des différentes cultures afin de restituer ce suivi à l'ensemble de la filière : producteurs, transformateurs, organismes de recherche et développement, établissements d'enseignement agricole ...
- De caractériser et de suivre l'évolution de la fertilité des parcelles du domaine sur le moyen terme,

Pour ce faire le Conseil Scientifique a défini les bases de travail suivantes (réunion du 11 décembre 2000) :

- Le domaine doit être conduit comme une exploitation « agriculteur ». Des essais pourront être mis en place sur les parcelles, mais ils ne doivent modifier ni l'assolement initial, ni la gestion de la rotation
- Une succession culturale sur 5 ans a été définie (Cf. Tableau 2) et devra permettre la mise en place chaque année de : céréales à paille d'hiver, de protéagineux et d'oléagineux. Toutefois cette succession n'est pas figée et pourra être modifiée en fonctions des difficultés rencontrées (salissement des parcelles, contraintes de marché, ...)
- Toutes cultures autres qu'une légumineuse devra être précédée d'une légumineuse. Pour les successions ne répondant pas à ce critère, un engrais vert devra être intégré soit sous couvert soit en dérobé.

Le suivi du domaine de La Hourre est réalisé sur 12 zones références de 2 500 m² (50 m x 50 m, chacune ayant une zone d'exclusion ou de bordure de 10m sur laquelle aucun prélèvement n'est réalisé).

Les parcelles LH2 et LH3 situées au sommet du domaine, bordées d'une haie d'arbre et très hétérogènes n'ont pas été intégrées à ce suivi de la fertilité.

Tableau 1 : Précision sur la localisation des zones références

Zones références	Parcelle	Type de sol ¹	Orientation / topographie
ZR 1	LH 7	ACP / US 11	Plat (vallée)
ZR 2	LH 6B	ACP / US 2	Légère pente / versant sud
ZR 3	LH 6B	ACP / US 5	Plat / haie de cyprès au sud
ZR 4	LH 6B	ACS / US 6	Haut de coteaux et pente
ZR 5	LH6 A1	ACS / US 6	Pente, versant sud
ZR 6	LH6 A2	ACP / US 2	Pente, versant Nord
ZR 7	LH6 A1	ACP / US 2	Faible pente versant sud
ZR 8	LH 8	ACP / US 4	Plat (vallée)
ZR 9	LH 4	ACP / US 2	Pente, versant sud
ZR 10	LH 1	MAR / US 8	Légère pente, versant nord
ZR 11	LH 1	ACP / US 2	Pente, versant nord
ZR 12	LH 1	ACP / US 2	Plat

¹ ACP = Argilo-calcaire Profond, ACS = Argilo-calcaire Superficiel, MAR = marnes. Les unités de sol précisées (US) correspondent à celles définies lors de l'étude pédologique.

Précisions sur la localisation, des zones références

Les zones références ont été positionnées sur le terrain le 21 mars 2002, elles ont été géo-référencés (les 4 coins) par dGPS afin de pouvoir les repositionner précisément chaque année. Lors du repositionnement le GPS indique la position du point référencé précédemment, une fois le fanion replacé, les coordonnées du point sont à nouveau mesurées afin de comparer sa position avec celle de l'année passé. Cette technique permet de garantir un positionnement des zones références sur le long terme avec une variation de l'ordre de ± 50 cm sol.

Tableau 2 : Succession culturale 2001-2005

Parcelle	Surface (ha) ¹	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
LH1	7,56	Blé	Féverole	Orge + E.V.	Tournesol	Féverole	BTH + EV	<i>Tournesol</i>	<i>Orge + EV</i>	<i>Trèfle violet</i>	<i>BTH</i>
LH2	2,73	Lentille/pois chiche	Pois chiche/Lentille	Blé + E.V.	Tournesol	Féverole	BTH + EV	<i>Trèfle violet</i>	<i>Orge + EV</i>	<i>Tournesol</i>	<i>Féverole</i>
LH3	0,55	Lentille/pois chiche	Pois chiche/Lentille	Blé + E.V.	Tournesol	Féverole	BTH + EV	<i>Trèfle violet</i>	<i>Orge + EV</i>	<i>Tournesol</i>	<i>Féverole</i>
LH4	5,38	Orge + E.V.	Tournesol + E.V.	Trèfle violet	Blé + E.V.	Féverole	Orge + EV	<i>Tournesol + EV</i>	<i>Trèfle violet</i>	<i>BTH</i>	<i>Féverole</i>
LH5	<i>Gel permanent</i>										
LH6A1	3,99	Blé + E.V.	Orge	Féverole	Blé + E.V.	Tournesol + E.V.	Féverole	<i>BTH</i>	<i>BTH + EV</i>	<i>Tournesol + EV</i>	<i>Trèfle violet</i>
LH6A2	4,91	Blé + E.V.	Trèfle violet	Orge	Féverole	Tournesol + E.V.	Lentille	<i>BTH</i>	<i>Féverole</i>	<i>Orge + EV</i>	<i>Tournesol</i>
LH6B	10,64	Féverole	Blé + E.V.	Tournesol	Féverole	Blé	Tournesol	<i>Féverole</i>	<i>Féverole</i>	<i>BTH + EV</i>	<i>Tournesol</i>
LH7	4,07	Soja	Blé	Soja	Orge	Soja	BTH	<i>Soja</i>	<i>BTH</i>	<i>Soja</i>	<i>BTH</i>
LH8	5,43	Soja	Soja	Blé	Soja	BTH	Soja	<i>BTH</i>	<i>Soja</i>	<i>BTH</i>	<i>Soja</i>
LH9	1,55	<i>Orge</i>	<i>Luzerne</i>	<i>Luzerne</i>	<i>Luzerne</i>	<i>Luzerne</i>	<i>Luzerne</i>	<i>Colza</i>	<i>BTH</i>	<i>Féverole</i>	<i>Orge</i>

¹ Il s'agit de la surface réelle cultivée (hors bandes enherbées) mesurées par arpentage GPS.
E.V. = engrais vert (trèfle violet). Les céréales à pailles (orge et blé) sont de type hiver.

SUIVI LA HOURRE 2005-2006

1 INTRODUCTION

1.1 Caractéristiques des différentes parcelles

Les caractéristiques pédologiques des différentes parcelles sont synthétisées dans le Tableau 2 ci-dessous.

Tableau 3 : Présentation des parcelles du domaine

Parcelle	Surface (ha)	Orientation ¹ / Topographie	Remarques
LH1	7,56	Une partie plate et une pente assez forte orientée au nord.	Présence d'un bois sur flanc Est
LH2	2,73	Parcelles accolées pentues sur les extrémités Est et Ouest	Ceinturées d'un bois
LH3	0,55		
LH4	5,38	Parcelle fortement pentue, exposition sud.	Sol très superficiel sur la partie Est, nombreux ronds de chardons
LH6A1	3,99	Parcelle de coteaux faiblement pentue	Zone hydromorphe à l'angle nord-ouest (face aux bâtiments)
LH6A2	4,91	Parcelle de coteaux pentue	Zone très superficielle en haut de coteau
LH6B	10,64	Parcelle moyennement pentue, d'exposition sud	Forte présence de moutarde sur bordure est (US 5).
LH7	4,07	Parcelle plate, assez fraîche (hydromorphie temporaire)	Présence d'un bosquet de cyprès chauve à l'est
LH8	5,43	Parcelle plate, assez fraîche (hydromorphie temporaire)	Présence d'un ruisseau avec une haie d'arbre clairsemée entre LH7 et LH8

¹ Orientation Nord = Ubac (ou paguère) et inversement orientation sud = Adret (ou soulan)

Seules les parcelles LH7 et LH8 plus fraîches et plus argileuses permettent la culture du soja en sec.

Des précisions sur le matériel agricole utilisé sont présentées en annexe I.

1.2 L'année climatique 2005-06

Cf. ANNEXE

2 Parcelle LH1 : Blé tendre + trèfle violet sur précédent féverole

2.1 Interventions culturales

Tableau 4 : itinéraire technique parcelle LH1

Interventions	Date	Outils	Remarques
Récolte	30/06/05	Moissonneuse	Rendement = 17,7 q/ha
Labour	18/08/05	Charrue	Uniquement ½ haute, Profondeur 30 cm
Reprise	07/10/05	Vibroculteur	
Semis	03/11/05	Semoir + herse rotative	Variété Renan à 150 kg/ha
Désherbage	07/02/06	Herse étrille	Réglage 3/6
Désherbage	27/02/06	Herse étrille	Réglage 6/6
Semis TV	30/03/06	Micro granulateur	Variété diper,
Fertilisation	31/03/06	DP 12	40 kg d’N forme 13-0-0
Fertilisation	10/05/06	DP 12	40 kg d’N forme 13-0-0
Récolte	12/07/06	Moissonneuse	Rendement = 31,03 q/ha à 10,9% de protéines

2.2 Résultats ZR 10, 11 et 12 sur LH 1

Sur cette parcelle, 3 zones références sont présentes :

ZR 10 sur un sol marneux très superficiel

ZR 11 sur argilo-calcaire superficiel, orienté nord avec une pente importante

ZR 12 sur argilo-calcaire profond sans pente (bas du domaine).

Les blés furent semés à environ 306 grains/m², il y eu donc 25% de perte à la levée, principalement dues aux conditions fraîches qui ont entraîné des retards de levée. Il semble y avoir un lien entre la vitesse de levée et le taux de perte, plus les levées sont rapides et plus la perte est faible et inversement.

Le comportement des blés sur les 3 zones est très différent, sur la ZR 10 zone la plus superficielle du suivi, les blés présentent des composantes faibles. Sur cette zone les densités épis sont inférieures aux levées, et la fertilité de l'épi est à un niveau très faible.

Sur la ZR 11 de profondeur intermédiaire, orientée au nord (ubac, ou paguère) les densités levées sont les plus faibles, ceci est à nouveau à relier aux conditions fraîches. Par contre sur cette zone plus profonde les blés ont compensé leurs faibles levées par un tallage conséquent (1,44). La fertilité épi est assez faible mais reste très supérieure à celle observée sur la zone superficielle.

Sur la zone profonde (ZR 12) située sur une zone plate de la parcelle (moins fraîche que la ZR 11) les levées furent plus importantes que sur la ZR 11, et le tallage également (1,5). La fertilité épi présente une valeur proche de la moyenne.

Enfin les PMG sont quasi équivalents sur les 3 zones.

Si on tient compte également de la ZR 1 cultivée en blé et située sur la parcelle LH7 une des plus fertiles du domaine, on constate pour la campagne 2006 des corrélations très étroites entre :

- Les densités épis et la quantité d'azote absorbée à la floraison ($R^2 = 0,99$)
- Le nombre de grains par épi et la quantité d'azote absorbée à la floraison ($R^2 = 0,95$)
- Les densités grains et la quantité d'azote absorbée à la floraison ($R^2 = 0,96$)
- Les densités grains et l'indice de nutrition azoté (INN) à la floraison ($R^2 = 0,92$)

Ainsi pour l'ensemble des blés en 2006, les composantes du rendement restent très bien corrélées à la quantité d'azote absorbée à la floraison, ce qui ne s'était jamais observé de façon aussi marquée. De plus l'indice de nutrition azoté (INN) présente dès le stade épi 1 cm des valeurs faibles (inférieures ou égales à 0,6). L'INN à la floraison est également faible mais ceci s'observe régulièrement. Ainsi tout concourt à dire qu'en 2006, les blés ont été fortement pénalisés par un manque d'azote. Les analyses de sol réalisées début avril montre la faible disponibilité en azote du sol (de 5 à 22 kg d'N/ha). Les précipitations conséquentes de mars ont probablement engendré des pertes par lessivage, accentué par des faibles prélèvements par les cultures liées à la fois aux conditions climatiques et à leur faible développement.

A la floraison, seules les valeurs issues de la ZR12 sont conformes aux moyennes observées. Sur les autres zones les quantités d'azote absorbées sont faibles (ZR11) ou très faibles (ZR10). Ceci explique la faiblesse des densités grains, composante toujours bien corrélée au rendement en AB.

Les quantités d'azote absorbées à la récolte restent faibles et présentent toujours le même gradient semblable à celui de la profondeur du sol des ZR.

On notera que les valeurs issues de la ZR12 fertile restent basses cette année preuve d'une carence azotée marquée. Cette dernière explique le rendement plutôt faible de l'ensemble de la parcelle (31 q/ha) et son taux de protéine moyen 10,9%.

Tableau 5 : Composantes du rendement sur parcelle LH 1 (ZR 10, 11 et 12)

ZR	Culture	Variété	Plantes/m ²	Epis/m ²	Grains/m ²	grains/épi	PMG à 15% (g)	RDT manuel à 15% (q/ha)
ZR 10	BTH	RENAN	231,1	207,0	3548,0	17,1	46,5	16,5
ZR 11	BTH	RENAN	212,1	306,0	9283,6	30,3	45,5	42,3
ZR 12	BTH	RENAN	248,9	373,3	12774,3	34,2	44,9	57,3
Moyenne			230,7	295,4	8535,3	27,2	45,6	38,7

Tableaux 6 : suivi nutritionnel des blés, aux stades épi 1 cm, floraison et récolte

stade épi 1 cm (prélèvement le 27 mars 2006)								
ZR	culture	MS total (kg/ha)	% N Dumas	N abs (kg/ha)	INN	%P mesuré	P abs (kg/ha)	INP
10	BTH	597,6	2,46	14,7	0,56	0,21	1,3	0,68
11	BTH	1027,8	2,50	25,7	0,57	0,26	2,7	0,83
12	BTH	1535,2	2,44	37,5	0,55	0,21	3,2	0,68
Moyenne		1053,5	2,45	26,0	0,56	0,23	2,4	0,73

Floraison (prélèvement le 18 mai 2006)								
ZR	culture	MS total (kg/ha)	% N Dumas	N abs (kg/ha)	N abs total (kg/ha)	%P mesuré	P abs (kg/ha)	P abs total (kg/ha)
10	BTH	2504,5	1,18	29,6	0,33	0,2	5,0	0,88
11	BTH	6064,1	1,28	77,6	0,53	0,2	12,1	0,86
12	BTH	7845,7	1,31	102,8	0,61	0,16	12,6	0,68
Moyenne		5471,4	1,26	70,0	0,49	0,19	9,9	0,81

Récolte (prélèvement le 4 juillet)										
ZR	Culture	MS paille (kg/ha)	MS grains (kg/ha)	MS total (kg/ha)	% N pailles	% N grains	N abs paille (kg/ha)	N abs grains (kg/ha)	N abs (kg/ha)	N abs total (kg/ha)
10	BTH	2454,9	1474,3	3929,2	0,47	1,53	11,5	22,6	34,1	42,6
11	BTH	5092,7	3784,1	8876,8	0,36	1,72	18,3	65,1	83,4	104,3
12	BTH	7029,1	5169,5	12198,6	0,4	1,94	28,1	100,3	128,4	160,5
Moyenne		4858,9	3475,9	8334,8	0,41	1,73	19,3	62,7	81,9	102,5
ZR	Culture	MS paille (kg/ha)	MS grains (kg/ha)	MS total (kg/ha)	% P pailles	% P grains	P absorbé paille (kg/ha)	P absorbé grains (kg/ha)	P abs (kg/ha)	P abs total (kg/ha)
10	BTH	2454,9	1474,3	3929,2	0,07	0,37	1,7	5,5	7,2	8,9
11	BTH	5092,7	3784,1	8876,8	0,05	0,34	2,5	12,9	15,4	19,3
12	BTH	7029,1	5169,5	12198,6	0,03	0,3	2,1	15,5	17,6	22,0
Moyenne		4858,9	3475,9	8334,8	0,05	0,33	2,1	11,3	13,4	16,7

N & P Abs total (absorption totale y compris racine) = (N ou P abs tige + grains) x 1,25

3 Parcelle LH 4 : Orge d'hiver + trèfle violet sur précédent féverole

3.1 Interventions culturales

Tableau 7 : itinéraire technique LH 4

Interventions	Date	Outils	Remarques
Labour	17/08/05	Charrue	
Reprise	07/10/05	Vibroculteur	
Semis	08/11/05	Herse rotative + semoir	Variété Menhir 150 kg/ha
Désherbage	07/02/06	Herse étrille	Réglage 3/6
Désherbage	27/02/06	Herse étrille	Réglage 6/6
Semis TV	30/03/06	Micro granulateur	Variété diper,
Fertilisation	31/03/06	DP 12	40 kg d'N forme 13-0-0
Récolte	19/06/06	Moissonneuse	Rendement = 45,6 q/ha

3.2 Résultats ZR9

Une seule ZR est présente sur LH4, sur argilo-calcaire profond, pentue de versant sud. La zone référence est sur une partie profonde de la parcelle alors que cette dernière est très hétérogène, présentant un gradient de profondeur marqué.

L'orge semble avoir encore plus souffert que le blé en début de cycle, les pertes à la levée s'élèvent à 36%. Toutefois sur cette parcelle exposée au sud, l'orge a fortement tallé (2,4) ce qui lui permet d'atteindre 534 épis/m², soit beaucoup plus que les blés qui avaient mieux levés. La fertilité des épis s'est maintenue à un niveau satisfaisant (22,1 grains/épi) par rapport aux autres années ce qui permet d'atteindre une densité grain élevée (11 815 grains/m²).

Sur cette parcelle les reliquats azotés en entrée d'hiver sont très élevés (145 kg d'N/ha), mais chute fortement en sortie d'hiver (23,4 kg d'N/ha). A nouveau il du y avoir des pertes par lessivage, mais ici les cultures ont prélevées plus d'azote pendant l'hiver ce qui se traduit par un INN mois faible que celui du blé (0,66) et un tallage élevé.

A la floraison et malgré le peu d'azote disponible en sortie d'hiver l'orge présente un INN relativement élevé (0,61) et des quantités d'azote absorbées également élevées pour cette culture.

Tout ceci reste en accord avec le rendement élevé (46 q/ha) obtenu sur cette parcelle pourtant hétérogène et globalement superficielle.

Par contre malgré les précipitations conséquentes de mars, le semis du trèfle violet sous couvert, fut à nouveau un échec cette année. Après la récolte, le trèfle était quasi inexistant.

Tableau 8 : composantes du rendement ZR 9

ZR	Culture	plantes/m ²	épis/m ²	Grains/m ²	Grains/épis	PMG 15%	RDT 15% manuel
ZR 9	orge d'hiver	218,4	534,6	11815,2	22,1	45,2	53,4

Tableaux 9 : Biomasse et quantité d'azote absorbée – ZR9

épi 1 cm (prélèvement le 27 mars 2006)								
ZR	culture	MS total (kg/ha)	% N Dumas	N abs (kg/ha)	INN	%P mesuré	P abs (kg/ha)	INP
9	orge	1696,4	2,8	47,5	0,66	0,26	4,4	0,78

Floraison (prélèvement le 2 mai 2006)								
ZR	culture	MS total (kg/ha)	% N Dumas	N abs (kg/ha)	INN	%P mesuré	P abs (kg/ha)	INP
9	orge	4772,0	1,64	78,3	0,61	0,25	11,9	0,97

Récolte (prélèvement le 15 juin 2006)										
ZR	Culture	MS paille (kg/ha)	MS grains (kg/ha)	MS total (kg/ha)	% N pailles	% N grains	N abs paille (kg/ha)	N abs grains (kg/ha)	N abs (kg/ha)	N abs total (kg/ha)
9	orge	5510,8	4745,4	10256,2	0,6	1,7	33,1	80,7	113,8	142,3
ZR	Culture	MS paille (kg/ha)	MS grains (kg/ha)	MS total (kg/ha)	% P pailles	% P grains	P absorbé paille (kg/ha)	P absorbé grains (kg/ha)	P abs (kg/ha)	P abs total (kg/ha)
9	orge	5510,8	4745,4	10256,2	0,04	0,3	2,2	14,2	16,4	20,5

N & P Abs total (absorption totale y compris racine) = (N ou P abs tige + grains) x 1,25

4 Parcelle LH6 A1 : Féverole d'hiver sur précédent tournesol

Deux zones références sont présentes sur cette parcelle :

- ZR 5 : sur argilo-calcaire superficiel, pentue de versant sud
- ZR 7 : sur argilo-calcaire profond, faiblement pentue de versant sud

4.1 Interventions culturales

Tableau 10 : itinéraire technique LH 6 A1

Interventions	Date	Outils	Remarques
Labour	26/09/05	Charrue	
Reprise	22/11/05	Vibroculteur	
Semis	23/11/05	Monograine	Variété Castel à 25 grains/m ²
Désherbage	03/04/06	Bineuse	
Moisson	29/06/06	Moissonneuse	Rendement =19,3 q/ha

4.2 Résultats ZR5 et ZR7

Compte tenu de la fraîcheur de l'hiver, les féveroles ont mis longtemps à lever, le 2 janvier (un mois et ½ après le semis) rien n'avait levé. Les levées commencèrent seulement lors de la 2^{ème} décennie de janvier.

Grâce aux températures fraîches, les attaques de sitones furent plus tardives que les autres années, elles commencèrent réellement vers la mi-mars.

En ce qui concerne les composantes du rendement, les valeurs obtenues sont du même ordre de grandeur que la moyenne principalement sur la ZR 7 profonde, les valeurs issues de ZR5 superficielle sont en deçà de la moyenne.

Par contre les féveroles semblent avoir profiter des précipitations de la 2^{ème} décennie de juin pour remplir leurs grains, en effet les PMG observés cette année sont les plus élevés depuis le début du suivi.

A la floraison les biomasses produites sont faibles par rapport aux autres années du fait des retards de végétation liés au froid.

A la récolte les biomasses produites sont encore faibles par rapport aux résultats des autres années, ceci est lié à la faible hauteur des féveroles. Par contre le rendement n'a pas été affecté par le retard de végétation, la féverole a simplement perdu en hauteur (entre nœud moins allongé) mais le nombre de gousses et la taille des grains ont permis de maintenir un rendement équivalent à la moyenne. Le plus faible développement végétatif des féveroles s'observe bien cette année, l'indice de récolte (poids sec paille / poids sec grain) est en moyenne de l'ordre de 0,94 cette année il est de 0,66. Ainsi il ne semble y avoir aucun lien pour la féverole entre la biomasse totale produite et la biomasse des grains (c'est-à-dire le rendement).

Tableau 11 : composantes du rendement des ZR 5 et 7 présentes sur LH6 A1

ZR	Culture	Gousses/m ²	Grains/m ²	Grains/gousse	PMG à 15%	RDT à 15%
ZR 5	Féverole	160,7	413,6	2,6	614,5	25,4
ZR 7		191,1	541,8	2,8	602,6	32,6
Moyenne		175,9	477,7	2,7	608,6	29,0

Tableaux 12 : biomasse produite et suivi nutritionnel, ZR 5 et 7 sur LH6A1

Floraison (prélèvements le 2 mai 2006)								
ZR	culture	MS total (kg/ha)	% N Dumas	N abs (kg/ha)	INN	% P mesuré	P abs (kg/ha)	INP
5	Féverole	938,1	3,29	30,9	0,63	0,25	2,3	0,69
7		1351,7	3,74	50,6	0,81	0,41	5,5	1,04
Moyenne		1144,3	3,5	40,8	0,72	0,33	3,9	0,87

Récolte (prélèvement le 28 juin 2006)										
ZR	Culture	MS paille (kg/ha)	MS grains (kg/ha)	MS total (kg/ha)	% N pailles	% N grains	N abs paille (kg/ha)	N abs grains (kg/ha)	N abs (kg/ha)	N abs total (kg/ha)
5	Féverole	1274,2	1913,0	3187,2	0,75	4,29	9,6	82,1	91,7	114,6
7		1610,2	2486,3	4096,5	0,66	4,05	10,6	100,7	111,3	139,1
ZR	Culture	MS paille (kg/ha)	MS grains (kg/ha)	MS total (kg/ha)	% P pailles	% P grains	P absorbé paille (kg/ha)	P absorbé grains (kg/ha)	P abs (kg/ha)	P abs total (kg/ha)
5	Féverole	1274,2	1913,0	3187,2	0,02	0,35	0,3	6,7	7,0	8,8
7		1610,2	2486,3	4096,5	0,03	0,5	0,5	12,4	12,9	16,1

N totale Abs (absorption totale y compris racine) = (N abs tige + grains) x 1,25

5 Parcelle LH 6 A2 : Lentille sur précédent tournesol

5.1 Interventions culturales

Tableau 13 : itinéraire technique LH 6 A2

Interventions	Date	Outils	Remarques
Labour	26/09/05	Charrue	
Reprise	06/02/06	Vibroculteur	
Semis	20/03/06	Herse rotative + semoir	Variété Anicia
Récolte	13/07/06	moissonneuse	Rendement = 8,6 q/ha

5.2 Résultats ZR6

Sur cette parcelle une ZR est présente, la ZR6, pentue de versant nord sur argilo-calcaire profond.

La lentille avait été cultivée sur l'exploitation en 2001 et 2002 mais sur les parcelles LH2-3 sur lesquelles il n'existe pas de zones références. Les données de cette année sont donc les premières issues de cette culture.

La lentille fut semée à une densité de 331 grains/m². La lentille s'est vite développée, au stade floraison (18 mai) sa biomasse est supérieure à celle observée avec les féveroles.

Le rendement obtenu sur la parcelle (8,6 q/ha) reste satisfaisant car une partie non négligeable de cette parcelle se situe sur un haut de coteau superficiel. Le rendement manuel (sans perte) obtenu sur la ZR6 est nettement plus élevé (20,7 q/ha) mais correspond à une des zones les plus fertiles de la parcelle qui se trouve en versant nord donc moins sensible au stress hydrique précoce. Le PMG avec 35 g est satisfaisant, sur les parcelles plus superficielles LH2 et 3 il était de 31,5 g.

La lentille est le seul protéagineux à présenter un INN proche de 1 à la floraison, alors que les féveroles sont entre 0,6 et 0,8. Peut être que cette différence peut s'expliquer par les sitones, en effet les lentilles ne sont pas attaquées par ce ravageur (dont les larves se nourrissent des nodosités) alors que la féverole est régulièrement attaquée.

Tableau 14 : composante du rendement ZR6 sur LH6 A2

ZR	Culture	Grain/m ²	PMG 15%	RDT 15% manuel
ZR 6	lentille	5913,2	35,0	20,7

Tableaux 15 : biomasse produite et suivi nutritionnel des grains, ZR 6

Floraison (prélèvement le 18 mai 2006)								
ZR	culture	MS total (kg/ha)	% N Dumas	N abs (kg/ha)	INN	% P mesuré	P abs (kg/ha)	INP
6	lentille	2200,2	3,89	85,6	0,99	0,34	7,5	0,84

Récolte (prélèvement le 4 juillet 2006)										
ZR	culture	MS paille (kg/ha)	MS grains (kg/ha)	MS total (kg/ha)	%N pailles	% N grains	N abs paille (kg/ha)	N abs grains (kg/ha)	N abs (kg/ha)	N abs total (kg/ha)
6	lentille	2131,2	1756,2	3887,4	1,05	4,6	22,4	80,8	103,2	129,0
ZR	culture	MS paille (kg/ha)	MS grains (kg/ha)	MS total (kg/ha)	%P pailles	%P grains	P abs paille (kg/ha)	P abs grains (kg/ha)	P abs (kg/ha)	P abs total (kg/ha)
6	lentille	2131,2	1756,2	3887,4	0,08	0,44	1,7	7,7	9,4	11,8

N & P Abs total (absorption totale y compris racine) = (N ou P abs) x 1,25

6 Parcelle LH 6B : Tournesol sur précédent blé tendre + trèfle violet

6.1 Interventions culturales

Tableau 16 : itinéraire technique LH6 B

Interventions	Date	Outils	Remarques
Labour	19/08/05	Charrue	Partie haute
Broyage	28/09/05	broyeur	Partie basse
Labour	28/09/05	Charrue	Partie basse
Reprise	07/10/05	Vibroculteur	Sur zone labour 1
Reprise	06/02/06	Vibroculteur	Toute la parcelle
Reprise	07/04/06	Vibroculteur	Toute la parcelle
Reprise	21/04/06	Vibroculteur	Sur zone à moutarde
Reprise	17/05/06	Vibroculteur	Toute la parcelle
Semis	17/05/06	Monograine	Variété Salsa RM à 75 000 pieds/ha
Désherbage	15/06/06	Bineuse	
Désherbage	04/07/06	Bineuse	
Récolte	21/09/06	moissonneuse	Rendement = 18,4 q/ha

6.2 Composantes du rendement

Trois zones références sont présentes sur la parcelle :

ZR 2 sur argilo-calcaire profond peu pentue de versant sud

ZR 3 sur argilo-calcaire moyennement profond à hydromorphie fugace

ZR 4 sur argilo-calcaire superficiel peu pentue située en haut de coteau

Les résultats des composantes du rendement sont présentés dans le tableau 17.

Le tournesol fut semé à 75 000 grains/ha, ainsi la perte moyenne à la levée est faible avec 12%. Sur cette parcelle, les ZR2 et 3 sont profondes et la ZR 4 est superficielle. Les résultats issus des composantes du rendement comme des prélèvements de plante montrent de grandes différences entre les 3 zones références suivies.

Sur les deux zones profondes, les tournesols ont pu très bien valoriser les précipitations de la dernière décade de juillet, ce qui leur permet d'atteindre un nombre de grains par capitules (et par m²) élevé. Par contre sur la zone superficielle, les tournesols ont souffert, la taille des capitules est restée très petite.

Les résultats issus des prélèvements de plantes confirment que les tournesols se sont fortement développés sur les ZR 2 et 3, mais montre également une différence importante entre ces deux ZR du point de vue de l'INN. Les cultures provenant de la ZR 2 sont nettement plus carencées en azote que celles de la ZR3. Ces résultats sont en accord avec les quantités d'azote minérale présente dans le profil ; en avril il y avait : 32 kg d'N sur la ZR2 ; 72 kg d'N sur la ZR 3 et 68 kg d'N sur la ZR4. Par contre il est difficile de comprendre pourquoi on observe de telle différence du point de vue de l'azote du sol entre les ZR2 et les ZR 3 et 4.

Malgré cette différence liée à l'azote disponible, à la récolte nous n'observons pas de différence particulière entre les ZR 2 et 3, et leurs rendements manuels restent équivalents, tout comme la teneur en huile

Tableau 17 : composantes du rendement des ZR 2, 3 et 4 sur LH6 B

ZR	Culture	Capitules/m ²	Grain/m ²	Grains/capitule	PMG	RDT
ZR 2	tournesol	6,7	6655,7	998,4	67,0	44,6
ZR 3		6,3	7768,0	1233,7	56,4	43,8
ZR 4		6,7	2110,4	316,6	49,8	10,5
	Moyenne	6,6	5511,4	849,6	57,7	33,0

Tableaux 18 : biomasse produite et suivi nutritionnel, ZR 2, 3 et 4 de la LH6 B

Floraison (prélèvement le 24 juillet 2006)								
ZR	culture	MS total (kg/ha)	% N Dumas	N abs (kg/ha)	INN	% P mesuré	P abs (kg/ha)	INP
2	tournesol	6479,8	2,1	136,1	0,52	0,2	13,0	1,03
3		6916,7	2,0	138,3	0,80	0,27	18,7	0,70
4		2845,7	2,11	60,0	0,77	0,16	4,6	0,96
	moyenne	5414,1	2,07	111,5	0,70	0,21	12,1	0,90

Récolte (prélèvement le 21 septembre 2006)										
ZR	Culture	MS paille (kg/ha)	MS grains (kg/ha)	MS total (kg/ha)	%N pailles	% N grains	N abs paille (kg/ha)	N abs grains (kg/ha)	N absorbé (kg/ha)	N abs total (kg/ha)
2	tournesol	4710,8	3888,5	8599,3	1,31	2,91	61,7	113,2	174,9	218,6
3		4390,3	3494,7	7885,0	1,67	2,94	73,3	102,7	176,0	220,0
4		1681,5	841,3	2522,8	1,18	2,59	19,8	21,8	41,6	52,0
	moyenne	3594,2	2741,5	6335,7	1,39	2,81	51,6	79,2	130,8	163,5
ZR	Culture	MS paille (kg/ha)	MS grains (kg/ha)	MS total (kg/ha)	%P pailles	%P grains	P abs paille (kg/ha)	P abs grains (kg/ha)	P abs (kg/ha)	P abs total (kg/ha)
2	tournesol	4710,8	3888,5	8599,3	0,18	0,55	8,5	21,4	29,9	37,4
3		4390,3	3494,7	7885,0	0,15	0,53	6,6	18,5	25,1	31,4
4		1681,5	841,3	2522,8	0,06	0,25	1,0	2,1	3,1	3,9
	moyenne	3594,2	2741,5	6335,7	0,13	0,44	5,4	14,0	19,4	24,2

N totale Abs (absorption totale y compris racine) = (N abs tige + grains) x 1,25

Teneur en huile :

ZR2 = 53,9%

ZR3 = 53,5%

ZR4 = 53,5%

7 Parcelles LH 7 : Blé tendre d'hiver sur précédent soja

7.1 Interventions culturales

Tableau 19 : itinéraire technique LH 7

Interventions	Date	Outils	Remarques
Déchaumage	02/11/05	Déchaumeur à ailette	
Semis	07/11/05	Herse rotative + semoir	Variété Renan à 150 kg/ha
Désherbage	07/02/06	Herse étrille	Réglage 3/6
Désherbage	27/02/06	Herse étrille	Réglage 6/6
Fertilisation	31/03/06	DP 12	40 kg d'N forme 13-0-0
Fertilisation	10/05/06	DP 12	40 kg d'N forme 13-0-0
Récolte	12/07/06	Moissonneuse	Rendement = 26,2 q/ha

7.2 Résultats ZR1

Une seule zone référence est présente sur cette parcelle, sur argilo-calcaire profond avec présence d'une nappe plus ou moins permanente à environ 1,5 m de profondeur. Cette zone est plate située en zone de vallée.

Les composantes du rendement obtenues sur cette ZR sont présentées dans le tableau 20. Par rapport au blé de la parcelle LH1, sur cette ZR les levées furent supérieures probablement grâce à une meilleure orientation. Par contre les cultures ont peu tallé. Sur cette parcelle la carence en azote fut également marquée, les quantités disponibles début d'avril était de seulement de 23 kg d'N. Ainsi comme nous l'avons présenté précédemment les blés furent fortement carencés tout au long de leur cycle, ce qui explique la faiblesse des densités grains, du rendement et des teneurs en protéines (10,7%).

8 Parcelles LH 8 : Soja sur précédent blé tendre

8.1 Interventions culturales

Tableau 10 : itinéraire technique LH 8

Interventions	Date	Outils	Remarques
Labour	28/09/05	Charrue	
Reprise	20/03/06	Vibroculteur	
Reprise	21/04/06	Vibroculteur	
Reprise	17/05/06	Vibroculteur	
Semis	17/05/06	Monograine	Variété Isidor 550 000 grains/ha
Désherbage	15/06/06	Bineuse	
Désherbage	03/07/06	Bineuse	
Récolte	10/10/06	Moissonneuse	Rendement = 22,8 q/ha

8.2 Résultats ZR8

Une seule zone référence est présente sur cette parcelle, sur un sol semblable à celle de la parcelle LH 7 si ce n'est une différenciation liée à la présence de petits galets en surface.

Les résultats des composantes du rendement sont présentés dans le tableau 26.

Tableau 20 : composantes du rendement ZR 1 sur LH7

ZR	Culture	Plante/m ²	épis/m ²	Grains/m ²	Grains/épi	PMG	RDT q/ha
ZR 1	blé	265,4	297,1	7502,8	25,2	44,9	33,7

Tableaux 21 : biomasse produite et suivi nutritionnel, ZR 1 sur LH7

épi 1 cm (prélèvement le 27 mars 2006)								
ZR	Culture	MS total (kg/ha)	% N Dumas	N abs (kg/ha)	INN	% P mesuré	P abs (kg/ha)	INP
1	blé	1223,5	2,63	32,2	0,60	0,28	3,4	0,87

floraison (prélèvement le 18 mai 2006)								
ZR	Culture	MS total (kg/ha)	% N Dumas	N abs (kg/ha)	INN	% P mesuré	P abs (kg/ha)	INP
1	blé	5690,2	1,29	73,4	0,52	0,24	13,7	1,03

Récolte (prélèvement le 4 juillet)										
ZR	Culture	MS paille (kg/ha)	MS grains (kg/ha)	MS total (kg/ha)	% N pailles	% N grains	N abs paille (kg/ha)	N abs grains (kg/ha)	N abs (kg/ha)	N abs total (kg/ha)
1	blé	4337,8	3024,8	7362,6	0,47	1,69	20,4	51,1	71,5	89,4
ZR	Culture	MS paille (kg/ha)	MS grains (kg/ha)	MS total (kg/ha)	% P pailles	% P grains	P absorbé paille (kg/ha)	P absorbé grains (kg/ha)	P abs (kg/ha)	P abs total (kg/ha)
1	blé	4337,8	3024,8	7362,6	0,11	0,36	4,8	10,9	15,7	19,6

N & P Abs total (absorption totale y compris racine) = (N ou P abs tige + grains) x 1,25

Cette année, le soja a bien levé, les densités levées sont élevées, supérieures à celles obtenues en moyenne. Le semis tardif sur un sol bien réchauffé a permis d'atteindre ce résultat. Par contre les sojas ont globalement souffert en début de cycle, ainsi les densités gousses et grains sont faibles. Par contre, le retour des précipitations d'août et septembre ont permis au soja de réaliser un bon remplissage des grains, ce qui leur permet d'atteindre un rendement satisfaisant.

9 Bilan de la campagne 2005-2006 en AB.

Tableau 11 : récapitulatif des résultats 2006

Parcelle	Cultures	Variétés	Rendement (q/ha)	% Protéines ou huile
LH1	BTH	Renan	31,0	10,9%
LH4	OH	Menhir	45,6	
LH6 A1	Féverole	Castel	19,3	
LH6 A2	Lentille	Anicia	8,6	
LH6 B	Tournesol	Salsa	18,4	53,6%
LH7	BTH	Renan	26,2	10,7%
LH8	Soja	Isidor	22,8	41,4%

Le froid long et important de l'hiver a pénalisé les cultures semées en automne qui ont connues des levées faibles et tardives. Les précipitations de mars (115 mm) ont entraîné du lessivage de l'azote qui fut amplifié par les faibles prélèvements des cultures à relier à leur retard et à leur faible densité. Ainsi les blés ont souffert tout au long de leur cycle. L'orge plus rustique et plus précoce (peut être aussi sur une parcelle plus chaude) a réussi à compenser son retard. Les féveroles quant à elles n'ont pas subit de stress lié à des températures trop chaudes et reste indemne de rouille. Cette année leur biomasse totale produite est faible, mais elle on réussi à garder un nombre de grain équivalent aux autres années qui leur permettent d'atteindre un rendement satisfaisant.

Les tournesols ont cette année reçue des précipitations sur la période de leur floraison, ce qui leur permet d'atteindre un rendement élevé pour le domaine. Enfin les sojas présentent des résultats moyens aussi bien pour leurs composantes que pour le rendement

Tableau 26 : composantes du rendement ZR 8 sur LH 8

ZR	Culture	Plantes/m ²	gousses/m ²	Grain/m ²	Grains/gousse	PMG norme	RDT norme
8	soja	40,7	546,3	1166,8	2,1	205,5	24,0

Tableau 27 : biomasse produite et suivi nutritionnel, ZR 8 sur LH8

Floraison (prélèvement le 10 juillet 2006)								
ZR	culture	MS total (kg/ha)	% N Dumas	N abs (kg/ha)	INN	% P mesuré	P abs (kg/ha)	INP
8	soja	1880,2	3,42	64,3	0,82	0,29	5,5	0,78

Récolte (prélèvement le 9 octobre 2006)										
ZR	culture	MS paille (kg/ha)	MS grains (kg/ha)	MS total (kg/ha)	%N pailles	% N grains	N abs paille (kg/ha)	N abs grains (kg/ha)	N abs (kg/ha)	N abs total (kg/ha)
8	soja	1821,7	2070,3	3892,0	0,73	6,56	13,3	135,8	149,1	186,4
ZR	culture	MS paille (kg/ha)	MS grains (kg/ha)	MS total (kg/ha)	%P pailles	%P grains	P abs paille (kg/ha)	P abs grains (kg/ha)	P abs (kg/ha)	P abs total (kg/ha)
8	soja	1821,7	2070,3	3892,0	0,04	0,47	2,2	9,7	11,9	14,9

Annexes

Annexe I : Liste du matériel agricole

Annexe II : Analyse physico-chimique sur sol sec, prélèvements de mars 2002

Annexe III : suivi azoté sur sol, prélèvement de l'automne 2002 au printemps 2005

Annexe IV : Planning des observations et mesures à réaliser sur les ZR

Annexe V : Suivi photo soja en végétation

Annexe I : matériel agricole disponible

Matériel de traction

JOHN DEERE 7810 semi basse pression	4 RM 175 ch
STEYR 9115 semi basse pression	4 RM 115 ch
RENAULT Temis	4 RM 100 ch
MF 30 80 sans jumelage	4 RM 90 ch
MF 30 80 avec jumelage	4 RM 90 ch
MF 30 70	4 RM 80 ch
MF 165	2 RM 65 ch
MF 37	2 RM 40 ch

Matériel pour travaux du sol et semis

charrue Grégoire Besson, trisocs non stop mécanique	charrue 3 socs
Charrue Goizin, Pentasocs non stop mécanique	charrue 5 socs
Cover-crop Razol 24 disques	pulvériseur
Cover-crop Quivogne 36 disques	pulvériseur
Rototiller RAU, 3 m	
Vibroculteur, 6 m dent souple + rouleau cage	vibroculteur
Cultivateur Kiverneland, 3,80 m dent souple	cultivateur
Herse rotative Lely, 4 m	
Chisel Ebra, 5 dents souple	
Delta, 5 dents rigide	décompacteur
Déchaumeur à ailettes Besson, 9 dents (largeur 60 cm) rigide non stop hydraulique	déchaumeur à socs
Cultipacker, 6,25 m	cultipacker
Cultipacker, 3 m	cultipacker
Cultipacker, 4,50 m	cultipacker
semoir vicon, pneumatique, 4 m	semoir à blé
Semoir monosem, 7 rangs	semoir monograine

Matériel pour interventions en végétation

Distributeur Lely, 400 kg	épandeur d'engrais
Distributeur Amazone, 12 m jet 802 12	distributeur d'engrais
Distributeur Lely, 1500 l	épandeur d'engrais
Pulvérisateur Caruelle, 9 m, 300 l	pulvérisateur
Pulvérisateur Berthoud, 12 m, 600 l	pulvérisateur
Pulvérisateur Berthoud, 12 m, 1000 l	pulvérisateur
Pulvérisateur Kuhn, 20 m, 1200 l	pulvérisateur
Herse étrille hazenblisher 12 m	herse étrille
Bineuse supercrop 7 rang soc en cœur	bineuse
Titan 3 m TSR 321 T MR/	broyeur
Giro-broyeur	
Moissonneuse	

outil combiné et semoir possible

Combiné HR + vibro + rouleau
Semis combiné, semoir céréales pneumatique
Semis combiné, semoir monograine
Semis au semoir céréales
semis au semoir monograine
semis à la volée à l'épandeur
semis à la volée au delimbe

Annexe 2 : analyses physico-chimique sur sol sec, mars 2002

NO	Z	HH	A	ZHHA	numana	ARG	LIF	LIG	SAF	SAG	PHE	CACO3	P2O5OLS	CECMET	K2OECH	COT	MO	NOT	CSN	P2O5THF	
1	1	12	02	Z1H12A02	97408	396	265	99	38	10	8,3	186	0,029	16,0	0,14	18,05	31,0	2,03	8,89	0,178	
3	1	34	02	Z1H34A02	97409	400	274	95	27	6	8,4	191	0,012		0,12	12,47	21,4	1,52	8,20		
7	2	12	02	Z2H12A02	97410	241	264	101	73	33	8,4	281	0,020	11,1	0,17	12,14	20,9	1,39	8,73	0,161	
9	2	34	02	Z2H34A02	97411	237	284	96	68	34	8,4	271	0,008		0,12	9,03	15,5	1,11	8,14		
13	3	12	02	Z3H12A02	97412	331	303	105	63	36	8,3	156	0,025	14,5	0,25	15,14	26,0	1,71	8,85	0,190	
15	3	34	02	Z3H34A02	97413	430	245	103	58	30	8,4	129	0,012		0,17	9,85	16,9	1,28	7,70		
17	4	12	02	Z4H12A02	97414	296	183	61	48	15	8,4	386	0,013	10,3	0,13	11,67	20,1	1,28	9,12	0,140	
19	4	34	02	Z4H34A02	97415	285	175	57	43	11	8,5	417	0,005		0,08	5,76	9,9	0,88	6,55		
21	5	12	02	Z5H12A02	97416	320	177	50	32	10	8,5	392	0,016	9,0	0,14	10,25	17,6	1,18	8,69	0,142	
23	5	34	02	Z5H34A02	97417	305	176	41	27	6	8,6	427	0,005		0,07	4,80	8,3	0,72	6,67		
25	6	12	02	Z6H12A02	97418	280	172	67	60	25	8,4	388	0,028	10,0	0,15	10,75	18,5	1,28	8,40	0,167	
27	6	34	02	Z6H34A02	97419	268	171	71	58	13	8,5	414	0,015		0,11	5,32	9,2	0,80	6,65		
29	7	12	02	Z7H12A02	97420	371	203	65	59	32	8,2	263	0,021	12,6	0,19	18,49	31,8	1,97	9,39	0,173	
31	7	34	02	Z7H34A02	97421	353	188	64	52	20	8,4	309	0,009		0,12	10,10	17,4	1,18	8,56		
34	8	12	02	Z8H12A02	97422	308	218	110	105	55	8,3	199	0,029	10,4	0,16	10,75	18,5	1,22	8,81	0,167	
36	8	34	02	Z8H34A02	97423	306	187	87	68	29	8,5	315	0,008		0,08	5,38	9,3	0,75	7,17		
40	9	12	02	Z9H12A02	97424	314	184	69	66	33	8,4	323	0,014	10,8	0,18	11,35	19,5	1,20	9,46	0,132	
42	9	34	02	Z9H34A02	97425	335	180	62	55	30	8,5	328	0,006		0,13	8,88	15,3	0,92	9,65		
46	10	12	02	Z10H12A02	97426	265	186	70	49	16	8,6	405	0,020	9,1	0,17	8,09	13,9	0,80	10,11	0,116	
48	10	34	02	Z10H34A02	97427	268	175	64	36	8	8,7	435	0,010		0,10	4,77	8,2	0,54	8,83		
50	11	12	02	Z11H12A02	97428	388	208	68	57	25	8,4	246	0,028	12,2	0,21	11,40	19,6	1,27	8,98	0,156	
52	11	34	02	Z11H34A02	97429	326	166	61	61	20	8,6	356	0,007		0,12	6,60	11,4	0,70	9,43		
54	12	12	02	Z12H12A02	97430	387	225	90	95	46	8,4	152	0,018	14,5	0,19	10,81	18,6	1,20	9,01	0,145	
56	12	34	02	Z12H34A02	97431	412	235	93	82	41	8,4	132	0,006		0,14	7,80	13,4	0,95	8,21		
						g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg		g/kg	g/kg	cmol/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg			g/100 g

Légende : NO = numéro des échantillons ; Z = numéro ZR ; HH = horizon (1 = 0-15 cm ; 2 = 15-30 cm ; 3 = 30-45 cm ; 4 = 45-60 cm) ; A = année ; ZHHA = code ZR+Hz+Année ; numana = numéro laboratoire INRA ; ARG = Argile ; LIF = limons fins ; LIG = limons grossiers ; SAF = sables fins ; SAG = sables grossiers ; PHE = pH eau ; CACO3 = carbonate de calcium total ; P2O5OLS = P₂O₅ (Olsen) ; CECMET = CEC (Metson) ; K2OECH = K₂O échangeable ; COT = carbone organique total ; MO = matière organique ; NOT = azote organique total ; CSN = C/N ; P2O5THF = Phosphore total extrait HF.

Annexe 3 : suivi N disponible

Date de prélèvement		nov-02			mars-03					
identification		N-NO3	N-NH4	Nmineral	N-NO3	N-NH4	Nmineral	N-NO3	N-NH4	Nmineral
		kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
ZR 1	H1	10,3	1,2	11,5	19,4	1,7	21,1			
	H2	7,3	1,3	8,7	11,2	2,2	13,3			
	H3	5,3	1,0	6,3	2,8	1,3	4,1			
	Somme 3 Hz	22,9	3,6	26,5	33,4	5,1	38,5			
ZR 2	H1	10,8	2,5	13,2	17,2	2,6	19,8			
	H2	9,3	1,6	10,9	14,6	2,4	17,0			
	H3	4,9	1,0	6,0	3,1	2,0	5,1			
	Somme 3 Hz	25,0	5,1	30,1	34,9	7,0	41,9			
ZR 3	H1	13,6	2,6	16,2	14,7	2,0	16,7			
	H2	6,0	2,8	8,8	4,7	2,5	7,2			
	H3	5,9	1,5	7,4	1,3	1,8	3,1			
	Somme 3 Hz	25,5	6,9	32,4	20,7	6,2	27,0			
ZR 4	H1	12,0	2,4	14,4	15,9	2,7	18,5			
	H2	7,4	1,2	8,6	6,3	1,8	8,1			
	H3	5,3	1,5	6,8	0,6	1,0	1,6			
	Somme 3 Hz	24,7	5,1	29,8	22,7	5,5	28,3			
ZR 5	H1	8,1	4,0	12,1	22,1	2,7	24,8			
	H2	6,0	1,6	7,6	8,3	1,6	9,9			
	H3	3,3	0,4	3,7	1,3	1,1	2,4			
	Somme 3 Hz	17,4	6,0	23,4	31,7	5,3	37,0			
ZR 6	H1	6,8	3,8	10,7	20,8	3,6	24,5			
	H2	5,7	2,2	7,9	16,5	3,0	19,4			
	H3	4,7	0,3	5,0	2,3	1,2	3,5			
	Somme 3 Hz	17,3	6,3	23,6	39,6	7,8	47,4			
ZR 7	H1	13,1	3,0	16,1	21,1	2,0	23,1			
	H2	9,5	3,7	13,2	16,2	3,4	19,6			
	H3	8,0	1,9	9,9	1,6	1,4	2,9			
	Somme 3 Hz	30,6	8,6	39,2	38,9	6,7	45,6			
ZR 8	H1	4,0	1,5	5,4	8,0	2,5	10,5			
	H2	2,6	1,5	4,2	6,7	2,1	8,8			
	H3	2,1	1,3	3,4	4,0	1,4	5,4			
	Somme 3 Hz	8,7	4,3	13,0	18,7	6,0	24,7			
ZR 9	H1	6,5	1,8	8,4	9,7	2,0	11,7			
	H2	5,8	1,9	7,8	8,1	2,8	10,9			
	H3	3,2	1,6	4,9	2,0	1,7	3,7			
	Somme 3 Hz	15,6	5,4	21,0	19,9	6,5	26,4			
ZR 10	H1	2,9	1,7	4,6	12,2	2,8	15,0			
	H2	1,9	1,1	3,0	8,5	1,5	9,9			
	H3	3,5	0,6	4,1	1,6	1,5	3,1			
	Somme 3 Hz	8,3	3,5	11,7	22,3	5,8	28,1			
ZR 11	H1	6,4	1,9	8,3	16,1	2,3	18,3			
	H2	2,5	1,9	4,4	11,0	2,6	13,6			
	H3	2,8	0,7	3,5	0,9	1,3	2,2			
	Somme 3 Hz	11,7	4,5	16,2	27,9	6,2	34,1			
ZR 12	H1	4,8	1,9	6,6	11,7	2,6	14,3			
	H2	1,5	1,6	3,2	13,0	2,7	15,7			
	H3	2,3	1,0	3,3	1,7	2,1	3,8			
	Somme 3 Hz	8,6	4,5	13,1	26,3	7,4	33,7			

Annexe 4 : planning des observations et mesures

Campagne expérimentale 2003-2004

Cultures	Date ou période ou stade	Zones concernées	Observation / mesures CREAB	Analyses / INRA	Remarques
Toutes	1 au 15 novembre	Toutes	Echantillon sol 3 Hz Puis ss échantillons émiétté ≈ 500g	NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺ et %H	Conservation -18°C
Céréales à pailles	Janvier	ZR 5, 7 et 9 blé ZR 1 orge	Densité avant HE		
Engrais vert (jachère) détruit à l'automne	Fin janvier	-	Echantillon de sol 3 Hz Puis ss échantillons émiétté ≈ 500g	NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺ et %H	Conservation -18°C
Engrais vert si destruction printemps	Mars : ap. mulchage et av. enfouissement (av. semis culture été)	-	Biomasse + Echantillon sol 3 Hz Puis ss échantillons émiétté ≈ 500g	NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺ et %H	Conservation -18°C
Féverole	Après la levée	ZR 2, 3, 4, 6	Densité levée		
Toutes	15 au 30 mars	Toutes	Echantillon sol 3 Hz Puis ss échantillons émiétté ≈ 500g	NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺ et %H	Conservation -18°C
Céréales à pailles	Epi 1 cm	ZR 5, 7 et 9 blé ZR 1 orge	Biomasse + date stade épi 1 cm + densité ap HE	N dumas et P tot	Plante entière
Céréales à paille et féverole	Floraison	ZR 5, 7 et 9 blé ZR 1 orge ZR 2, 3, 4, 6 féverole	Biomasse + date flo + notation maladie et M.H.	N dumas et P tot	Plante entière
TO et SO	Après la levée	ZR 10, 11 et 12 TO ZR 8 SO	Densité levée		
Céréales à paille et féverole	Avant récolte	ZR 5, 7 et 9 blé ZR 1 orge ZR 2, 3, 4, 6 féverole	Comptage épi ou gousses		
Céréales à paille et féverole	Récolte	ZR 5, 7 et 9 blé ZR 1 orge ZR 2, 3, 4, 6 féverole	Biomasse / botillon RDT & PMG % Prot. + <i>alvéo</i> ?	N dumas et P tot sur grains et pailles	Mesure indice récolte
Céréales à paille et féverole	Ap. récolte et av. déchaumage	5, 7 et 9 blé ZR 1 orge ZR 2, 3, 4, 6 féverole	Echantillon sol 3 Hz Puis ss échantillons émiétté ≈ 500g	NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺ et %H	Conservation -18°C
TO et SO	Floraison	ZR 10, 11 et 12 TO ZR 8 SO	Date floraison et biomasse, notation maladie et M.H.	N dumas et P tot	Plante entière
Engrais vert	Septembre : ap mulchage et av enfouissement	-	Echantillon de sol 3 Hz Puis ss échantillons émiétté ≈ 500g	NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺ et %H	Conservation -18°C
TO et SO	Av. récolte	ZR 10, 11 et 12 TO ZR 8 SO	Composante du rendement		
TO et SO	Récolte	ZR 10, 11 et 12 TO ZR 8 SO	Biomasse / botillon RDT & PMG Teneur en huile ou protéines	N dumas et P tot sur grains et pailles	Mesure indice récolte
TO et SO	Ap. récolte et av. déchaumage	ZR 10, 11 et 12 TO ZR 8 SO	Echantillon sol 3 Hz Puis ss échantillons émiétté ≈ 500g	NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺ et %H	Conservation -18°C