

SUIVI DES CULTURES
SUR LE DOMAINE EXPERIMENTAL
DE LA HOURRE
CAMPAGNE 2010-2011



Photo CREAB MP : vue d'ensemble de la Hourre

C.R.E.A.B. Midi-Pyrénées
LEGTA Auch-Beaulieu
32020 AUCH Cedex 09

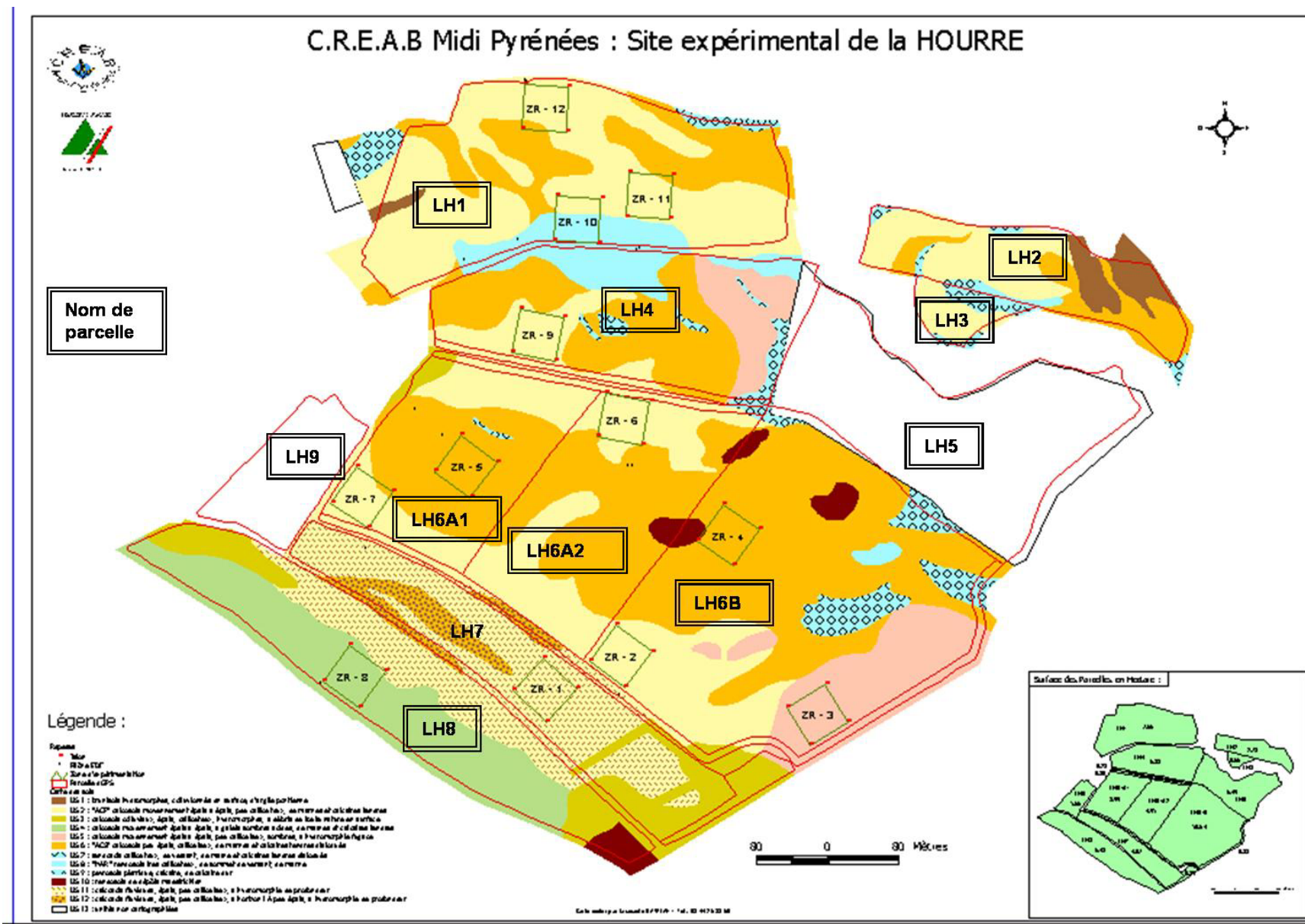
Loïc PRIEUR ou Laurent LAFFONT
Tél : 05.62.61.71.29 Fax : 05.62.61.71.10 ou
auch.creab@voila.fr

Action réalisée avec le concours financier :

Du Conseil Régional de Midi-Pyrénées, du compte d'affectation spéciale « Développement agricole et rural » géré par le Ministère de l'alimentation de l'agriculture et de la pêche¹ et de FranceAgriMer



¹ la responsabilité du ministère de l'alimentation de l'agriculture et de la pêche ne saurait être engagée



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 10 m 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-référencées (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 2002-2011

Parcelle	Surface (ha) ¹	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
LH1	7,56	Féverole	Orge + E.V.	Tournesol	Féverole	BTH + EV	Tournesol	Féverole	BTH	jachère TV	Tournesol
LH2	2,73	Pois chiche/Lentille	BTH + E.V.	Tournesol	Féverole	BTH + EV	Trèfle violet	BTH + EV	Tournesol	Féverole	BTH
LH3	0,55	Pois chiche/Lentille	BTH + E.V.	Tournesol	Féverole	BTH + EV	Trèfle violet	BTH + EV	Tournesol	Féverole	BTH
LH4	5,38	Tournesol + E.V.	Trèfle violet	BTH + E.V.	Féverole	Orge + EV	Tournesol + EV	Trèfle violet	BTH	Orge hiver + luzerne	Luzerne
LH6A1	3,99	Orge	Féverole	BTH + E.V.	Tournesol + E.V.	Féverole	BTH	Pois	Orge de printemps	Tournesol	Féverole
LH6A2	4,91	Trèfle violet	Orge	Féverole	Tournesol + E.V.	Lentille	BTH	Tournesol	Pois de printemps	BTH	sorgho
LH6B	10,64	BTH + E.V.	Tournesol	Féverole	BTH	Tournesol	Féverole	BTH + EV	Tournesol	½ pois ½ féverole	Orge d'hiver
LH7	4,07	BTH	Soja	Orge	Soja	BTH	Soja	BTH	Soja	BTH	Soja
LH8	5,43	Soja	BTH	Soja	BTH	Soja	BTH	<i>Soja</i>	BTH	Soja	BTH
LH9	1,55	<i>Luzerne</i>	<i>Luzerne</i>	<i>Luzerne</i>	<i>Luzerne</i>	<i>Luzerne</i>	<i>Colza</i>	<i>BTH</i>	Tournesol	BTH	Pois

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) ainsi que la féverole sont de type hiver.

SUIVI LA HOURRE 2010-2011

INTRODUCTION

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	5,83	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 avec une meilleure réserve hydrique permettent la culture du soja en sec.

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

Année climatique (Cf. graphes en annexe 2)

La climatologie de la campagne 2011 (de novembre 2010 à octobre 2011) fut bien particulière. Sur l'année la température moyenne journalière est de 13,8°C pour une moyenne sur 20 ans de 13,2°C. Toutefois l'hiver fut froid avec -1,66 °C de moins en décembre et -0,93 °C en janvier par rapport à la moyenne. Ensuite nous avons connu des excès thermiques importants au printemps surtout en avril et mai (respectivement +3,51°C et 2,39°C par rapport à la moyenne sur 20 ans). Juin et juillet furent plutôt frais et la chaleur est revenue en fin d'été et début d'automne (+2,63 °C en septembre).

Sur la même période les précipitations furent très déficitaires avec 471,6 mm reçu pour une moyenne sur 20 ans de 713,8 mm soit un déficit de 242,2 mm correspondant à presque 34% de précipitations manquantes. Après un début de campagne plutôt arrosé (196,3 mm en octobre et novembre 2010) les précipitations se sont raréfiées, nous avons reçus 228,5 mm de décembre à juin pour une moyenne de 408,3 mm. Les précipitations de juillet (92,3 mm) ont permis de sauver les cultures d'été avant le retour du sec d'août à octobre 2011.

L'année se découpe donc avec un hiver froid et humide, un printemps très chaud et très sec, un été mitigé, frais et humide en juillet et chaud et sec par la suite.

Pour les cultures, les précipitations abondantes de l'automne ont engendré des décalages de semis, ces derniers ont été réalisés à la mi décembre sur des sols gelés. Les cultures furent d'abord freinés par le froid puis ont vu leur développement s'accélérer au printemps tout en étant fortement limité en terme de biomasse du fait du stress hydrique. Les précipitations de fin mai ont permis de limiter les chutes de rendement. Pour les cultures d'été, les préparations ont pu être réalisé dans de bonnes conditions, mais le sec a fortement perturbé le taux de levée des cultures.

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

ZR	Culture	plantes/m ²	capitules/m ²	Grains/m ²	Grains/capitule	PMG à 15% (g)	RDT à 15% (q/ha)
ZR 10	Tournesol	5,9	5,9	2703,1	456,2	69,3	18,7
ZR 11	Tournesol	4,1	5,6	5704,4	1026,8	79,2	45,2
ZR 12	Tournesol	4,8	5,9	5874,9	991,4	81,2	47,7

Prélèvement floraison du 11 juillet 2011								
ZR	Culture	Variété	MS total (kg/ha)	% N Dumas	N abs (kg/ha)	INN	%P mesuré	P abs (kg/ha)
ZR 10	TO	ES BIBA	4501,6	2,981	134,2	2,4	0,3593	16,2
ZR 11	TO	ES BIBA	12963,9	2,3614	306,1	3,0	0,2932	38,0
ZR 12	TO	ES BIBA	16101,5	2,888	465,0	2,9	0,2991	48,2

Prélèvement récolte le 9 septembre 2011 - Tiges							
ZR	Culture	Variété	MS-P (kg/ha)	% N Dumas	N abs P (kg/ha)	%P mesuré	P abs P (kg/ha)
ZR 10	TO	ES BIBA	3639,3	0,94	34,15	0,07	2,70
ZR 11	TO	ES BIBA	7479,2	1,05	78,52	0,13	9,78
ZR 12	TO	ES BIBA	9970,8	1,25	124,25	0,09	8,75

Prélèvement récolte le 9 septembre 2011 - Grains								
ZR	Culture	Variété	MS-G (kg/ha)	% N Dumas	N abs G (kg/ha)	%P mesuré	P abs G (kg/ha)	% Huile
ZR 10	TO	ES BIBA	1757,8	2,94	51,68	0,5064	8,90	49,6
ZR 11	TO	ES BIBA	4205,9	3,24	136,15	0,4714	19,83	50,7
ZR 12	TO	ES BIBA	4380,7	3,17	139,08	0,55	24,10	49,6

INN : Formule utilisée pour calculer la teneur en azote optimum du tournesol (source, P. Debeake, INRA Toulouse).

Teneur en N critique : $4,53 \times MS^{-0,42}$ si $MS > 0,75 \text{ t}_{MS}/\text{ha}$; 5,1% sinon.

Parcelle LH1 : tournesol sur précédent trèfle violet

Interventions culturales

Les interventions réalisées sont présentées dans le tableau 4 ci-dessous :

Tableau 4 : itinéraire technique parcelle LH1

Date	Interventions	Outils	Remarques
06/07/2010	déchaumage	déchaumeur à ailette	Zone sans trèfle (ZR 12)
15/09/2010	labour	charrue	Quelques passages parallèles au chemin
30/11/2010	labour	charrue	reste de la parcelle
07/02/2011	reprise	cultivateur	
19/04/2011	reprise	déchaumeur à ailette	
29/04/2011	reprise	herse rotative	
29/04/2011	semis	semoir monograine	Variétés ES Biba, à 75 758 grains/ha, écartement 60 cm
17/06/2011	désherbage	bineuse	
12/09/2011	récolte	moissonneuse	Rendement = 15,5 q/ha

Sur cette parcelle, le précédent est une jachère de trèfle violet. Toutefois le trèfle violet ne s'est pas développé partout, une bande située au niveau de la ZR 12 fut détruite précocement (27 mai 2010) de part des levées déficitaires et la présence d'adventices. Sur les deux autres zones références la production de trèfle (coupes cumulées) fut de 4,2 t_{MS}/ha sur la ZR 10 et de 6,2 t_{MS}/ha sur la ZR 11. Le trèfle fut détruit par le labour. Le labour a débuté en septembre mais le sol était trop sec, il a donc été rapidement arrêté pour être réalisé les 30 novembre et 1^{er} décembre.

Trois reprises furent réalisées avant semis, une 1^{ère} au cultivateur, suivi par une autre réalisée au déchaumeur pour lutter contre les adventices et chardons, et une dernière juste avant le semis du tournesol.

Suivi en végétation 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).

Compte tenu des sols très secs, les levées furent lentes, irrégulières et présentent une perte élevée allant de 22% (ZR10) à 46% (ZR11) pour une moyenne de 35% de perte. Le nombre de capitule/m² se situe à une valeur inférieure à la moyenne (6,7 capitules/m²). En dehors de la ZR 10 très superficielle où les tournesols ont fortement soufferts du sec, le nombre de grains par capitule est important, supérieure à la moyenne (4 716 grains/m² en moyenne). Les précipitations de juillet ont permis aux tournesols de rester vert longtemps et ainsi la fertilité fut satisfaisante. Les conditions d'implantation ayant été favorable, les tournesols ont réalisé un remplissage des grains satisfaisant, le PMG est élevé avec des valeurs très supérieures à la moyenne (46,1 g). Ainsi les rendements manuels sont élevés à l'exception de la ZR 10.

A la floraison, la biomasse des cultures est faible sur la ZR 10 et élevée sur les deux autres zones, la moyenne réalisée depuis 2003 sur toutes les ZR est de 5 458 kg_{MS}/ha. On constate également que les teneurs en azote, et en phosphore dans les plantes sont bien supérieures à la moyenne, cette dernière étant de 1,92% pour l'azote et de 0,21% pour le phosphore. Pour l'azote les valeurs montrent que les tournesols ne sont pas carencés pour l'azote, l'INN pour les ZR 11 et 12 et même très élevé (de 1,9 à 2,1). Ainsi les quantités d'azote et de phosphore prélevées à la floraison sont très supérieures aux valeurs habituelles. Lors des prélèvements d'avril 2011 il y avait sur 90 cm de profondeur : 48 kg/ha d'azote minéral sur la ZR 10 ; 61 kg/ha sur la ZR 11 et 63 kg/ha sur la ZR12.

A la récolte, on continue d'observer des fortes biomasses produites pour les ZR 11 et 12. Les teneurs en azote et phosphore dans les tiges sont proches ou légèrement supérieures à la moyenne, ainsi les quantités totales absorbées sont bien supérieures à la moyenne. Dans les grains les teneurs en phosphore sont conformes à la moyenne, mais celles en azote restent supérieures, à nouveau les prélèvements azotés sont bien supérieurs à la moyenne.

Ainsi sur cette parcelle ont distingué la ZR 10 très superficielle sur laquelle les tournesols ont souffert du déficit hydrique ce qui a limité la biomasse produite, et les deux autres zones où le développement des tournesols fut important bien supérieur aux années précédentes. Les précipitations abondantes de juillet sans excès thermique furent très favorables à cette culture, qui fut implanté dans de bonnes conditions, ce qui permet au pivot d'explorer le sol en profondeur. Par contre les teneurs en huile sont conformes aux valeurs habituelles proche des 50% d'huile.

Sur cette parcelle il n'y a pas eu de désherbage à la herse étrille compte tenu des levées échelonnées et de la présence de tournesol à des stades très divers. Seul un binage fut réalisé, ce dernier a été efficace et grâce à son action et à la sécheresse la parcelle est restée propre. De même nous n'avons pas observé d'attaque de maladie susceptible d'affecter le rendement de la culture.

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

ZR	culture	date de prélèvement	MS total (kg/ha)	% N Dumas	N abs (kg/ha)	%P mesuré	P abs (kg/ha)	Etat
9	Luzerne + TV	09/05/2011	8336,0	1,5856	132,2	0,2	15,93	exporté
9	Luzerne + TV	01/06/2011	2302,9	2,8692	66,1	0,3	5,88	MS intermédiaire Floraison trèfle et luzerne
9	Luzerne + TV	02/08/2011	3902,8	2,2176	86,5	0,1	5,29	restitué (grenaison)

Parcelle LH 4 : luzerne sur précédent orge hiver + luzerne

Cette parcelle fut semé en luzerne (variété Kali) au printemps 2010 dans l'orge d'hiver, puis perdue en luzerne dans le but de lutter contre les chardons. Toutefois il reste encore de nombreux pieds de trèfle violet issus de la campagne 2008 où il avait grainé.

Interventions culturales

Tableau 7 : itinéraire technique LH 4

Date	interventions	Outils	Remarques
29/06/2010	Moisson	Récolte orge	Rendement 27,6 q/ha
12/05/2011	Fauche	Faucheuse	Foin exporté
02/08/2011	Broyage	Broyeur à marteaux	Restitué

Suivi en végétation ZR9

Sur cette parcelle deux coupes ont été réalisées : la 1^{ère} à la mi-mai qui a produit 8,3 t_{MS}/ha, cette coupe a été exportée. Les exportations furent de l'ordre de 132 kg d'azote/ha et de 16 kg/ha de phosphore. Une 2^{ème} coupe était prévue début juin, mais n'a pu être réalisée, toutefois un prélèvement fut réalisé. Enfin la parcelle fut broyée le 2 août, la totalité du broyat fut laissé sur place. A cette date la luzerne avait produit 3,9 t_{MS}/ha correspondant à un prélèvement aérien de 86 kg d'N/ha et de 5 kg/ha de phosphore. Si on somme les coupes on obtient une production de 12,2 t_{MS}/ha.

Sur luzerne fin avril, fut observé deux ravageurs : des négrils adultes ainsi que des apions (petit charançon noir). Ces ravageurs ont disparus après la coupe du 12 mai.



Négril adulte



Apion

Photos CREAB MP

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

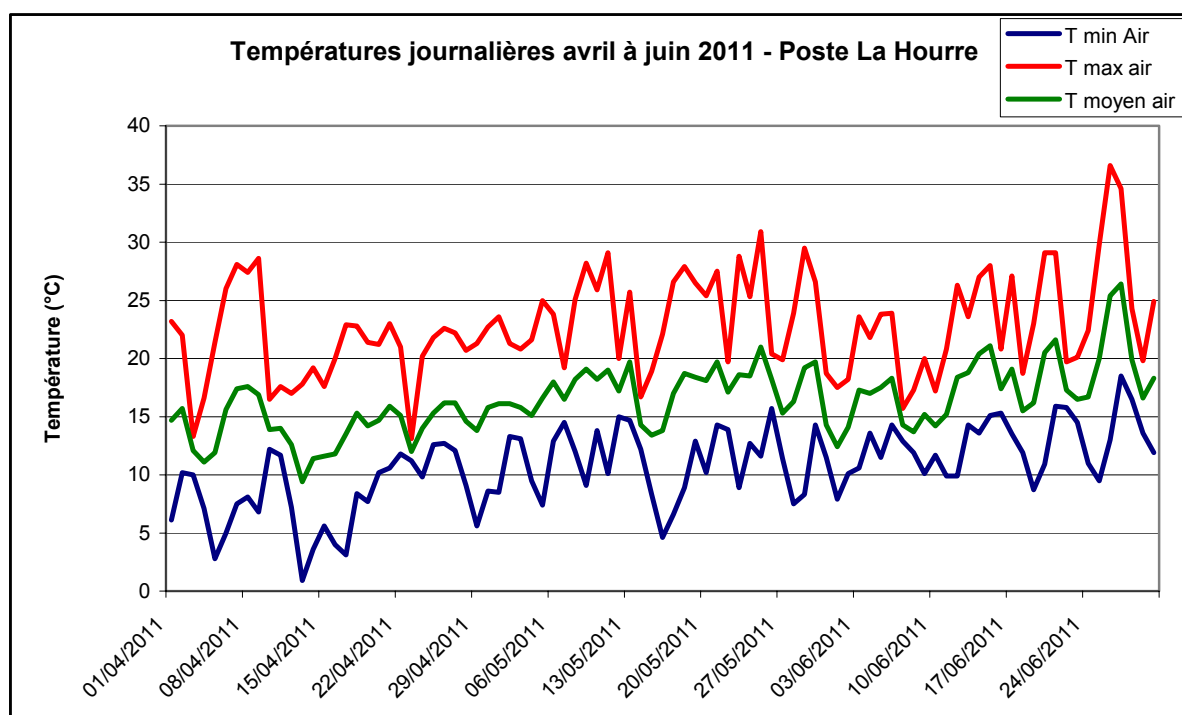
ZR	Culture	plantes/m ²	gousses/m ²	Grains/m ²	Grains/gousse	PMG à 15%	RDT à 15%
ZR 5	féverole	18,3	85,9	152,3	1,8	418,3	8,8
ZR 7		19,1	107,4	215,8	2,0	456,3	10,6

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

Floraison le 18 avril 2011							
ZR	culture	MS total (kg/ha)	% N Dumas	N abs (kg/ha)	INN	% P mesuré	P abs (kg/ha)
5	féverole	348,9	4,0825	14,2	0,8	0,3637	1,3
7	féverole	631,5	4,0817	25,8	0,8	0,4171	2,6

Récolte le 23 juin 2011									
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)
5	féverole	797,46	745,74	1543,2	1,77	3,82	14,09	28,52	42,61
7	féverole	985,68	1070,41	2056,09	1,67	3,86	16,44	41,29	57,73
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)
5	féverole	797,46	745,74	1543,2	0,17	0,50	1,38	3,70	5,08
7	féverole	985,68	1070,41	2056,09	0,14	0,52	1,40	5,53	6,93

Graphe n°1 : température à la Hourre, avril à juin 2011.



Parcelle LH6 A1 : féverole sur précédent tournesol

Interventions culturales

Les interventions culturales réalisées sont présentées dans le tableau 10 ci-dessous :

Tableau 10 : itinéraire technique LH 6 A1

Date	Interventions	Outils	Remarques
12/09/2010	Moisson	Moissonneuse	Rendement = 12,7 q/ha
30/09/2010	labour	charrue	
10/12/2010	reprise	herse rotative	Sur sol gelé
11/12/2010	semis	semoir monograine	Variété : Castel Densité : 27,7 grains/m ²
14/03/2011	désherbage	herse étrille	
21/03/2011	désherbage	herse étrille	
06/04/2011	désherbage	binage	
09/07/2011	récolte	moissonneuse	Rendement 8,5 q/ha

Sur cette parcelle, le labour fut réalisé fin septembre, puis aucune intervention ne fut réalisée avant la reprise à la herse rotative et le semis réalisé 11 décembre sur des sols gelés.

Suivi en végétation ZR 5 et 7

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

Les féveroles furent semées au semoir monograine à une densité de 25,6 graines/m² (semences fermières). Les levées furent longues, il fallut attendre la fin du mois de janvier pour atteindre la date de la levée. La densité levée est de l'ordre 18,7 plantes/m² soit une perte moyenne de 33%.

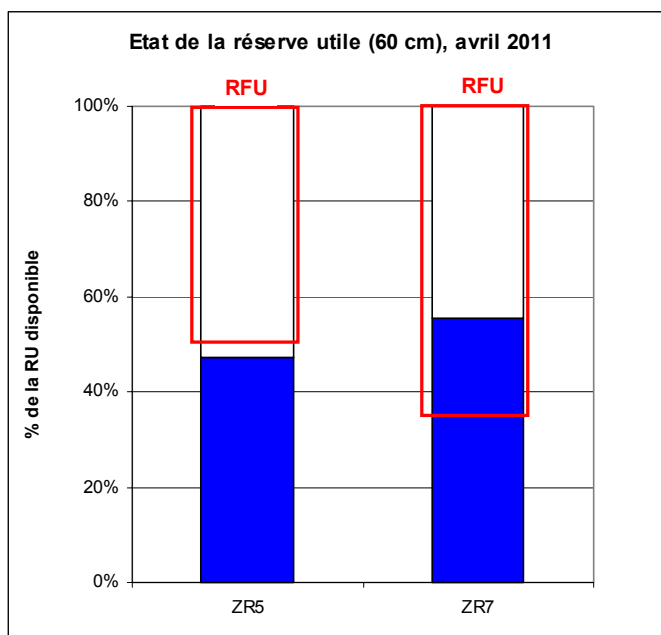
Pour cette campagne, les féveroles sont les cultures qui ont le plus souffert. Leur développement végétatif fut très limité, d'abord par le froid puis par le déficit hydrique. Ainsi au début de la floraison, la biomasse produite est de seulement 0,3 et 0,6 t_{MS}/ha pour les ZR 5 et 7 alors que la moyenne (toutes ZR confondues) est de 1,3 t_{MS}/ha. En cours de montaison les féveroles ont connues des coups de chaleur ainsi qu'une amplitude thermique importante (cf. graphe n°1) qui ont engendré un très fort taux d'avortement des fleurs et jeunes gousses, nous observons cette année de l'ordre de 100 gousses/m² alors que la moyenne est de 193. Ainsi cette année nous avons en moyenne sur la ZR5 de l'ordre de 4,7 gousses/plantes et de 5,6 gousses/plante pour la ZR7, la moyenne pluri annuelle étant de 8,5 gousses/plantes. Le déficit hydrique fut également pénalisant pour la fertilité gousse, en effet cette année nous obtenons de l'ordre de 2 grains/gousse alors que la moyenne approche les 3 grains/gousse de façon régulière. L'ensemble de ces composantes fait que la densité grains est très faible avec 152 grains/m² pour la ZR5 et 216 grains/m² pour la ZR7 (moyenne pluri annuelle = 538 grains/m²). Seule les précipitations de fin mai ont permis de limiter la chute de rendement en permettant un remplissage satisfaisant, lui-même aidé par le faible nombre de grains produit. Nous obtenons des PMG de 418 et 456 g pour une moyenne de 408g.

En ce qui concerne le déficit hydrique, à partir des prélèvements de sol réalisés le 11 avril 2011 nous pouvons connaître la quantité d'eau présente dans le sol pour la comparer à la valeur de la réserve utile (RU) où de la réserve facilement utilisable (RFU). Les prélèvements

furent réalisés le 11 avril une dizaine de jours après un cumul de 27,4 mm reçu entre le 26 et le 31 mars. A cette date les cultures étaient encore peu développées et se trouvaient donc avant la période de besoin en eau important, pourtant la réserve utile était déjà entamée et la RFU presque épuisée (cf graphe ci-contre).

A la récolte, les écarts à la moyenne pour les biomasses produites sont toujours très importants, les tiges ont produits moins d'une tonne de matière sèche par hectare pour une moyenne de 2,2 t_{MS}/ha. Pour les grains la production moyenne est de 2,3 t_{MS}/ha, cette année nous obtenons 0,8 et 1 t_{MS}/ha pour les ZR 5 et 7.

Comme énoncé plus tôt, les féveroles ont donc beaucoup souffert du déficit hydrique qui a limité leur développement et des coups de chaleurs qui ont engendré des avortements très importants. Ainsi les rendements réalisés en 2011 avec les féveroles sont faibles. Les teneurs en protéines sont de 23,9% pour la ZR5 et de 24,1% pour la ZR7 soit une moindre concentration que les autres années (27%). On peut ici suspecter un problème de translocation de l'azote des feuilles vers les graines suite aux grillures du feuillage.



La parcelle est restée bien propre, mise à part la présence de folle avoine en bordure. Les féveroles ont comme toujours subies de fortes attaques de sitones, observées dès le 8 février avec une forte activité pendant les chaleurs d'avril. En fin de cycle quelques pustules de rouille sont apparues.



Féverole présentant des pédoncules sans gousse liés aux avortements dus aux coups de chaleur, *photo CREAB MP*

Tableau 14 : composante du rendement ZR6 sur LH6 A2

ZR	Culture	Grains/m ²	PMG à 15%	RDT à 15%
ZR 6	sorgho	26807,5	28,4	76,1

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

Floraison le 27 juillet 2011							
ZR	culture	MS total (kg/ha)	% N Dumas	N abs (kg/ha)	INN	% P mesuré	P abs (kg/ha)
6	sorgho	6545,2	2,3144	151,5	1,23	0,282	18,5

Récolte le 4 octobre 2011									
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)
6	sorgho	5123,42	7176,73	12300,2	0,43	2,07	22,23	148,49	170,72
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)
6	sorgho	5123,42	7176,73	12300,2	0,04	0,33	2,23	23,68	25,91

Parcelle LH 6 A2 : sorgho sur précédent blé tendre + trèfle violet

Interventions culturales

Les interventions culturales réalisées sur la parcelle sont présentées dans le tableau 13 ci-dessous ;

Tableau 13 : itinéraire technique LH 6 A2

Dates	Interventions	Outils	Remarques
01/12/2010	Labour	charrue	
04/02/2011	Reprise	cultivateur	
20/04/2011	Reprise	déchaumeur à ailette	
03/05/2011	fertilisation	distributeur à engrais centrifuge	mélange os/fientes (7-4-2) 1150 kg/ha
03/05/2011	Reprise	herse rotative	Enfouissement engrais
04/05/2011	Semis	semoir monograine	303 030 grains/ha ; variété ES Alizé
17/06/2011	désherbage	binage	
17/10/2011	Récolte	moissonneuse	Rendement parcelle = 31,2 q/ha

Suivi en végétation ZR6

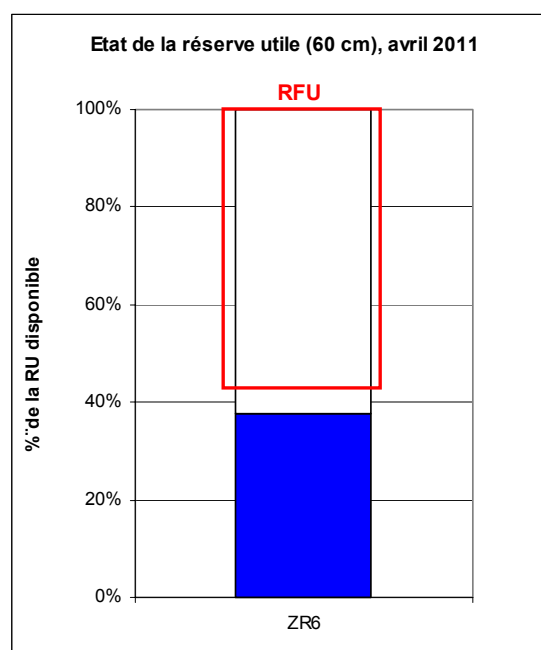
L'intégration d'une parcelle en sorgho biologique est une nouveauté sur le site, et permet l'intégration d'une culture d'été cultivé en sec, qui permettra d'allonger les rotations, car jusqu'à présent seul le tournesol était cultivé en sec comme culture d'été. C'est la 1^{ère} année d'acquisition de référence pour cette culture sur le domaine.

Le semis fut réalisé assez tôt mais sur des sols bien réchauffés (température du sol à -10 cm = 16°C), mais sec, l'état hydrique des sols montre qu'avant semis la RFU était déjà épuisée. Ainsi, les levées furent lentes, étalées et avec de nombreuses pertes. Les pertes furent dues à la fois aux conditions sèches (quelques graines ont germées puis ont séchées) mais également du fait de la présence de larve de taupin.

A la floraison, les sorghos avaient produits 6,5 t_{MS}/ha soit une valeur supérieure à la moyenne obtenue avec les tournesols (5,4 t_{MS}/ha). A ce stade ils avaient prélevés 151 kg/ha d'azote et 18,5 kg/ha de phosphore soit 50% de plus qu'un tournesol. Lors des prélèvements de sol d'avril 2011 il n'y avait pourtant que 28 kg/ha d'azote minéral sur 90 cm, toutefois les conditions climatiques ont probablement fortement ralenti la minéralisation du sol qui a pu se produire ultérieurement.

A la récolte la biomasse atteint les 5 t_{MS}/ha de tige et 7,2 t_{MS}/ha de grains, cette culture réalise donc une biomasse nettement plus conséquente qu'un tournesol. En terme de quantités d'éléments exportés, la quantité d'azote dans les grains fut de 148 kg/ha ce qui est le triple des exportations d'un tournesol. Pour le phosphore, les grains de sorgho ont exporté 24 kg/ha soit plus du double que les exportations d'un tournesol.

Sur la zone référence le rendement manuel du sorgho est de 76,1 q/ha, il est nettement plus faible sur l'ensemble de la parcelle avec 31,2 q/ha. Outre l'écart habituel entre rendement manuel et machine, la différence s'explique également par la position de la ZR6 située en versant Nord,



alors que la majorité de la parcelle présente un versant sud plus sensible au stress hydrique. De plus la zone en haut de coteau de cette parcelle est très superficielle, avec des potentialités faibles.

Comme pour les tournesols, les levées étalées n'ont pas permis un passage désherbage en plein (herse étrille). Les cultures furent binées une fois et sont ensuite restées plutôt propres. En dehors des larves de taupins en début de cycle, nous n'avons pas observé de ravageurs en végétation à l'exception de feuilles percées par la sésamie.

Parcelle LH 6B : orge d'hiver sur précédent féverole et pois

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

Interventions culturales

Les interventions culturales sont présentées dans le tableau 16 ci-dessous :

Tableau 16 : itinéraire technique LH6 B

Date	Interventions	Outils	Remarques
06/07/2010	déchaumage	déchaumeur à ailette	partie pois
29/07/2010	déchaumage	déchaumeur à ailette	partie féverole
23/09/2010	décompactage	décompacteur	Lutte chardon
22/10/2010	reprise	cultivateur	
06/11/2010	reprise	déchaumeur à ailette	
13/12/2010	semis	herse rotative + semoir	laverda 180 kg/ha + merle 150 kg/ha
11/03/2011	désherbage	herse étrille	
14/03/2011	fertilisation	distributeur centrifuge	mélange os/fientes (7-4-2) 520 kg/ha
22/03/2011	désherbage	herse étrille	
24/03/2011	semis	micro-granulateur	trèfle violet à 4 kg/ha
26/06/2011	récolte	moissonneuse	Rendement parcelle = 30,8 q/ha

Sur cette parcelle durant l'interculture le choix a été fait de réaliser le travail profond au décompacteur afin de lutter contre les chardons. Il n'y eu donc pas de labour. Comme pour les autres cultures d'hiver, le semis fut décalé de part les précipitations abondantes de novembre pour être réalisé mi-décembre sur sol gelé.

Suivi en végétation ZR2, 3 et 4 (tableaux 17 et 18)

Le semis fut réalisé avec des semences fermières de la variété Laverda (merle ne fut semé que sur une bande pour réaliser la semence de l'année suivante). La densité de semis est élevée avec 436 grains/m². La date de levée sur cette parcelle se situe aux alentours du 11 janvier, soit un mois après le semis. Les densités levées sont en moyenne de 257,4 plantes/m² ce qui correspond à une perte de 41% à la levée. Les conditions fraîches ont limité le développement des cultures et notamment le tallage qui ne fut que de 1,14. Toutefois il s'agit d'un calcul réalisé à partir des comptages épis, et cette année il y eu probablement de très nombreuses régressions de talles suite aux conditions très sèches. Ainsi nous obtenons en moyenne 295 épis/m².

Au stade épi 1 cm, apparu le 1^{er} avril, la biomasse produite sur les trois zones références (1,2 t_{MS}/ha) est au niveau de la moyenne pluri annuelle. On observe que les orges sont moins carencées que d'habitude, l'INN moyen est de 0,63 alors que la moyenne pluri annuelle est de 0,53.

A la floraison la biomasse produite est de 5 t_{MS}/ha ce qui reste supérieure à la moyenne (4,3 t_{MS}/ha). A nouveau à ce stade les orges sont un peu moins carencées qu'en moyenne, l'INN est de 0,52 pour une moyenne de 0,41. Les quantités d'azotes absorbées s'élèvent à 69 kg/ha pour une moyenne de 50 kg/ha. En décembre 2011 les quantités d'azote minéral présentes sur 90 cm étaient élevées avec respectivement : 85 kg d'N/ha, 101 kg d'N/ha et 82 kg d'N/ha pour les ZR 2, 3 et 4. Lors des prélèvements d'avril les quantités avaient fortement diminuées, il restait : 25 kg d'N/ha, 15 kg d'N/ha et 20 kg d'N/ha sur les ZR 2, 3 et 4.

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

ZR	Culture	plantes/m ²	épis/m ²	grains/m ²	grains/épi	PMG	RDT
ZR 2	orge	243,8	332,7	9716,4	29,2	48,4	43,9
ZR 3	orge	270,5	287,0	8442,4	29,4	44,5	35,1
ZR 4	orge	257,8	264,1	4832,6	18,3	48,8	22,0

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

épi 1 cm le 1 avril 2011								
ZR	culture	MS total (kg/ha)	% N Dumas	N abs (kg/ha)	INN	% P mesuré	P abs (kg/ha)	INP
2	orge	1194,2	2,9507	35,2	0,67	0,284	3,4	1,2
3	orge	1414,1	2,6225	37,1	0,60	0,3104	4,4	1,0
4	orge	1033,1	2,6836	27,7	0,61	0,2416	2,5	1,3

Floraison le 2 mai 2011								
ZR	culture	MS total (kg/ha)	% N Dumas	N abs (kg/ha)	INN	% P mesuré	P abs (kg/ha)	INP
2	orge	5973,5	1,3855	82,8	0,57	0,2173	13,0	1,1
3	orge	4548,6	1,4757	67,1	0,54	0,2621	11,9	0,9
4	orge	4650,2	1,2139	56,4	0,45	0,2125	9,9	1,1

Récolte le 14 juin 2011									
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)
2	orge	3096,27	4471,11	7567,38	0,50	1,76	15,62	78,87	94,49
3	orge	3393,22	3580,44	6973,66	0,43	1,70	14,67	61,02	75,69
4	orge	2315,44	2257,78	4573,22	0,54	1,83	12,55	41,28	53,83
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)
2	orge	3096,27	4471,11	7567,38	0,06	0,31	1,86	14,05	15,91
3	orge	3393,22	3580,44	6973,66	0,09	0,34	2,98	12,13	15,11
4	orge	2315,44	2257,78	4573,22	0,05	0,30	1,23	6,80	8,03

En ce qui concerne le déficit hydrique, les valeurs mesurées le 7 avril, sept jours après un cumul de 27 mm et alors que la culture commençait juste la montaison soit une période de besoin en eau important, montrent que sur les ZR 2 et 4 la RFU était déjà épuisée, sur la ZR 3 la disponibilité en eau était plus importante.

Pour ce qui est de la fertilité épi (nombre de grains/épis) les valeurs obtenues sont faibles (ZR2 et 3) à très faibles (ZR4) car il s'agit ici d'une variété d'escourgeon (orge à 6 rangs). Les excès thermiques ont probablement

eu un effet négatif sur la fertilité, effet amplifié sur la ZR4 où la disponibilité hydrique est moindre. La faiblesse de cette composante impacte fortement sur la densité grain qui reste assez faible pour un escourgeon. Comme pour les autres cultures d'hiver, les précipitations de fin mai ont permis de limiter la casse, le remplissage des grains fut important avec l'obtention de PMG élevés.

A la récolte les faibles développements végétatifs s'observent également au travers de l'indice de récolte ($IR = \text{poids des pailles} / \text{poids des grains}$). En règle générale pour l'orge nous obtenons un indice de récolte proche de 1, cette année il est de cette ordre de grandeur pour la ZR4 mais inférieure pour les deux autres c'est-à-dire que la production de paille fut limitée. Toutefois les biomasses mesurées sont assez proches de la moyenne qui est de 3,4 t_{MS}/ha pour les pailles et les grains. Par contre les orges furent moins carencées que les autres années, à la récolte les quantités totales d'azote absorbées sont supérieures à la moyenne qui est de 21,5 kg d'N/ha pour les pailles et de 52,9 kg d'N/ha pour les grains.

A noter que sur cette parcelle, suite à un problème de broyeur en sortie de moissonneuse, les pailles ont été exportées (77 boules de pailles réalisées, d'environ 200 kg/boule).

De part les forts gels de l'hiver, les argiles se sont souflées ce qui a permis une très bonne efficacité de la herse étrille, aussi bien pour son action d'arrachage que pour le recouvrement, ce qui a permis de conserver la parcelle propre.

Du trèfle violet fut semé sous couvert au microgranulateur le 24 mars, deux jours après le passage de la herse étrille. Les précipitations de la fin mars (26 mm) ont permis au trèfle de germer, mais le temps chaud et sec, amplifié par un vent d'Auran séchant a engendré de nombreux dessèchements du trèfle. Par la suite son développement fut très limité, le trèfle était au stade une feuille fin avril, et les observations réalisées fin août montraient des trèfles au stade 3 feuilles seulement avec de nombreuses zones sans trèfle. Compte tenu des conditions climatiques, le semis sous couvert ne fut pas une réussite cette année.

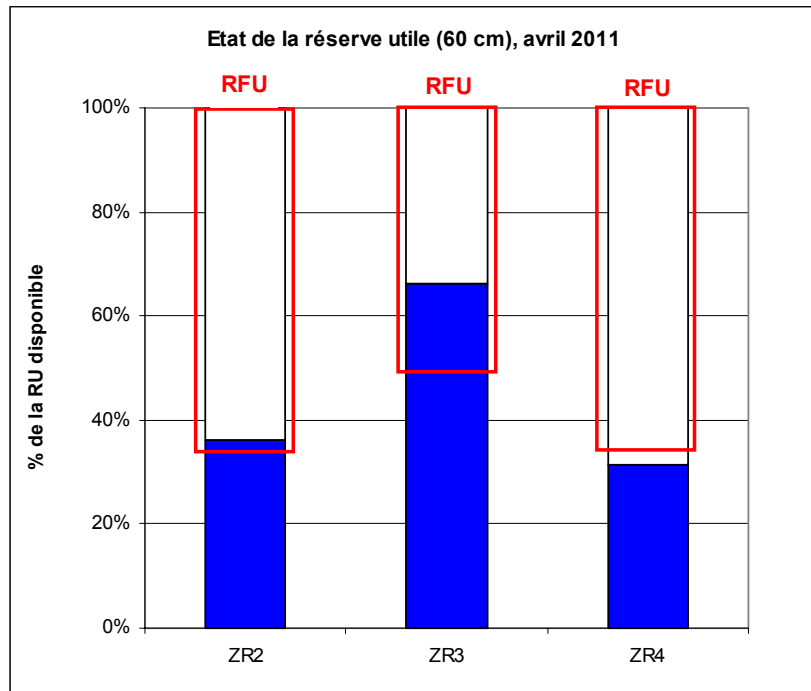


Tableau 20 : composantes du rendement ZR 1 sur LH7

ZR	Culture	plantes/m ²	gousses/m ²	grains/m ²	grains/gousse	PMG	RDT q/ha
ZR 1	soja	32,4	919,3	1520,1	1,7	208,3	31,7

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

floraison le 5 juillet 2011							
ZR	Culture	MS total (kg/ha)	% N Dumas	N abs (kg/ha)	INN	% P mesuré	P abs (kg/ha)
1	soja	1520,9	4,1353	62,9	0,93	0,3146	4,8

Récolte le 22 septembre 2011									
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)
1	soja	4600,32	2826,30	7426,62	0,73	7,71	33,70	217,90	251,6
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)
1	soja	4600,32	2826,30	7426,62	0,06	0,61	2,74	17,20	19,94

La teneur en protéine est de 48,2%

Parcelles LH 7 : soja sur précédent blé

Interventions culturales

Les interventions culturales sont présentées dans le tableau 19 ci-dessous :

Tableau 19 : itinéraire technique LH 7

Date	Interventions	Outils	Remarques
30/07/2010	déchaumage	déchaumeur à ailette	
02/09/2010	décompactage	décompacteur	Lutte chardons
11/10/2010	labour	charrue	
04/02/2011	reprise	cultivateur	
19/04/2011	reprise	déchaumeur à ailette	
03/05/2011	reprise	herse rotative	
03/05/2011	amendement	distributeur d'engrais centrifuge	Patenkali 150 kg/ha
03/05/2011	semis	semoir monograine	Variété Shama à 555 555 grains/ha + inoculum à ½ dose
17/06/2011	désherbage	binage	
07/07/2011	désherbage	binage	
05/10/2011	récolte	moissonneuse	Rendement parcelle = 18,2 q/ha

Sur cette parcelle avec une interculture longue, il y eu un passage de décompacteur pour lutter contre les chardons, puis un labour réalisé avant l'hiver pour lutter contre les adventices annuelles. Depuis plusieurs années sur cette parcelle, le soja montre des symptômes de carence en potassium : les feuilles jaunissent surtout sur le bord, les bords se recroquevillent et en fin de cycle la maturité est perturbée (les feuilles du bas restent vertes) et retardée. Pour tenter de lutter contre ce problème nous avons apporté avant semis 150 kg/ha de Patenkali ce qui correspond à 45 unités de K_2O . En végétation les symptômes furent toujours présents mais de façon moins marqués. Compte tenu de l'état hydrique très sec des sols lors de l'enfouissement du produit et du semis l'effet de cet amendement fut peut être limité par le sec.

Suivi en végétation ZR1

Malgré un semis sur sol bien réchauffé ($16,2^{\circ}C$ à -10 cm), le sec a perturbé les levées, ces dernières ont eue lieu en deux fois, alors que sur la ZR1 la réserve utile était peu diminuée. Le 13 mai environ 70 % des graines avaient levées. Une partie des graines non levées ont « pourries » dans le sol (coloration brune orangée) l'autre partie a levée après les pluies du 30 mai.

La densité levée est de 32,4 plantes/m² ce qui correspond à une perte de 42%, ce qui est plus élevée que la moyenne. Par contre et peut être du fait de conditions climatiques favorables (92 mm de précipitations en juillet) le nombre de gousses par plante est cette année important avec 28,4 gousses/plantes alors que la moyenne pluri annuelle est de 20,8 gousses/plante. Par contre le nombre de grains/gousse est un peu inférieur à la moyenne (2,0 grains/gousses) cette année. La densité grain reste donc en 2011 à un niveau au dessus de la moyenne.

En début floraison les sojas avaient produit 1,5 t_{MS}/ha ce qui reste inférieure à la moyenne, mais le prélèvement fut réalisé plus tôt que d'habitude.

A la récolte la biomasse produite est supérieure à la moyenne pluriannuelle avec 7,4 t_{MS}/ha pour une moyenne de 5,1 t_{MS}/ha. Toutefois c'est la production de tige qui a été favorisée cette année, l'indice de récolte (poids des tiges/poids des grains) est cette année de 1,6 alors qu'en moyenne il n'est que de 1,1.

La teneur en protéine est très élevée, elle est de 48,2% sur la ZR1 et de 43,8% sur l'ensemble de la parcelle. Cette année fut assez favorable au soja, aussi bien en terme de rendement que de teneur en protéine dans les grains. Par contre la parcelle a connu un salissement assez important sur le rang composé (par ordre d'importance) : chénopode blanc, d'amarante hybride, renouées persicaires et feuilles de patience, panics et quelques morelles et mercuriales.

Tableau 23 : composantes du rendement ZR 8 sur LH 8

ZR	Culture	Plantes/m ²	épis/m ²	Grains/m ²	Grains/épi	PMG norme	RDT norme	% de protéine
8	BTH	289,5	250,2	4936,9	19,7	45	22,2	10,8%

Tableau 24 : biomasse produite et suivi nutritionnel, ZR 8 sur LH8

épi 1 cm le 6 avril 2011							
ZR	culture	MS total (kg/ha)	% N Dumas	N abs (kg/ha)	INN	% P mesuré	P abs (kg/ha)
8	BTH	794,9	2,8012	22,3	0,64	0,2875	2,3

Floraison le 16 mai 2011							
ZR	culture	MS total (kg/ha)	% N Dumas	N abs (kg/ha)	INN	% P mesuré	P abs (kg/ha)
8	BTH	3536,5	0,8545	30,2	0,28	0,1604	5,7

Récolte le 28 juin 2011									
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)
8	BTH	2067,30	2111,75	4179,05	0,36	1,90	7,40	40,08	47,48
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)
8	BTH	2067,30	2111,75	4179,05	0,06	0,34	1,18	7,20	8,38

Parcelles LH 8 : blé précédent soja

Interventions culturales

Les interventions culturales sont présentées dans le tableau 22 ci-dessous :

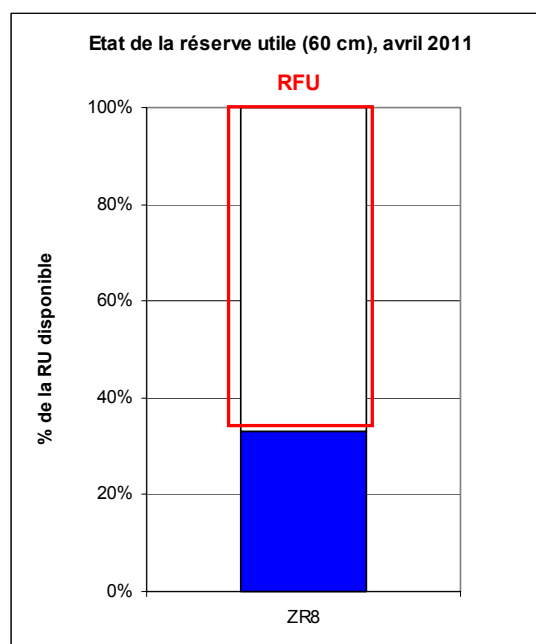
Tableau 22 : itinéraire technique LH 8

Date	Interventions	Outils	Remarques
02/10/2010	Moisson	Moissonneuse	Récolte soja
11/10/2010	labour	charrue	
11/12/2010	semis	herse rotative + semoir	Variété Renan fermière semée 206 kg/ha
15/03/2011	fertilisation	distributeur d'engrais centrifuge	os/fiente (7-4-2) 1400 kg/ha
15/03/2011	désherbage	herse étrille	
22/03/2011	désherbage	herse étrille	
06/04/2011	désherbage	herse étrille	
08/07/2011	récolte	moissonneuse	Rendement parcelle = 20,8 q/ha à 11,8% de protéine

Sur cette parcelle à interculture courte, le labour est pratiqué à la fois pour gérer le salissement, mais également pour enfouir les tiges de soja qui peuvent gêner le semis et le 1^{er} passage de herse étrille.

Suivi en végétation ZR8

Le semis fut comme pour les autres cultures d'hiver réalisé en combiné sur sol gelé. La densité de semis fut élevée (semences fermières), elle correspond à 471 grains/m². Les blés ont mis un mois à atteindre le stade de la levée. Les pertes à la levée furent assez importantes avec 39%. De plus de part la rigueur de l'hiver et la sécheresse printanière les blés ont peu tallés et/ou on présenté de nombreuses régressions de talles, en effet la densité épi et inférieure à la densité plante. La composante de nombre de grains par épis fut également fortement affectée par le déficit hydrique et les excès thermique nous n'obtenons que 19,7 grains/épis. Ainsi la densité grains est faible avec 4 937 grains/m². Comme pour les autres cultures les pluies de fin mai ont permis un remplissage satisfaisant en terme de PMG, mais la teneur en protéine ne suit pas avec seulement 10,8% de protéine (elle fut supérieure sur l'ensemble de la parcelle avec 11,8%).



Au stade épi 1 cm apparu tardivement le 6 avril, la biomasse était de 0,8 t_{MS}/ha pour une moyenne pluriannuelle de 1,2 t_{MS}/ha. A nouveau les blés ont soufferts de stress hydrique, au stade épi 1 cm avant les forts besoins en eau de la culture la RFU était déjà épuisée. Les quantités d'azote absorbées sont moindres que d'habitude, mais à ce stade le blé est moins carencé (INN de 0,64 pour 0,58 de moyenne). En décembre il y avait 67,5 kg d'azote minéral/ha sur 90 cm de sol, et 23 kg/ha en avril.

A la floraison la biomasse produite représente 60% seulement des valeurs habituelles, avec un INN extrêmement faible. Les conditions climatiques ont probablement fortement limité la minéralisation de l'humus et des fertilisants (sur l'essai fertilisation mis en place sur la même

parcelle, le CAU mesuré de l'engrais fut de seulement 7,7%, soit un prélèvement de 7,5 kg/ha d'azote par le blé pour un apport de 98 kg/ha). A la récolte la biomasse totale reste faible 4,2 t_{MS}/ha pour une moyenne de 7,8 t_{MS}/ha. On observe également l'effet des conditions climatiques sur le développement des blés au travers de l'indice de récolte qui est cette année de 0,98 pour une moyenne de 1,4 (les blés ont produit moins de paille que d'habitude). Les quantités totales d'azote et de phosphore absorbées restent également faibles.

Du point de vue de l'état hydrique des sols, le 8 avril reste de disponible pour les cultures 33% de la RU et 50% de la RFU.

Sur cette parcelle le salissement a été bien contenu, les nombreuses périodes de gel ont rendus les sols soufflés ce qui a permis à la fois un bon arrachage et un bon recouvrement des adventices. Les maladies sont restées très discrètes, par contre nous avons pu observer de pucerons sur feuille et sur épi, ainsi que des larves de Léma sur feuille.

Bilan de la campagne 2010-2011 en AB.

Tableau 23 : récapitulatif des résultats 2011 sur les parcelles

Parcelle	Cultures	Variétés	Précédent	Rendement aux normes	% Protéines ou huile
LH1	Tournesol	ES Biba	<i>Trèfle violet</i>	15,5 q/ha	50,0 %
LH4	Luzerne		<i>OH + luzerne</i>	12,2 t _{MS} /ha	
LH6 A1	Féverole	Castel	<i>Tournesol</i>	8,5 q/ha	24,0 %
LH6 A2	Sorgho	ES Alizé	<i>BTH + trèfle violet</i>	31,2 q/ha	
LH6 B	Orge	Laverda	<i>Féverole / pois</i>	30,8 q/ha	
LH7	Soja	Shama	<i>BTH</i>	18,2 q/ha	43,8 %
LH8	BTH	Renan	<i>Soja</i>	20,8 q/ha	11,8 %

L'année fut difficile à plus d'un titre, notamment pour les cultures d'hiver. Après des semis réalisés tardivement à la mi-décembre sur des sols gelés, le froid a perduré jusqu'à la fin du mois de janvier, puis le climat s'est très vite réchauffer, avec de fortes amplitudes thermiques. Les cultures se sont donc implantées lentement pour accélérer rapidement leur développement au printemps, sans avoir pu taller pour les céréales à paille. Les forts déficits hydriques mesurés avant la montaison des cultures expliquent les rendements limités et la faible proportion de paille ou tige produite (indice de récolte plus faible que d'habitude). Ces conditions climatiques furent également défavorable à la minéralisation des fertilisants et de la matière organique ce qui explique aussi les fortes carences en azote et les faibles rendements. Les féveroles sensibles aux excès thermiques ont particulièrement souffert du fait d'un taux d'avortement important. Seul le remplissage des grains fut satisfaisant pour les cultures d'hiver et a permis de limiter la chute de rendement.

Pour les cultures d'été se fut le début de cycle qui fut difficile, les sols secs en surface ont engendrés des pertes à la levée importantes. Par contre les précipitations de juillet ont été assez favorables à ces cultures qui présentent des rendements satisfaisants. On notera également les records obtenus cette année pour les teneurs en protéines des sojas qui dépassent largement les 42%.

Annexes

Annexe 1 : Liste du matériel agricole

Annexe 2 : graphes année climatique

**Annexe 3 : suivi azoté sur sol, prélèvements de
2010-2011**

**Annexe 4 : Analyse physico-chimique sur sol sec,
prélèvements de mars 2002**

Annexe 5 : Moyenne MS et N absorbé

**Annexe 6 : Planning des observations et mesures à
réaliser sur les ZR**

Annexe 1 : 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	pulvérisateur
Cover-crop Quivogne 36 disques	pulvérisateur
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 hydrolique	déchaumeur à socs
Cultipacker, 6,25 m	cultipacker
Cultipacker, 3 m	cultipacker
Cultipacker, 4,50 m	cultipacker
semoir vicon, pneumatique, 4 m à socs	semoir à blé
semoir khun, pneumatique 4 m à disques	semoir à blé
Semoir monosem, 7 rangs	semoir monograine

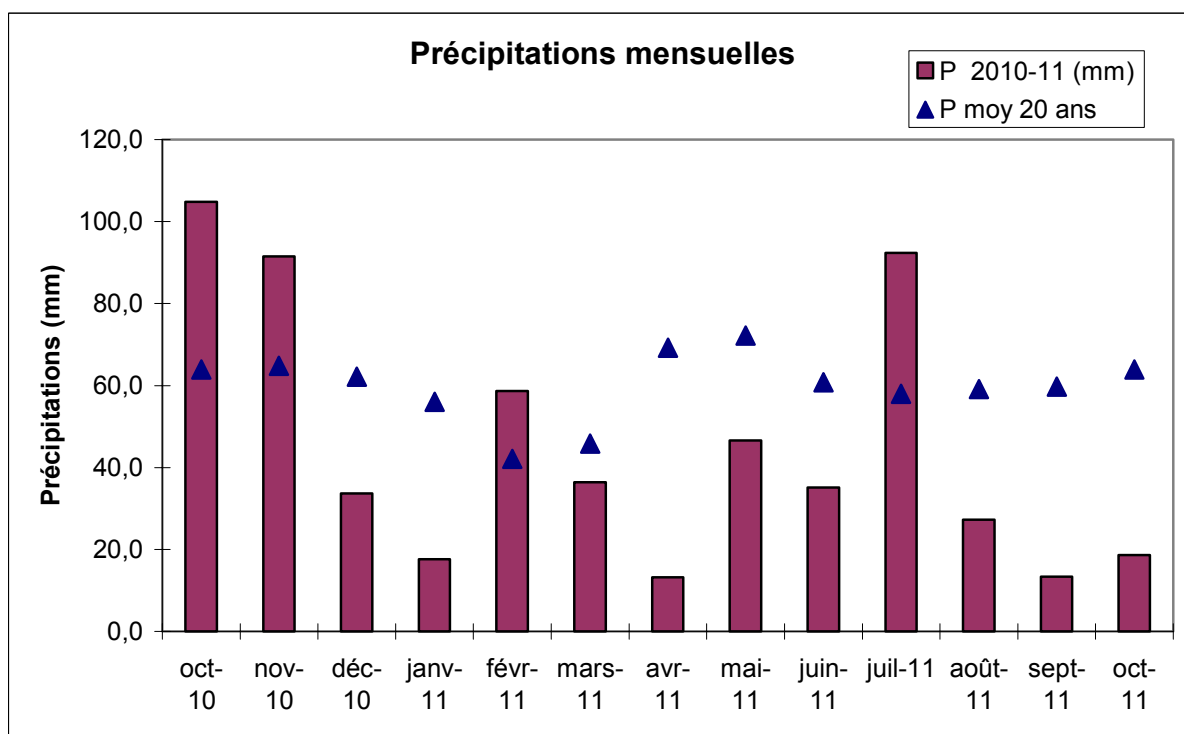
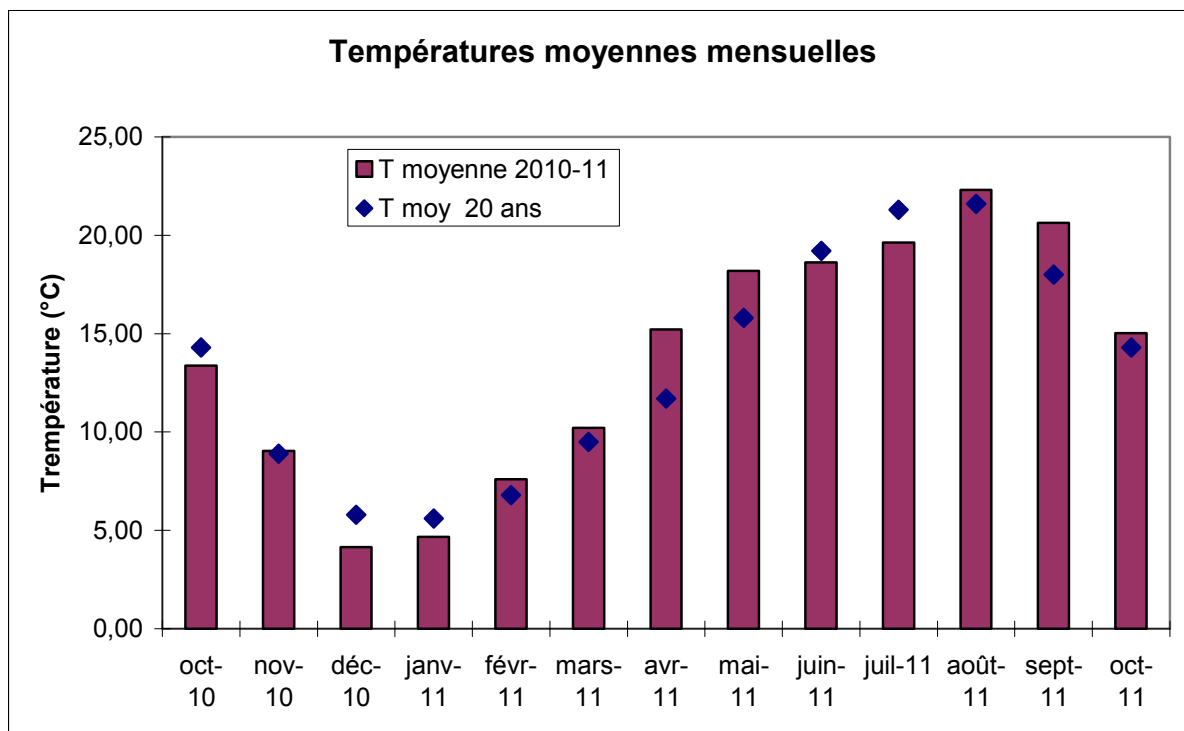
Matériel pour interventions en végétation

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

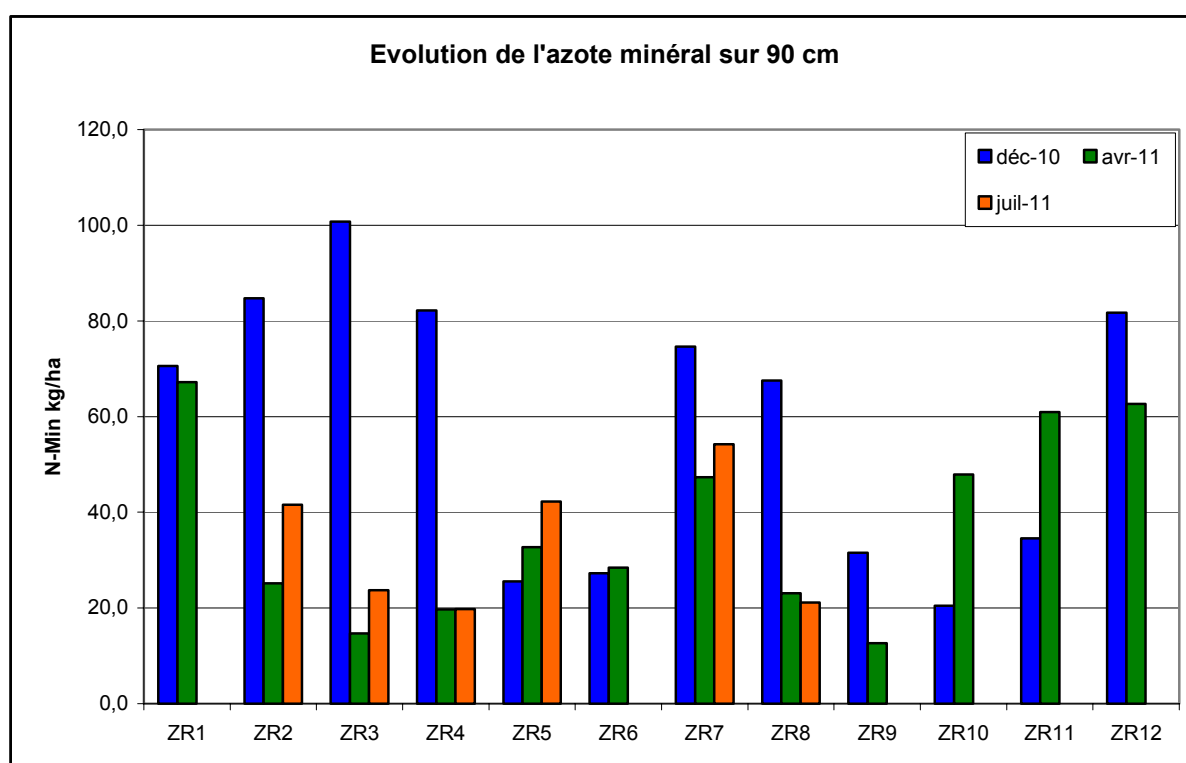
Annexe 2 : Graphes année climatique



Annexe 3 : Suivi Azote minéral du sol 2010-2011

0-90 cm	déc-10	avr-11	juil-11
ZR1	70,6	67,2	En culture
ZR2	84,7	25,1	41,6
ZR3	100,7	14,7	23,7
ZR4	82,2	19,7	19,7
ZR5	25,5	32,7	42,3
ZR6	27,2	28,4	En culture
ZR7	74,6	47,3	54,3
ZR8	67,5	23,1	21,1
ZR9	31,6	12,7	En culture
ZR10	20,5	47,9	En culture
ZR11	34,6	61,0	En culture
ZR12	81,7	62,6	En culture

Azote minéral (N-NO₃ et N-NH₄) en kg/ha sur 90 cm



Annexe 4 : analyses physico-chimique sur sol sec, mars 2002

NO	Z	HH	A	ZHHA	numana	ARG	LIF	LIG	SAF	SAG	PHE	CAC03	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 ; CAC03 = 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 5 : Moyenne par culture biomasse, azote et phosphore absorbé

BTH EPI 1 cm							
année	semis	MS tot	N mesuré	INN	N abs PA	P mesuré	P abs PA
		kg/ha	%		kg/ha	%	kg/ha
Moy 2002	21-nov.	1132,0	3,8	0,9	42,7		
Moy 2003	20-nov.	922,6	1,6	0,4	14,9	0,2	1,8
Moy 2004	5-nov.	1198,2	3,2	0,7	38,9	0,3	3,5
Moy 2005	19-nov.	1296,8	3,2	0,7	42,3	0,3	3,9
Moy 2006	4-nov.	1096,0	2,5	0,6	27,5	0,2	2,6
Moy 2007	9-nov.	1815,6	2,7	0,7	47,7	0,3	4,6
Moy 2008	20-nov.	992,2	3,0	0,7	29,3	0,3	2,6
Moy 2009	16-févr.	542,7	2,2	0,5	11,9	0,4	1,9
Moy 2010	23-nov.	1263,1	2,9	0,6	36,1	0,3	3,5
Moy GEN		1157,0	2,9	0,7	33,8	0,3	3,2

BTH FLORAISON					
MS tot	N mesuré	INN	N abs PA	P mesuré	P abs PA
kg/ha	%		kg/ha	%	kg/ha
9365,6	1,2	0,6	109,1		
2724,8	1,0	0,3	27,5	0,2	5,2
9587,1	1,0	0,5	97,8	0,2	14,7
7634,6	1,4	0,6	110,8	0,2	13,9
5526,1	1,3	0,5	70,8	0,2	10,8
7753,4	1,2	0,6	97,8	0,2	15,1
7303,0	1,2	0,5	88,0	0,2	15,1
2972,0	1,3	0,4	38,5	0,3	9,5
6807,5	1,0	0,4	66,1	0,2	10,7
6766,3	1,2	0,5	82,1	0,2	12,4

BTH RECOLTE																
année	MS paille	MS grains	MS tot	N paille	N grain	N abs paille	N abs grain	N abs PA	N tot abs	P paille	P grain	P abs paille	P abs grain	P abs PA	P abs Tot	IR
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	%	%	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	%	%	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	
Moy 2002	6462,9	6427,0	12897,9	0,8	2,0	56,1	129,2	185,2	231,6							1,0
Moy 2003	2838,5	2279,5	5118,0	0,8	1,9	22,4	42,2	64,6	80,7	0,1	0,4	3,7	9,1	12,8	16,0	1,2
Moy 2004	7007,0	5091,2	12098,2	0,5	1,8	35,0	92,0	127,0	158,8	0,1	0,3	4,4	17,5	21,9	27,4	1,4
Moy 2005	7439,2	5060,0	12499,2	0,6	2,0	42,7	101,7	144,4	180,5	0,0	0,3	3,4	16,5	19,9	24,9	1,5
Moy 2006	4728,6	3363,2	8091,8	0,4	1,7	19,6	59,8	79,4	99,2	0,1	0,3	2,8	11,2	14,0	17,5	1,5
Moy 2007	7125,1	3888,0	11013,1	0,6	2,1	43,8	83,0	126,9	158,6	0,1	0,4	7,6	15,6	23,2	28,9	1,8
Moy 2008	6003,3	4526,6	10529,9	0,5	1,8	27,5	82,6	110,1	137,6	0,1	0,3	4,2	13,8	18,0	22,5	1,3
Moy 2009	1679,2	1338,7	3017,9	0,5	1,8	35,1	89,1	124,2	155,3	0,2	0,4	4,0	9,2	13,2	16,5	1,2
Moy 2010	4957,0	3885,1	8842,1	0,4	1,8	17,9	69,1	87,0	108,8	0,1	0,4	3,2	14,8	17,9	22,4	1,3
Moy GEN	5473,1	4096,0	9570,4	0,6	1,9	36,3	89,5	125,8	157,2	0,1	0,4	4,3	13,5	17,8	22,2	1,4

MS = matière sèche ; tot = totale, N abs PA = azote absorbée dans les parties aériennes (grains+tige) ; N abs Tot = N abs PA x 1,25 (estimation avec biomasse des racines) ; IR = indice de récolte (MS paille / MS grains)

Orge hiver EPI 1 cm						
année	MS tot	N mesuré	INN	N abs PA	P mesuré	P abs PA
	kg/ha	%		kg/ha	%	kg/ha
Moy 2002	1350,3	2,3	0,5	30,6		
Moy 2003	840,3	1,9	0,4	15,8	0,26	2,2
Moy 2004	1864,6	2,7	0,7	51,1	0,27	5,0
Moy 2006	1696,4	2,80	0,66	47,5	0,26	4,4
Moy 2009	927,9	2,5	0,6	21,4	0,2	1,8
Moy 2010	1353,7	2,6	0,6	35,3	0,3	4,2
Moy GEN	1166,6	2,3	0,5	27,4	0,3	2,9

Orge hiver FLORAISON						
MS tot	N mesuré	N opt	INN	N abs PA	P mesuré	P abs PA
kg/ha	%	%		kg/ha	%	kg/ha
5631,8	0,95	2,53	0,38	53,1		
3357,9	1,17	3,20	0,38	40,5	0,26	8,8
6097,7	1,16	2,41	0,48	70,7	0,18	11,0
4772,0	1,64	2,69	0,61	78,3	0,25	11,9
3839,8	1,1	3,0	0,4	40,8	0,3	9,6
3968,3	1,2	2,9	0,4	49,2	0,3	10,3
4292,0	1,2	2,9	0,4	49,8	0,2	9,7

Orge hiver RECOLTE															
année	MS paille	MS grains	MS Tot	N paille	N grain	N abs paille	N abs grain	N abs PA	N abs Tot	P paille	P grain	P abs paille	P abs grain	P abs PA	P abs tot
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	%	%	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	%	%	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha
2002	2412,7	2997,8	5410,5	0,42	1,54	10,1	46,2	56,3	70,4						
2002	3631,1	4318,5	7949,6	0,55	1,56	20,0	67,4	87,3	109,2						
2003	1921,5	2569,8	4491,3	0,53	1,40	10,2	36,0	46,2	57,7	0,22	0,38	4,2	9,8	14,0	17,5
2003	2701,0	3303,5	6004,5	0,69	1,40	18,6	46,2	64,9	81,1	0,24	0,40	6,5	13,2	19,7	24,6
2003	3326,1	3727,4	7053,5	0,87	1,54	28,9	57,4	86,3	107,9	0,13	0,37	4,3	13,8	18,1	22,6
2003	3599,7	3398,2	6997,9	1,02	1,60	36,7	54,4	91,1	113,9	0,27	0,41	9,7	13,9	23,7	29,6
2004	4840,6	3361,4	8202,0	0,50	1,41	24,2	47,2	71,4	89,3	0,16	0,38	7,7	12,8	20,5	25,6
2006	5510,8	4745,4	10256,2	0,60	1,70	33,1	80,7	113,7	142,2	0,04	0,30	2,2	14,2	16,4	20,6
2009	3008,1	2440,6	5448,7	0,72	1,56	21,7	38,1	59,7	74,7	0,1	0,37	3,0	9,0	12,0	15,0
2009	4075,4	3339,7	7415,1	0,55	1,75	22,4	58,4	80,9	101,1	0,37	0,39	15,1	13,0	28,1	35,1
2010	2995,7	3655,9	6651,6	0,37	1,39	11,1	50,8	61,9	77,4	0,11	0,39	3,3	14,3	17,6	21,9
Moy 2002	3021,9	3658,2	6680,1	0,49	1,55	15,1	56,8	71,8	89,8						
Moy 2003	2887,1	3249,7	6136,8	0,78	1,49	23,6	48,5	72,1	90,1	0,22	0,39	6,2	12,7	18,9	23,6
Moy 2004	4840,6	3361,4	8202,0	0,50	1,41	24,2	47,2	71,4	89,3	0,16	0,38	7,7	12,8	20,5	25,6
Moy 2006	5510,8	4745,4	10256,2	0,60	1,70	33,1	80,7	113,7	142,2	0,04	0,30	2,2	14,2	16,4	20,6
Moy 2009	3541,8	2890,2	6431,9	0,6	1,7	22,0	48,3	70,3	87,9	0,2	0,4	9,0	11,0	20,1	25,1
Moy GEN	3502,7	3420,2	6922,9	0,6	1,5	22,6	53,2	75,8	94,7	0,2	0,4	6,6	12,5	19,1	23,8

MS = matière sèche ; tot = totale, N abs PA = azote absorbée dans les parties aériennes (grains+tige) ; N abs Tot = N abs PA x 1,25 (estimation avec biomasse des racines) ; IR = indice de récolte (MS paille / MS grains)

Féverole hiver FLORAISON									
année	MS tot	N mesuré	INN	N abs Flo	N tot abs	P mesuré	P opt	P abs PA	P abs tot
	kg/ha	%		kg/ha	kg/ha	%	%	kg/ha	kg/ha
Moy 2002	1300,9	3,73	0,73	44,8	56,0				
Moy 2003	263,3	3,30	0,42	8,7	10,9	0,26	0,36	0,7	0,8
Moy 2004	2009,2	3,51	0,86	70,6	88,2	0,34	0,38	6,7	8,4
Moy 2005	2209,6	2,97	0,70	68,4	85,5	0,31	0,34	6,2	7,7
Moy 2006	1144,9	3,52	0,72	40,7	50,9	0,33	0,38	3,9	4,9
Moy 2007	779,9	4,2	0,8	32,5	40,6	0,4	0,4	3,1	3,9
Moy 2008	822,4	3,7	0,7	30,8	38,4	0,3	0,4	2,5	3,1
Moy 2010	1114,5	3,9	0,8	44,1	55,1	0,3	0,4	3,7	4,6
Moy GEN	1331,7	3,5	0,7	46,4	58,0	0,3	0,4	4,3	5,3

Féverole hiver RECOLTE																
année	MS tot tiges	MS tot grains	MS tot	N tiges	N grains	N abs Tige	N abs grain	N abs PA	N total Abs	P tiges	P grains	P abs tiges	P abs grain	P abs PA	P Abs Tot	IR
	kg/ha	kg/ha	kg/ha	%	%	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	%	%		kg/ha	kg/ha	kg/ha	
Moy 2002	1166,3	2549,9	3716,2	1,69	4,79	20,3	122,3	142,6	178,3							0,45
Moy 2003		2635,5			4,80		125,6				0,70		18,5			
Moy 2004	3835,8	2778,9	6614,7	1,34	3,36	50,8	95,3	146,1	182,7	0,15	0,67	5,4	18,7	24,1	30,1	1,37
Moy 2005	1486,4	1708,5	3194,8	1,10	4,10	14,2	73,0	87,2	109,0	0,10	0,49	1,0	7,9	8,9	11,1	0,89
Moy 2006	1442,2	2199,7	3641,9	0,71	4,17	10,1	91,4	101,5	126,8	0,03	0,43	0,4	9,6	9,9	12,4	0,66
moy 2007	2444,0	1828,0	4272,0	1,2	4,1	29,4	74,2	103,7	129,6	0,2	0,7	4,3	12,0	16,3	20,4	1,4
moy 2008	2571,6	2694,8	5266,4	0,8	4,1	20,3	111,9	132,2	165,2	0,1	0,6	2,2	15,9	18,1	22,6	1,0
Moy GEN	2248,3	2325,6	4541,3	1,2	4,1	23,4	96,8	119,6	149,5	0,1	0,6	2,8	13,7	15,9	19,9	1,0

MS = matière sèche ; tot = totale, N abs PA = azote absorbée dans les parties aériennes (grains+tige) ; N abs Tot = N abs PA x 1,25 (estimation avec biomasse des racines) ; IR = indice de récolte (MS paille / MS grains)

Tournesol FLORAISON									
année	MS Tot	N mesuré	N opt	INN	N abs PA	N tot abs	P mesuré	P abs PA	P tot abs
	kg/ha	%	%		kg/ha	kg/ha	%	kg/ha	kg/ha
Moy 2003	6678,2	2,19	2,62	0,84	145,7	182,1	0,27	18,3	22,8
Moy 2004	3418,7	1,90	3,27	0,59	65,5	81,9	0,22	7,5	9,4
Moy 2005	3878,9	2,43	3,14	0,78	94,3	117,8	0,21	8,3	10,3
Moy 2006	5414,1	2,07	2,89	0,73	111,5	139,4	0,21	12,1	15,1
Moy 2007	4451,3	1,67	3,06	0,56	77,2	96,5	0,24	10,4	13,0
Moy 2008	8094,7	1,6	2,5	0,7	130,3	162,9	0,2	13,8	17,2
Moy 2009	5172,1	1,3	2,9	0,4	66,0	82,5	0,1	8,1	10,1
Moy 2010	9233,3	2,2	2,4	0,9	191,8	239,7	0,2	17,9	22,3
Moy GEN	5458,7	1,9	2,9	0,7	105,1	131,3	0,2	11,7	14,7

Tournesol RECOLTE																	
année	MS paille	MS grains	IR	MS tot	N paille	N grain	N abs paille	N abs grains	N abs PA	N abs Tot	P paille	P grain	P abs paille	P abs grains	P abs PA	P abs Tot	huile
	kg/ha	kg/ha		kg/ha	%	%	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	%	%	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	%
Moy 2003	3437,1	1354,3	2,5	4791,4	0,83	2,75	28,5	37,1	65,6	82,0	0,06	0,47	2,1	6,5	8,6	10,8	51,3
Moy 2004	2804,9	1936,0	1,4	4740,9	0,86	2,80	24,6	54,6	79,2	99,1	0,07	0,57	1,9	10,9	12,7	15,9	47,0
Moy 2005	4046,9	2080,3	2,0	6127,2	1,15	2,67	47,5	55,8	103,4	129,2	0,17	0,44	7,1	9,2	16,3	20,4	50,5
Moy 2006	3594,2	2741,5	1,5	6335,7	1,39	2,84	51,6	78,9	130,5	163,2	0,13	0,44	5,4	13,6	18,9	23,6	54,5
Moy 2007	5121,4	2831,8	1,8	7953,2	0,8	2,8	40,5	77,9	118,5	148,1	0,1	0,6	4,2	17,3	21,5	26,9	52,4
Moy 2008	5245,3	1872,6	2,8	7117,9	0,5	2,7	23,6	50,2	73,8	92,2	0,0	0,4	2,1	7,5	9,6	12,0	52,6
Moy 2009	3165,4	1824,6	2,1	4990,0	0,7	2,4	22,0	42,6	64,6	80,7	0,0	0,3	1,4	5,9	7,3	9,1	49,4
Moy 2010	3981,4	2419,8	1,6	6401,2	0,8	2,7	31,0	65,8	96,8	121,0	0,1	0,4	2,0	10,8	12,8	16,1	51,1
Moy GEN	3906,4	2186,3	1,9	6092,7	0,9	2,7	35,5	59,3	94,9	118,6	0,1	0,5	3,5	10,8	14,3	17,9	51,3

MS = matière sèche ; tot = totale, N abs PA = azote absorbée dans les parties aériennes (grains+tige) ; N abs Tot = N abs PA x 1,25 (estimation avec biomasse des racines) ; IR = indice de récolte (MS paille / MS grains)

Soja FLORAISON												
année	ZR	semis	éleveme	variété	MS tot	% N mesuré	INN	N abs PA	N abs Tot	P mesuré	P abs PA	P abs Tot
					kg/ha	%		kg/ha	kg/ha	%	kg/ha	kg/ha
2004	8	27-mai	29-juil.	paoki	2172,8	3,77	0,95	81,9	102,4	0,26	5,6	7,1
2005	1	4-mai	4-juil.	paoki	1721,4	3,87	0,90	66,6	83,3	0,36	6,2	7,7
2006	8	17-mai	10-juil.	isidor	1880,2	3,42	0,82	64,3	80,4	0,29	5,5	6,8
2007	1	12-mai	26-juil.	Shama	3582,1	3,31	0,98	118,6	148,2	0,32	11,5	14,3
2008	8	22-mai	22-juil.	Shama	1750,5	3,29	0,77	57,6	72,0	0,24	4,2	5,3
2009	1	23-mai	23-juil.	isidor	1914,9	3,71	0,90	71,0	88,8	0,32	6,1	7,7
2010	8	30-avr.	12-juil.	Shama	1536,2	3,52	0,80	54,1	67,6	0,30	4,6	5,8
Moy 04-10		17-mai	19-juil.		2079,7	3,6	0,9	73,4	91,8	0,3	6,2	7,8

soja RECOLTE																		
année	ZR	MS paille	MS grains	MS tot	N paille	N grain	N abs paille	N abs grains	N abs PA	N tot abs	P paille	P grain	P abs Paille	P abs grain	P abs PA	P abs Tot	Protéine	IR
		kg/ha	kg/ha	kg/ha	%	%	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	%	%	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	%	
2004	8	1729,2	2036,3	3765,5	1,09	7,16	18,8	145,8	164,6	205,8	0,04	0,55	0,7	11,2	11,9	14,9	42,8	0,85
2005	1	2807,0	2420,9	5227,9	1,72	7,27	48,3	176,0	224,3	280,3	0,24	0,63	6,7	15,3	22,0	27,5	43,5	1,16
2006	8	1821,7	2070,3	3892,0	0,73	6,56	13,3	135,8	149,1	186,4	0,04	0,47	0,7	9,7	10,5	13,1	39,2	0,88
2007	1	4528,8	4381,1	8909,9	0,71	6,87	32,2	301,0	333,1	416,4	0,07	0,61	3,2	26,7	29,9	37,4	41,1	1,03
2008	8	1564,9	1885,2	3450,1	0,63	6,99	9,9	131,8	141,6	177,0	0,05	0,5	0,8	9,4	10,2	12,8	41,8	0,83
2009	1	4343,1	2317,1	6660,2	0,76	6,50	33,0	150,6	183,6	229,5	0,08	0,51	3,5	11,8	15,3	19,1	38,9	1,87
2010	8	2549,6	2220,4	4770,0	0,91	6,84	23,2	151,9	175,1	218,8	0,05	0,47	1,3	10,4	11,7	14,6	40,9	1,15
Moy 04-10		2763,5	2518,5	5317,6	0,9	6,9	25,5	173,5	195,9	244,9	0,1	0,5	2,4	13,5	15,9	19,9	41,2	1,1

MS = matière sèche ; tot = totale, N abs PA = azote absorbée dans les parties aériennes (grains+tige) ; N abs Tot = N abs PA x 1,25 (estimation avec biomasse des racines) ; IR = indice de récolte (MS paille / MS grains)

Annexe 6 : planning des observations et mesures

Suivi des Zones Références, site expérimental de La Hourre
Campagne 2009-2010

Cultures	Date ou période ou stade	Zones concernées	Observation / mesures CREAB	Analyses / INRA	Remarques
Toutes	1 au 15 novembre	Toutes	Echantillon sol 3 Hz	NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺ et %H	Conservation -18°C
Céréales à pailles	Janvier	ZR 1,6 et 9	Densité avant HE		
Engrais vert (jachère)		ZR 10, 11 et 12	prélèvement plante avant chaque broyage	N dumas et P total	Plante entière
Féverole	Après la levée	ZR 2 et 4	Densité levée		
Pois	Après la levée	ZR 3	Densité levée		
Toutes	15 au 30 mars	Toutes	Echantillon sol 3 Hz	NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺ et %H	Conservation -18°C
Céréales à pailles	Epi 1 cm	ZR 1, 6 et 9	Biomasse + date stade épi 1 cm	N dumas et P tot	Plante entière
Céréales à paille et Protéagineux	Floraison	ZR 1, 2, 3, 4, 6 et 9	Biomasse + date flo + notation maladie et M.H.	N dumas et P tot	Plante entière
TO et SO	Après la levée	ZR 5, 7 et 8	Densité levée		
Céréales à paille et Protéagineux	Avant récolte	ZR 1, 2, 3, 4, 6 et 9	Comptage épi ou gousses		
Céréales à paille et Protéagineux	Récolte	ZR 1, 2, 3, 4, 6 et 9	Biomasse / botillon RDT & PMG % Protéine	N dumas et P tot sur grains et pailles	Mesure indice récolte
Céréales à paille et Protéagineux	Ap. récolte et av. déchaumage	ZR 1, 2, 3, 4, 6 et 9	Echantillon sol 3 Hz	NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺ et %H	Conservation -18°C
TO et SO	Floraison	ZR 5, 7 et 8	Date floraison et biomasse, notation maladie et M.H.	N dumas et P tot	Plante entière
Engrais vert (jachère)	Septembre : ap mulchage et av enfouissement	ZR 10, 11 et 12	Echantillon de sol 3 Hz	NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺ et %H	Conservation -18°C
TO et SO	Av. récolte	ZR 5, 7 et 8	Composante du rendement		
TO et SO	Récolte	ZR 5, 7 et 8	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 5, 7 et 8	Echantillon sol 3 Hz	NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺ et %H	Conservation -18°C