

SUIVI DES CULTURES
SUR LE DOMAINE EXPERIMENTAL
DE LA HOURRE
CAMPAGNES 2004-2005



Photo creab mp : repousse de féverole août 2005.

Action réalisée avec le concours financier de :

Du Conseil Régional de Midi-Pyrénées, de l'ADAR et de l'ONIC-ONIOL

Décembre 2005

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 1) 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.

Tableau 1 : Succession culturale 2001-2005

Parcelle	Surface (ha) ¹	2001	2002	2003	2004	2005
LH1	7,56	Blé	Féverole	Orge + E.V.	Tournesol	Féverole
LH2	2,73	Lentille/pois chiche	Pois chiche/Lentille	Blé + E.V.	Tournesol	Féverole
LH3	0,55	Lentille/pois chiche	Pois chiche/Lentille	Blé + E.V.	Tournesol	Féverole
LH4	5,38	Orge + E.V.	Tournesol + E.V.	Trèfle violet	Blé + E.V.	Féverole
LH5	5,49	Gel ARTA (couvert spontané)				
LH6A1	3,99	Blé + E.V.	Orge	Féverole	Blé + E.V.	Tournesol + E.V.
LH6A2	4,91	Blé + E.V.	Trèfle violet	Orge	Féverole	Tournesol + E.V.
LH6B	10,64	Féverole	Blé + E.V.	Tournesol	Féverole	Blé
LH7	4,07	Soja	Blé	Soja	Soja	Blé
LH8	5,43	Soja	Soja	Blé	Orge	Soja
LH9	1,55	<i>Orge</i>	<i>Luzerne</i>	<i>Luzerne</i>	<i>Luzerne</i>	<i>Tournesol</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.

Ce document se compose de deux parties, la 1^{ère} répondante aux objectifs de suivi du domaine présente les cultures en place, l'itinéraire technique pratiqué et les résultats obtenus. La 2^{ème} partie est constituée de la présentation des données quantitatives et qualitatives permettant de répondre à l'objectif de suivi de la fertilité. Ce suivi de la fertilité, débuté lors de la campagne 2001-02, est réalisé sur douze zones références (notées ZR 1 à ZR 12) représentative de l'ensemble du domaine.

PARTIE I : SUIVI DE CULTURE 2004-2005

1 INTRODUCTION

Cette partie va présenter les itinéraires techniques parcelle par parcelle, pour les différentes cultures conduites en AB sur le site.

1.1 Caractéristiques des différentes parcelles

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

Tableau 2 : 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 2004-05

Cf. ANNEXE

2 Parcelle LH1 : Féverole précédent Tournesol

Tableau 3 : itinéraire technique parcelle LH1

Interventions	Date	Outils	Remarques
Labour	19/10/04	Charrue	Bas de parcelle
Labour	09/11/04	Charrue	Haut de parcelle
Reprise	23/11/04	Herse rotative	
Semis	14/12/04	Monograine	Bas de parcelle, variété : Castel, densité : 25 grains/m ²
Semis	16/12/04	Monograine	Milieu de parcelle, variété : Castel, densité : 25 grains/m ²
Semis	11/01/05	Monograine	Haut de parcelle, Variété : Castel, Densité : 30 grains/m ²
Désherbage	11/04/05	Bineuse	Bas de parcelle
Désherbage	12/04/05	Bineuse	Le reste de la parcelle
Récolte	30/06/05	Moissonneuse	

Cette année les conditions de préparations de sol et de semis n'ont pas toujours été adéquates. Le labour de la parcelle (parcelle pentue d'exposition Nord) s'est fait en deux fois. Sur le bas de la parcelle les conditions de labour étaient bonnes (sol ressuyé à sec). Sur la partie haute de la parcelle le sol était tellement sec que le labour fut arrêté car la charrue faisait des blocs. Le labour a repris le 9 novembre dans des conditions plus optimales. La reprise du labour a été faite à la herse rotative dans des conditions limites de ressuyage du sol. Le semis de la féverole a été réalisé en 3 fois. Le 1^{er} semis a été réalisé le 14 décembre sur le bas de la parcelle, ensuite une tentative de semis a été faite le 16 décembre mais le sol était trop humide (un aller retour de semoir). Enfin le haut de la parcelle a été semé le 11 janvier sur un sol gelé pour permettre le passage du tracteur et du semoir. En végétation un seul désherbage a été réalisé. Les féveroles étaient très différentes suivant leur date de semis. A la 1^{ère} date de semis, les féveroles se sont développées normalement. Aux 2 autres dates, les féveroles sont restées très chétives. La récolte a eu lieu le 30 juin. Cette année la récolte a été précoce.

3 Parcelles LH2 et 3 : Féverole précédent Tournesol

Tableau 4 : itinéraire technique parcelles LH 2 et 3

Interventions	Date	Outils	Remarques
Labour	19/10/04	Charrue	Profondeur 30 cm
Reprise	22/11/04	Herse rotative	Conditions de sol limite (collant)
Semis	26/11/04	Monograine	Variété : Castel, densité : 25 grains/m ²
Désherbage	12/04/05	Bineuse	
Récolte	30/06/05	Moissonneuse	

Le labour a été réalisé dans de bonnes conditions de ressuyage des sols. Par contre la reprise à la herse rotative a été faite dans de mauvaises conditions : sol limite collant. En agriculture, il est difficile de toujours avoir les meilleures conditions pour travailler les sols d'autant plus que cette parcelle est entourée de bois, par conséquent elle ressuie lentement. Le semis a été réalisé le 26 novembre dans des conditions de sol limite ressuyé. Un seul désherbage a été fait en avril. La récolte a eu lieu le 30 juin.

4 Parcelle LH 4 : Féverole sur précédent blé tendre

Tableau 5 : itinéraire technique LH 4

Interventions	Date	Outils	Remarques
Déchaumage	03/08/04	Déchaumeur à ailettes	Enfouissement des pailles
Déchaumage	26/08/04	Déchaumeur à ailettes	Destruction adventices + faux semis
Labour	17/09/04	Charrue	Profondeur 30 cm
Reprise	16/11/04	Vibroculteur	
Reprise	19/11/04	Vibroculteur	
Semis	24/11/04	Monograine	Variété : castel, densité : 25 grains/m ²
Désherbage	11/04/05	Bineuse	
Récolte	29/06/05	Moissonneuse	

Durant l'été, 2 passages de déchaumeur à ailettes ont eu lieu dans le but de diminuer le stock grainier. La parcelle a été labourée le 17 septembre perpendiculairement à la pente. Les reprises ont été faites au vibroculteur le 16 et le 19 novembre. La seconde reprise a été réalisée pour affiner le sol. Le semis a eu lieu le 24 novembre dans de bonnes conditions de ressuyage des sols (parcelle exposée versant sud). Un seul binage a été réalisé en végétation. La parcelle est restée relativement propre. Cette année, la rouille est arrivée en fin de cycle, elle n'a pas altéré le rendement final. La récolte a eu lieu le 29 juin. C'est une récolte précoce pour de la féverole.

Nous ne disposons pas des valeurs de rendement détaillées par parcelle, mais uniquement du rendement global pour l'ensemble des 3 parcelles (LH1, LH2-3 et LH4). Ce dernier s'élève 17,7 q/ha ce qui est très satisfaisant compte tenu des faibles développements observés sur la ½ de la parcelle LH1. Ce rendement a été atteint car pour la 3^{ème} année consécutive la pression rouille est quasi inexistante.

5 Parcelle LH6 A1 : Tournesol sur précédent Blé tendre

Tableau 6 : itinéraire technique LH 6 A1

Interventions	Date	Outils	Remarques
Déchaumage	03/08/04	Déchaumeur à ailettes	Enfouissement des pailles
Déchaumage	26/08/04	Déchaumeur à ailettes	Destruction adventices + faux semis
Labour	11/11/04	Charrue	Profondeur 30 cm
Reprise	17/03/05	Vibroculteur	
Reprise	02/05/05	Vibroculteur	
Semis	03/05/05	Monograine	Variété : Salsa RM, densité : 75°000 grains/ha
Désherbage	07/06/05	Bineuse	
Désherbage	23/06/05	Bineuse	
Récolte	23/09/05	Moissonneuse	

Après la récolte du blé, 2 déchaumages ont été réalisés dans le but de diminuer le stock grainier du sol. Le 11 novembre, la parcelle a été labourée dans des conditions de sol ressuyé à légèrement humide (labour légèrement lissé). Une 1^{ère} reprise a eu lieu le 17 mars au vibroculteur : écrêtage du labour et destructions des adventices levées. Les gelées de l'hiver avaient déjà défait le labour en partie. La 2^{ème} reprise a eu lieu le 2 mai afin d'affiner le lit de semence et de détruire le faux semis. Le semis a été réalisé le 3 mai dans de bonnes conditions pédoclimatiques. La levée a été rapide et homogène mais le sec du mois de juin et juillet a défavorisé le développement du tournesol. Sur la partie haute de la parcelle (faible réserve en eau) les tournesols sont restés chétifs. Les dés herbages du tournesol ont eu lieu le 7 juin et le 23 juin. La parcelle est restée propre. La récolte a eu lieu le 23 septembre.

6 Parcelle LH 6 A2 : Tournesol sur précédent Féverole

Tableau 7 : itinéraire technique LH 6 A2

Interventions	Date	Outils	Remarques
Déchaumage	03/08/04	Déchaumeur à ailettes	Enfouissement des pailles
Déchaumage	26/08/04	Déchaumeur à ailettes	Destruction adventices + faux semis
Labour	11/11/04	Charrue	Profondeur 30 cm
Reprise	17/03/05	Vibroculteur	
Reprise	02/05/05	Vibroculteur	
Semis	03/05/05	Monograine	Variété : Salsa, densité : 75 000 grains/ha
Désherbage	07/06/05	Bineuse	
Désherbage	24/06/05	Bineuse	
Récolte	23/09/05	Moissonneuse	

Après la récolte du blé, 2 déchaumages ont été réalisés dans le but de diminuer le stock grainier du sol. Le 11 novembre, la parcelle a été labourée dans des conditions de sol ressuyé à légèrement humide (labour légèrement lissé). Une 1^{ère} reprise a eu lieu le 17 mars au vibroculteur : écrêtage du labour et destructions des adventices levées. Les gelées de l'hiver avaient déjà défait le labour en parti. La 2^{ème} reprise a eu lieu le 2 mai afin d'affiner le lit de semence et de détruire le faux semis. Le semis a été réalisé le 3 mai dans de bonnes conditions pédoclimatiques. La levée a été rapide et homogène mais le sec du mois de juin et juillet a

défavorisé le développement du tournesol. Sur la partie haute de la parcelle (faible réserve en eau) les tournesols sont restés comme des marguerites. Les désherbages du tournesol ont eu lieu le 7 juin et le 23 juin. La parcelle est restée propre. La récolte a eu lieu le 23 septembre.

Comme pour les féveroles, la pression des maladies cryptogamiques a été inexistante sur tournesol, même après les pluies du mois d'août. Le rendement moyen du tournesol sur ces deux parcelles est de 13,8 q/ha. A nouveau ce rendement est satisfaisant car sur les hauts de coteaux de ces deux parcelles, les tournesols étaient tellement courts qu'ils n'ont pas été moissonnés.

7 Parcelle LH 6B : Blé tendre sur précédent Féverole

Tableau 8 : itinéraire technique LH6 B

Interventions	Date	Outils	Remarques
Déchaumage	03/08/04	Déchaumeur à ailettes	Enfouissement des tiges
Déchaumage	26/08/04	Déchaumeur à ailettes	Faux semis
Labour	17/09/04	Charrue	Profondeur 30 cm
Reprise	16/11/04	Vibroculteur	
Semis	18/11/04	Semis en combiné	Variété : Renan, densité : 400 grains/m ²
Désherbage	26/01/05	Tentative herse étrille	Arrêt car sol gelé
Désherbage	07/02/05	Herse étrille	
Fertilisation	21/03/05	Amazone type DP 12	40 unités de farine de plume (10-0-0)
Désherbage	22/03/05	Herse étrille	Pour recouvrir l'engrais
Désherbage	13/04/05	Herse étrille	
Fertilisation	09/05/05	Amazone type DP 12	40 unités de farine de plume (13-0-0)
Semis	29/06/05	Delimbe	Trèfle violet, 10 kg/ha (1 bande)
Récolte	09/07/05	moissonneuse	

La parcelle a été déchaumée à 2 reprises pendant le mois d'août. Le but est de lutter contre les vivaces (chardon des champs) et de diminuer le stock grainier des adventices (moutarde sauvage). La parcelle a été labourée le 17 septembre dans de bonnes conditions pédoclimatiques. Un passage de vibroculteur a été réalisé le 16 novembre afin de casser le labour. Le semis a été réalisé le 18 novembre dans de bonnes conditions de ressuyage des sols. Une 1^{ère} tentative de désherbage a eu lieu le 26 janvier mais le sol était trop gelé (1 passage). La parcelle a été étrillée pour la 1^{ère} fois le 7 février. La 1^{ère} dose de fertilisants (40 unités d'azote) a été apportée le 21 mars quelques jours avant le stade épi 1 cm. Elle a été suivie d'un étrillage pour enfouir l'engrais et désherber la parcelle. Un 3^{ème} désherbage a eu lieu le 14 avril et ce fut le dernier. La 2^{ème} dose de fertilisant a été apportée le 9 mai (apport tardif) à une dose de 40 unités/ha. Le 26 juin, il y a eu un semis de trèfle violet au Delimbe sur une bande de 24 m x 50 m. Le trèfle a bien levé mais c'est peu développé pendant l'été. Il aurait du être semé beaucoup plus tôt (stade épi 1 cm du blé). La récolte a eu lieu le 9 juillet.

8 Parcelles LH 7 : Soja sur précédent Orge d'hiver

Tableau 9 : itinéraire technique LH 7

Interventions	Date	Outils	Remarques
Déchaumage	03/08/04	Déchaumeur à ailettes	Enfouissement des pailles
Déchaumage	26/08/04	Déchaumeur à ailettes	Destruction adventices
Labour	16/09/04	Charrue	Profondeur 30 cm
Reprise	07/02/05	Vibroculteur	
Reprise	17/03/05	Vibroculteur	
Reprise	02/05/05	Vibroculteur	
Semis	04/05/05	Monograine	Variété : Paoki, densité : 550°000 grains/ha inoculum à ½ dose
Désherbage	06/06/05	Bineuse	
Désherbage	23/06/05	Bineuse	
Récolte	10/10/05	moissonneuse	1 tour à environ 20 % d'humidité
Récolte	23/10/05	Moissonneuse	Le reste de la parcelle

Après la récolte de l'orge, 2 passages de déchaumeur ont été effectués afin de lutter contre les vivaces et de diminuer le stock grainier d'adventices dans le sol. La parcelle a été labourée le 16 septembre. La 1^{ère} reprise a été faite tôt dans l'année puisqu'elle a été réalisée le 7 février. Cette parcelle se ressuie facilement car elle est profonde et drainante. Ces passages successifs de vibroculteur à intervalle régulier permettent de faire plusieurs faux semis et d'assainir la parcelle en terme d'adventices. Le semis de soja a eu lieu le 4 mai. La levée a été rapide et homogène. Très rapidement en végétations le soja s'est mis à jaunir de façon assez irrégulière dans le champ. Les feuilles laissées apparaître les symptômes suivants (observation du 30 juin, les sojas étaient au stade 7^{ème} étage floral, leur hauteur était d'environ 50 cm) :

- Décoloration jaune d'abord sur le bord du limbe et entre les nervures
- Cette décoloration va du vert, puis vert pâle, puis jaune et sur les stades avancés une ponctuation rouge apparaît
- Les feuilles présentent des aspects gaufrés avec le bord du limbe recroquevillé
- Lorsque les symptômes évoluent, la tache rouge se dessèche avec un halo rouge autour.
- Les symptômes sont également présents sur les jeunes feuilles du haut
- Les sojas pâles sont moins nodulés que ceux qui sont vert, mais cette moins bonne nodulation semble plus être la conséquence des symptômes que la raison.
- Sur les plantes nous n'observons ni exsudats, ni acariens.

Au dire d'expert, ces jaunissements sont probablement dus à des carences en fer et/ou en potassium et non à une mauvaise inoculation. Dans le cas de cette parcelle, la carence en potassium serait induite par une concentration trop importante en magnésium qui prend la place du potassium sur le complexe organo-minéral. En effet deux indicateurs nous permettent d'estimer le rapport K/Mg.

- Sur sol calcaire le niveau souhaitable en Mg dépend du taux d'argile (10 ppm de Mg/% d'argile). Sur cette parcelle le niveau souhaitable serait donc de 230 g/kg, l'analyse nous indique que la concentration est de 340 g/kg.
- Le rapport K/Mg doit être proche de 1, s'il est inférieur le Mg limite l'absorption du K, s'il est supérieur c'est l'inverse. Sur cette parcelle ce rapport se situe à $K/Mg = 0,47$

Tout concourt à affirmer que les comportements atypiques sont bien dus à une carence en potassium induite par une concentration de magnésium trop importante. La carence en fer est également probable car cette dernière limite la nodulation. Des analyses sur plantes et sol sont en cours pour valider ces hypothèses.

Il y a eu 2 binages sur la parcelle, celle-ci est restée propre. Les pluies de la mi-août ont favorisé le redémarrage du soja en vert et ont sérieusement décalé la maturation de celui-ci. Une 1^{ère} tentative de récolte a été faite le 10 octobre mais les grains de soja étaient à une humidité d'environ 20% (norme 15 %). Le reste de la parcelle a été récolté le 23 octobre bien que le soja ne soit pas complètement sec. Les carences rencontrées ont fortement perturbé la maturation du soja. Cette dernière fut très tardive (d'autant que les pluies de fin août et début septembre ont entraîné des reverdissements du soja) et s'est réalisée de façon atypique, en effet les 1^{ères} défoliations ont commencé par le haut des plantes.

Malgré ces événements le rendement est resté satisfaisant avec 21,9 q/ha. Toutefois une proportion importante des grains présentée un feutrage de moisissures.

9 Parcelles LH 8 : blé tendre précédent Soja

Tableau 10 : itinéraire technique LH 8

Interventions	Date	Outils	Remarques
Déchaumage	08/10/04	Déchaumeur à ailettes	Enfouissement des tiges
Reprise	16/11/04	Vibroculteur	
Semis	23/11/04	Semis en combiné	Variété : Renan, densité 400 grains/m ²
Désherbage	07/02/05	Herse étrille	
Fertilisation	21/03/05	Amazone type DP 12	40 unités de farine de plume (13-0-0)
Désherbage	22/03/05	Herse étrille	Pour recouvrir l'engrais
Désherbage	13/04/05	Herse étrille	
Fertilisation	09/05/05	Amazone type DP 12	40 unités de farine de plume (13-0-0)
Récolte	11/07/05	Moissonneuse	

Juste après la récolte du soja, la parcelle a été déchaumée, le 8 octobre. Le 16 novembre, la parcelle a été reprise au vibroculteur. Le temps d'interculture entre un soja et un blé est relativement court, c'est pourquoi il y a eu que 2 travaux du sol à l'aide d'outils à dents. Le semis a été réalisé le 23 novembre. Les levées ont été régulières. Le 1^{er} étrillage a eu lieu le 7 février. Le blé était au stade 3 feuilles à début tallage. La 1^{ère} dose de fertilisant (40 unités/ha) a été apportée le 21 mars quelques jours avant le stade épi 1 cm. Un 2^{ème} étrillage a eu lieu le lendemain de l'apport pour enfouir l'engrais et pour désherber. Le 3^{ème} désherbage a eu lieu le 13 avril, le blé était au stade 1 à 2 nœuds, c'était la dernière limite pour le faire. La 2^{ème} dose de fertilisant (40 unités/ha) a été apportée le 9 mai à une date assez tardive. Cette année il n'y

a pas eu de pression maladie mais des développements de pucerons sur la fin du mois de mai. La récolte a eu lieu le 11 juillet.

Sur les deux parcelles (LH6B et LH7) le rendement du blé est de 36,0 q/ha avec 12,3% de protéines.

10 Bilan de la campagne 2004-2005 en AB.

Tableau 11 : récapitulatif des résultats 2005

Parcelle	Cultures	Variétés	Rendement (q/ha)	Protéines
LH1	Féverole	Castel	17,70	
LH2-3	Féverole	Castel		
LH4	Féverole	Castel		
LH6 A1	Tournesol	Salsa RM	13,80	
LH6 A2	Tournesol	Salsa RM		
LH6 B	Blé tendre	Renan	40,4	12,6 %
LH7	Soja	Paoki	21,90	39,7 %
LH8	Blé tendre	Renan	28,2	11,2 %

D'une façon générale, cette campagne se résume ainsi :

- Absence de pression maladie pour l'ensemble des cultures (blé, féverole et tournesol)
- De part la quasi absence de précipitations hivernales, les reliquats sortie hiver étaient importants. Les blés se sont fortement développés lors de la montaison, puis ont subit des régressions de talles. Le 2^{ème} apport d'azote fut très bien valorisé et a permis d'atteindre des teneurs en protéines importantes.
- Le soja a subit différentes carences (potassium et fer), qui ont fortement perturbé son développement et sa maturation. Les pluies en fin de cycle ont entraîné des moisissures sur grains. Malgré cela, le rendement fut satisfaisant.

PARTIE II : LE SUIVI DE LA FERTILITE

1 INTRODUCTION

Le suivi est réalisé sur 12 zones de 2 500 m² (50 m x 50 m) appelées zones références (ZR 1 à 12) positionnées par le Conseil Scientifique sur le domaine de La Hourre, en fonction du type de sol, de leurs orientations (versant sud = adret, versant nord = ubac ou plat) et de leurs topologies (plateau, vallée ou pente).

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 12 : 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.

1.1 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.

1.2 Bases méthodologiques du suivi :

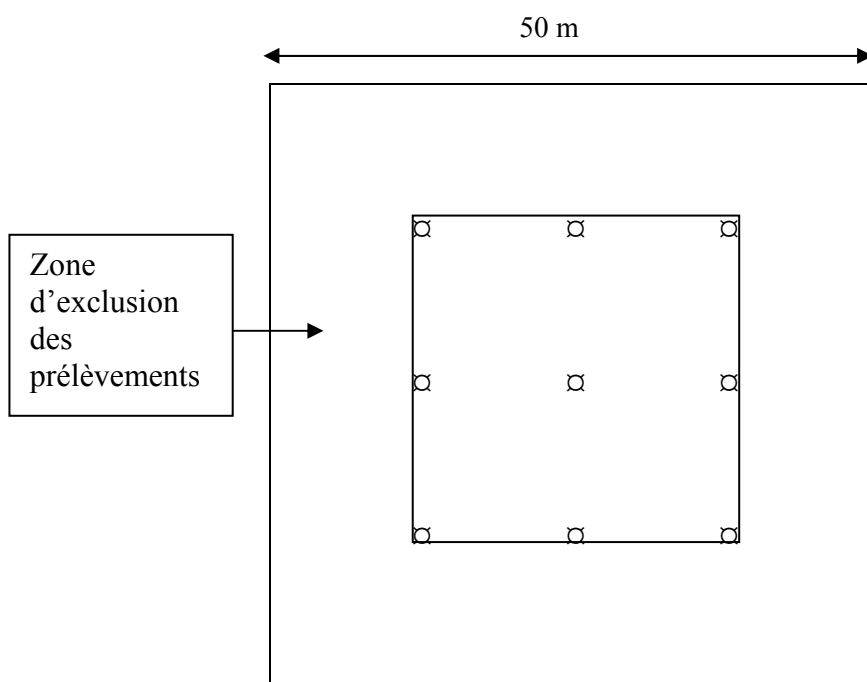
Les zones références doivent être conduites comme le reste de la parcelle du point de vue de l'itinéraire technique. Un essai analytique peut être présent sur une ZR à condition que l'ensemble de la ZR soit conduit de façon identique.

Sur chaque zone référence 9 points de mesures ou de prélèvements sont répartis de façon équidistante. Les données fournies dans la partie qui va suivre correspondent à la moyenne de ces 9 points (analyse de sol & plantes, Cf. schéma 1) :

- **analyses de sol** : lors des campagnes de prélèvements, les horizons prélevés à chaque point sont regroupés dans un sceau (un sceau par horizon). Après homogénéisation du contenu de chaque sceau (9 prélèvements) un sous échantillon puis est envoyé à l'analyse. Les horizons sont prélevés à la tarière si possible jusqu'à 90cm, pour chaque point la profondeur maximale atteinte est notée.
- **Analyse sur plante** : les prélèvements réalisés sur les 9 placettes, définies ci-après, sont envoyés au laboratoire pour analyses après séchage pendant 48 h en étuve ventilée à 80°C, soit la totalité (stade épi 1cm) soit un sous échantillon. A la récolte, les analyses minérales sont réalisées sur grains et partie aériennes séparément.

L'ensemble des mesures, comptages et prélèvements est réalisé en dehors d'une bande d'une largeur de 2 m à partir des bordures des ZR (Cf. schéma 1).

Schéma 1 : disposition des points de prélèvements et placettes de comptage et prélèvement sur une zone référence :



1.3 Suivi des composantes du rendement :

Les comptages de terrain sont réalisés sur 9 placettes réparties de façon équidistante. La taille des placettes varie en fonction de la culture en place (Cf. tableau 13). Les rendements présentés sont réalisés manuellement.

Tableau 13 : Taille et surface des placettes de comptage et prélèvements selon la culture

Culture	Céréales à pailles	Protéagineux (écartement < 60 cm)	Protéagineux (écartement > 60 cm)	Tournesol (écartement = 60 cm)	Engrais vert
Placette	2 rangs contigus sur 1 m	2 rangs contigus sur 1 m	2 rangs contigus sur 0,5 m	2 rangs contigus sur 0,5 m	Cadre de 0,5 m ² (1 m x 0,5 m)
Surface	0,35 m ²	Selon écartement		0,6 m ²	0,5 m ²

1.4 Suivi nutritionnel

1.4.1 Analyses et mesures sur sol :

En plus des données fournies par l'étude pédologique, des prélèvements de sol ont été réalisés par horizons de 15 cm sur les différentes zones références entre les 22 et 25 mars 2002 afin de mieux les caractériser. Les analyses physico-chimiques réalisées sont les suivantes :

Granulométrie (5 fractions) après décarbonatation

Dosage et mesure : pH eau, carbone total, carbonates totaux, azote organique, phosphore (total et Olsen), potasse, CEC

Les résultats de ces analyses sont présentés en annexe II.

Le suivi de la fertilité se fait par analyse de prélèvements de sol réalisés sur l'ensemble des zones références à deux périodes par an : entre le 1^{er} et le 15 novembre, et entre le 15 et le 30 mars. Après destruction d'une culture d'engrais vert, un prélèvement sera réalisé fin janvier. Les résultats issus des trois premières campagnes sont présentés en annexe III.

1.4.2 Analyses et mesures sur plantes :

Ce suivi consiste à suivre l'apparition des différents stades phénologiques des cultures, de mesurer la quantité de biomasse produite dans les parties aériennes, et d'analyser la teneur en azote (méthode Dumas) et en phosphore (phosphore total) des cultures.

Les stades de prélèvements en fonction des cultures sont les suivants :

- **Céréales à pailles** : épi 1 cm ; floraison et récolte (biomasse et analyse sur paille et grains)
- **Autres cultures** : floraison et récolte (biomasse et analyses sur tige et grains). Pour les cultures ayant une durée de floraison longue (légumineuses), le prélèvement aura lieu lors de l'apparition des 1^{ères} fleurs, mention sera faite du nombre d'entre nœuds sans fleurs.

Les différentes observations et mesures à réaliser sur ces zones références sont présentées en annexe IV (exemple pour le suivi 2003).

2 SUIVI DES ZONES REFERENCES

2.1 Préambule

Cette partie qui doit permettre de mieux appréhender l'évolution de la fertilité des sols d'une exploitation en agriculture biologique depuis sa conversion, est un travail qui sera réalisé sur moyen ou long terme. Les informations qui vont suivre concernent donc la 2^{ème} année d'acquisition des données et ne peuvent être utilisées pour évaluer l'évolution de la fertilité. Le présent travail comme celui des prochaines années et avant tout un travail de collecte de données qui ne pourra être analysées qu'avec le recul suffisant.

3 Féverole sur précédent Tournesol (LH 1)

3.1 Les composantes du rendement 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).

Tableau 14 : Composantes du rendement sur parcelle LH 1 (ZR 10, 11 et 12)

ZR	Culture	Variété	Gousses/m²	Grain/m²	Grains/gousse	PMG à 15% (g)	RDT manuel à 15% (q/ha)
ZR 10	Féverole	Castel	52,2				
ZR 11			90,4	254,7	2,8	433,8	11,1
ZR 12			204,1	591,5	2,9	499,8	29,6
Moyenne			115,6	423,1	2,9	466,8	20,4

Sur la ZR 10 (zone très superficielle sur marnes), une partie des données sont manquantes du fait des développements quasi nul des ces féveroles (semis tardifs en conditions limites).

La ZR 11 sur sol profond, fortement pentue de versant nord, les résultats sont très inférieurs à ceux obtenus sur la ZR 12. La différence entre ces deux zones provient principalement des dates et conditions de semis différentes.

En 2002 une culture de féverole était présente sur cette même parcelle, la densité grain moyenne était de 608,4 grains/m² pour 224,2 gousses/m². Le PMG de 2002 pour Castel était de 496,6 g.

En 2005 seules les féveroles présentes sur la ZR 12 (1^{ère} date de semis) atteignent les valeurs moyennes des composantes du rendement, sur les autres zones, la date de semis tardives associées à des conditions de travail du sol limites ont fortement limité le développement des féveroles.

3.2 Suivi de l'état nutritionnel ZR 10, 11 et 12 sur LH 1

Tableau 15 : suivi nutritionnel des Féveroles, aux stades floraison et récolte

Floraison (prélèvement du 24 mai 2005)								
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	Féverole	402,6	2,43	9,8	12,3	0,30	1,2	1,5
11	Féverole	644,8	3,20	20,6	25,8	0,41	2,6	3,3
12	Féverole	3562,2	3,19	113,6	142,0	0,29	10,3	12,9
	Moyenne	1536,5	2,94	48,0	60,0	0,33	4,7	5,9

Les résultats de cette année pour les féveroles sont très dépendants de la date et des conditions de semis. Ainsi les biomasses à la floraison sur les ZR 10 et 11 sont faibles, et inversement la biomasse produite sur la ZR 12 est importante et représente la valeur la plus élevée mesurée à ce stade (la biomasse moyenne sur 3 ans est de 1385 kg/ha, mais cette moyenne est faible compte tenu des résultats dérisoire de 2003. La teneur moyenne en azote mesuré est l'ordre de 3,4% ainsi cette année l'azote semble plus diluée que les années précédentes (en 2002 sur la ZR 10, la teneur était de 2,6%, sur cette ZR la proportion d'azote est toujours plus faible que sur les autres zones).

Récolte (prélèvement du 24 juin 05)										
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	Féverole	497,4	520,4	1017,8	1,45	4,01	7,2	20,9	28,1	35,1
11	Féverole	836,9	939,3	1776,2	1,27	3,53	10,6	33,2	43,8	54,8
12	Féverole	1937,9	2513,0	4450,9	0,83	4,47	16,1	112,3	128,4	160,5
	Moyenne	1090,7	1324,2	2415,0	1,18	4,0	11,3	55,5	66,8	83,5
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	Féverole	497,4	520,4	1017,8	0,14	0,52	0,7	2,7	3,4	4,3
11	Féverole	836,9	939,3	1776,2	0,16	0,54	1,3	5,1	6,4	8,0
12	Féverole	1937,9	2513,0	4450,9	0,04	0,44	0,8	11,1	11,9	14,9
	Moyenne	1090,7	1324,2	2415,0	0,11	0,50	0,9	6,3	7,2	9,0

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

A la récolte, les biomasses mesurées restent faibles sur les ZR 10 et 11, mais aussi sur la ZR 12 par rapport à la moyenne sur 4 ans (MS totale = 5 372 kg/ha). La teneur en azote dans les tiges et dans les grains reste du même ordre de grandeur que la moyenne. Ainsi les quantités totales d'azote absorbées restent inférieures aux autres années, y compris sur la ZR 12.

4 Féverole sur précédent Blé tendre (LH 4)

4.1 Composantes du rendement

Une seule ZR est présente sur LH4, sur argilo-calcaire profond, pentue de versant sud.

Tableau 16 : composantes du rendement ZR 9

ZR	Culture	gousses/m ²	Grains/m ²	Grains/gousse	PMG 15%	RDT 15% manuel
ZR 9	Féverole	233,0	712,7	3,1	472,3	33,7

Sur cette zone où les conditions de semis furent satisfaisantes et réalisées à une période adéquate, les composantes du rendement sont au niveau habituel, voire supérieur pour la densité grains. Les conditions de semis influencent donc fortement les résultats des cultures.

4.2 Suivi de l'état nutritionnel

Tableau 17 : résultats des analyses féverole

Floraison (prélèvement du 24 mai 2005)								
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)
9	Féverole	4228,8	3,06	129,4	161,8	0,25	10,6	13,3

Sur cette parcelle, de versant sud, la biomasse à la floraison est supérieure à celle observée sur la ZR 12 (toutes deux sont des argilo-calcaires profonds) alors que l'itinéraire technique est identique. Ainsi les meilleurs développements observés ici sont dus au moins en partie à une meilleure exposition. La biomasse mesurée est une valeur record et la teneur en azote est légèrement plus faible que la moyenne. Ainsi la quantité d'azote absorbée à la floraison est très supérieure à la moyenne proche des 70 kg/ha.

Récolte (prélèvement du 24 juin 05)										
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	Féverole	2673,3	2861,1	5534,4	0,86	4,39	23,0	125,6	148,6	185,8
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	Féverole	2673,3	2861,1	5534,4	0,04	0,45	1,1	12,9	14,0	17,5

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

A la récolte, les biomasses sont du même ordre de grandeur que la moyenne, par contre la teneur en azote dans les tiges est inférieure aux valeurs moyennes (1,3%). Inversement la teneur en azote dans les grains est élevée et supérieure à la moyenne (4,2%). Ainsi les valeurs d'azote total absorbée sont conformes à la moyenne sur 3 ans.

5 Tournesol sur précédent Blé tendre (LH6 A1)

Deux zones références sont présentes sur cette parcelle :

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

5.1 Composantes du rendement

Tableau 18 : composantes du rendement des ZR 5 et 7 présentes sur LH6 A1

ZR	Culture	Plante/m ²	Capitules/m ²	Grain/m ²	Grains/capitule	PMG à 15%	RDT à 15%
ZR 5	Tournesol	8,1	6,3	3620,4	575,0	51,4	18,6
ZR 7		7,4	6,3	6192,3	983,5	45,0	27,9
Moyenne		7,8	6,3	4906,4	779,3	48,2	23,3

Les levées furent très satisfaisantes avec quasiment aucune perte de pied. La moyenne du nombre de grain/m² est équivalente à la moyenne de 2002 à 2004 sur l'ensemble des ZR cultivées en tournesol (moyenne grains/m² = 4 547). Les différences observées entre les deux zones références provient essentiellement de la différence de profondeur du sol et également de la différence des concentrations en azote minérale. Le 25 mars les reliquats étaient élevés : 67,6 kg d'N/ha sur la ZR5 et de 102 kg/ha sur la ZR 7.

5.2 Suivi de l'état nutritionnel

Les résultats de ces prélèvements sont présentés dans le tableau 19 ci-dessous :

Tableau 19 : biomasse produite et suivi nutritionnel, ZR 5 et 7 sur LH6A1

Floraison (prélèvements du 19 juillet 05)								
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)
5	Tournesol	2729,8	2,40	65,5	81,9	0,19	5,2	6,5
7		4554,5	2,41	109,8	137,3	0,22	10,0	12,5
Moyenne		3642,2	2,41	87,7	109,6	0,21	7,6	9,5

La différence de reliquats azoté (en mars) entre les deux zones a probablement influé la teneur en azote et la biomasse produite. Ainsi sur la ZR 5 l'INN est de 0,7 alors qu'il se situe à 0,8 sur l'autre zone. En moyenne sur les 3 années précédentes l'INN à ce stade était de 0,7.

Récolte (prélèvement du 19 septembre)										
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	Tournesol	3357,4	1695,0	5052,4	0,92	2,52	30,9	42,7	73,6	92,0
7		4821,8	2536,6	7358,4	1,34	2,71	64,6	68,7	133,3	166,6
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)	P abs total (kg/ha)
5	Tournesol	3357,4	1695,0	5052,4	0,10	0,40	3,4	6,8	10,2	12,75
7		4821,8	2536,6	7358,4	0,23	0,50	11,1	12,7	23,8	29,75

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

A la récolte, les biomasses sont élevées (ZR 5) à très élevées (ZR 7) en effet la moyenne sur 3 ans s'élève à 4 800 kg/ha. La teneur en azote est conforme à la normale pour les tiges de la ZR 5 mais est élevé sur la ZR 7. Part contre la teneur moyenne dans les grains est de 2,8 soit une valeur supérieure à celle de cette année. Toutefois les quantités d'azote absorbées sont élevées et ont probablement influencé positivement la teneur en huile. En effet jusqu'à présent les teneurs en huile variées de 46,2% à 50,5%, cette année la teneur est à 54,4% sur les deux zones. La disponibilité en azote élevée associée à des précipitations régulières de la floraison à la maturation ont permis d'atteindre ces excellents résultats.

6 Tournesol sur précédent Féverole (LH6 A2)

6.1 Composantes du rendement

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

Tableau 20 : composante du rendement ZR6 sur LH6 A2

ZR	Culture	Plantes/m ²	Capitule/m ²	Grain/m ²	Grains/Capitule	PMG 15%	RDT 15% manuel
ZR 6	Tournesol	7,0	5,9	4685	790,6	47,1	22,1

Comme précédemment les composantes du rendement restent à un niveau moyen à élevé, les précipitations (34 mm sur la dernière décade de juillet) survenues lors de la floraison des tournesols ont été bénéfiques à la fertilité capitule. De plus les précipitations d'août ont permis un remplissage des grains optimal, les PMG de cette année sont supérieurs à la moyenne qui est proche des 41,5 g.

Ainsi pour les tournesols, les conditions de semis satisfaisantes associées à une climatologie favorable et à une absence de maladie ont permis aux cultures d'exprimer pleinement leur potentiel de production. De plus le fort reliquat (133 kg/ha le 25 mars) a permis au tournesol de s'alimenter de façon satisfaisante.

Tableau 21 : biomasse produite et suivi nutritionnel des grains, ZR 6

Floraison (prélèvement du 19 juillet 05)								
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)
6	Tournesol	4352,3	2,47	107,5	134,4	0,22	9,6	12,0

La biomasse produite à la floraison sur cette parcelle est moins élevée que sur la parcelle voisine, alors que le niveau d'azote dans le sol fin mars été très élevé. L'orientation Nord de cette parcelle est peut être la cause d'un développement moindre. Par contre la teneur en azote mesurée dans la plante est élevée (la moyenne est de 2,1%).

Récolte (prélèvement du 19 septembre 05)										
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	Tournesol	3961,6	2009,3	5970,9	1,19	2,79	47,1	56,1	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	Tournesol	3961,6	2009,3	5970,9	0,17	0,41	6,7	8,2	14,9	18,6

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

A la récolte, la biomasse produite est à nouveau importante et supérieure à la moyenne. La teneur en azote dans les tiges est supérieure à la moyenne, et celle dans les grains du même ordre de grandeur. Ainsi les quantités totales d'azote absorbées sont élevées, et eu un effet bénéfique sur la teneur en huile qui ici aussi atteint les 54,4%.

7 Blé tendre sur précédent Féverole (LH6 B)

7.1 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 ci-dessous :

Tableau 22 : composantes du rendement des ZR 2, 3 et 4 sur LH6 B

ZR	Culture	Plante/m ²	Tallage	Epis/m ²	Grain/m ²	Grains/épi	PMG	RDT
ZR 2	Blé tendre	280,6	1,9	542,2	18 000	33,2	46,8	84,2
ZR 3		309,8	1,4	439,4	13 455	30,6	45,5	61,2
ZR 4		285,7	1,4	408,9	12 091	29,6	47,6	57,5
	Moyenne	292,0	1,6	463,5	14 515	31,1	46,6	67,6

Malgré des conditions de semis satisfaisantes, les pertes à la levée s'élèvent à 27% en moyenne, une partie importante de ces pertes semblent liées à des dégâts d'oiseaux. Le niveau élevé du reliquat sorite hiver (117,2 kg/ha sur ZR 2, 94,9 kg/ha sur ZR 3 et 77,5 kg/ha sur la ZR 4) ont permis au blé de compenser leur levée un peu faible par un tallage qui permet d'atteindre des densités épis élevés, supérieur à la moyenne proche des 400 à 410 épis/m².

La fertilité est au même niveau que la moyenne, ainsi les densités grains sont cette année élevées. L'ensemble des composantes étant au niveau ou supérieures à la moyenne, les rendements obtenus en 2005 sont des records.

7.2 Suivi de l'état nutritionnel

Tableau 23 : biomasse produite et suivi nutritionnel, ZR 2, 3 et 4 de la LH6 B

Epi 1 cm (prélèvement du 5 avril 05)									
ZR	culture	MS total (kg/ha)	% N Dumas	INN épi 1 cm	N abs (kg/ha)	N abs total (kg/ha)	% P mesuré	P abs (kg/ha)	P abs total (kg/ha)
2	Blé tendre	1346,0	3,64	0,83	49,0	61,3	0,35	4,7	5,9
3		1678,7	3,33	0,78	55,9	69,9	0,37	6,2	7,8
4		1264,8	3,31	0,75	41,9	52,4	0,29	3,7	4,6
Moyenne		1429,8	3,4	0,78	48,9	61,2	0,34	4,9	6,1

Au stade épi 1 cm, on constate que la biomasse produite est importante pour du blé biologique, la moyenne sur 3 ans est de 1 130 kg/ha. Par contre les valeurs d'INN sont conformes à la moyenne. Cela montre quand même que les prélèvements d'azote furent importants, la quantité totale d'azote absorbée à ce stade est supérieure à la moyenne (42 kg/ha).

Floraison (prélèvements du 24 mai 2005)									
ZR	culture	MS total (kg/ha)	% N Dumas	INN Floraison	N abs (kg/ha)	N abs total (kg/ha)	% P mesuré	P abs (kg/ha)	P abs total (kg/ha)
2	Blé tendre	9641,9	1,42	0,72	136,9	171,1	0,17	16,4	20,5
3		9168,3	1,63	0,81	149,4	186,8	0,22	20,2	25,3
4		7259,7	1,45	0,65	64,8	81,0	0,16	7,1	8,9
Moyenne		8690,0	1,50	0,73	117,0	146,3	0,18	14,6	18,2

A la floraison des blés, les biomasses sont conformes à celles généralement obtenues, mais la teneur en azote dans les plantes est plus importante que d'habitude ce qui fait qu'en 2005 les blés étaient moins carencés en azote que les autres années (INN moyen = 0,5). Le niveau élevé des reliquats associés aux apports de fertilisant ont permis aux blés de n'être pas trop carencé cette année.

Récolte (prélèvement du 4 juillet 05)										
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	Blé tendre	10322,1	7154,9	17477,0	0,52	2,09	53,7	149,5	203,2	254,0
3		8189,0	5198,7	13387,7	0,60	2,03	49,1	105,5	154,6	193,3
4		6881,7	4888,3	11770,0	0,72	2,12	49,5	103,6	153,1	191,4
Moyenne		8464,3	5747,3	14211,6	0,61	2,08	50,7	119,5	170,3	212,9
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	Blé tendre	10322,1	7154,9	17477,0	0,04	0,32	4,1	22,9	27,0	33,8
3		8189,0	5198,7	13387,7	0,06	0,36	4,9	18,7	23,6	29,5
4		6881,7	4888,3	11770,0	0,04	0,29	2,8	14,2	17,0	21,3
Moyenne		8464,3	5747,3	14211,6	0,05	0,32	3,9	18,6	22,5	28,2

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

A la récolte, les biomasses mesurées (pailles et grains) sont supérieures aux valeurs moyennes. La teneur en azote dans les pailles est conforme à la moyenne, mais celle des grains est supérieure à cette dernière ce qui explique les hauts niveaux de teneur protéines mesurées. En effet les teneurs sont de 11,9% sur la ZR 2 ; 11,6% sur la ZR 3 et de 12,1% sur la ZR 4. Ces valeurs tout comme les quantités totales d'azote absorbé constituent des records depuis le début suivi.

8 Soja sur précédent Orge d'hiver (LH7)

8.1 Composantes du rendement

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 ci-dessous :

Tableau 24 : composantes du rendement ZR 1 sur LH7

ZR	Culture	Plante/m ²	Gousses/m ²	Grains/m ²	Grains/Gousse	PMG	RDT q/ha
ZR 1	Soja	40,4	755,2	1411,2	1,9	201,8	28,5

Malgré les problèmes énoncés auparavant, les composantes du rendement du soja sont à un niveau supérieur ou égal à la moyenne 2002-04. Seule la densité gousse est un peu inférieure aux valeurs moyennes (moyenne = 2,1 grain/gousse), mais même le PMG est satisfaisant, au niveau de la récolte 2002. Ainsi le rendement mesuré est tout à fait satisfaisant pour un soja cultivé en sec.

8.2 Suivi de l'état nutritionnel azoté

Tableau 25 : biomasse produite et suivi nutritionnel, ZR 1 sur LH7

Floraison (prélèvement du 4 juillet 05)									
ZR	Culture	MS total (kg/ha)	% N Dumas	INN à floraison	N abs (kg/ha)	N abs total (kg/ha)	% P mesuré	P abs (kg/ha)	P abs total (kg/ha)
1	Soja	1721,4	3,87	0,90	66,6	83,3	0,36	6,2	7,8

Récolte (prélèvement du 12 octobre 05)										
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	Soja	2807,0	2420,9	5227,9	1,72	7,27	48,3	176,0	224,3	280,4
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	Soja	2807,0	2420,9	5227,9	0,24	0,63	6,7	15,3	22,0	27,5

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

A nouveau et malgré les multiples carences rencontrées, le développement des soja en terme de biomasse, de teneur en azote et donc de quantité d'azote absorbée ne semble pas être particulièrement affecté. L'absence de référence en 2002 et la présence de 2003 (année de la canicule) font que nous disposons de trop peu de valeurs pour réaliser des comparaisons avec les années précédentes.

La teneur en huile mesurée est élevée (43,5%) supérieure à celle des autres années (moyenne à 40%).

9 Blé tendre sur précédent Soja (LH8) :

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. Sur cette parcelle 2 variétés de blé étaient semées, Orpic et Arpège, la ZR 8 était semée en intégralité avec la variété Arpège.

Les résultats des composantes du rendement sont présentés ci-dessous :

Tableau 26 : composantes du rendement ZR 8 sur LH 8

ZR	Culture	Plantes/m ²	Epi/m ²	Tallage	Grain/m ²	Grains/épi	PMG norme	RDT norme
8	Blé tendre	316,2	306,0	1,0	7406,5	24,2	47,6	35,3

Sur cette parcelle par rapport à la LH6B, les levées furent un peu meilleures avec une perte de 21% en moyenne. Par contre le reliquat après soja reste très inférieur à celui après féverole (36,7 kg/ha après soja contre une moyenne de 83,4 kg/ha après féverole). Cette différence d'azote minérale explique le faible tallage et les plus faibles densités épis sur cette zone. Par la suite et malgré les deux apports de fertilisant, la fertilité est restée faible avec seulement 24,2 grains/épi pour une moyenne de l'ordre de 32,5 grains/épi. Ainsi la densité grain reste assez faible et pénalise le rendement par rapport à la parcelle LH6B.

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

Epi 1 cm (prélèvement du 5 avril 05)									
ZR	culture	MS total (kg/ha)	% N Dumas	INN épi 1 cm	N abs (kg/ha)	N abs total (kg/ha)	% P mesuré	P abs (kg/ha)	P abs total (kg/ha)
8	Blé tendre	897,8	2,51	0,57	22,5	28,1	0,13	1,2	1,5

Floraison (prélèvement du 21 mai 05)									
ZR	culture	MS total (kg/ha)	% N Dumas	INN floraison	N abs (kg/ha)	N abs total (kg/ha)	% P mesuré	P abs (kg/ha)	P abs total (kg/ha)
8	Blé tendre	4468,6	1,15	0,42	51,4	64,3	0,17	7,6	9,5

Les observations faites précédemment vis à vis des différences de développement et de reliquat azotés entre les précédents féverole et soja se retrouvent à nouveau. Sur cette parcelle, la biomasse produite au stade épi 1 cm est faible, tout comme la teneur en azote dans les plantes. Ainsi l'INN est de 0,6 ce qui est plutôt faible à ce stade.

A la floraison, après les apports de fertilisants, la biomasse reste faible surtout par rapport au développement observé cette même année sur la LH6B. La teneur en azote mesurée est satisfaisante probablement du fait du 2^{ème} apport de fertilisant. Par contre l'INN est encore faible avec 0,47 mais cette valeur reste proche de la moyenne (0,5).

Récolte (prélèvement 4 juillet 05)										
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	Blé tendre	4363,8	2998,1	7361,9	0,42	1,61	18,3	48,3	66,6	83,3
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	Blé tendre	4363,8	2998,1	7361,9	0,04	0,34	1,7	10,2	11,9	14,9

A la récolte on observe un rapport MS paille sur MS grain plutôt déséquilibré avec 0,68 alors que la valeur normale tourne autour de 1. La teneur en azote dans les pailles et dans les grains est un peu faible, et les teneurs en protéines s'en ressentent, sur cette parcelle elle atteint seulement 9,2%. Ceci concorde avec les quantités totales d'azote absorbées qui reste en deçà des valeurs moyenne (138 kg/ha).

10 DISCUSSION SUR LES RESULTATS DE L'ANNEE

10.1 Cultures d'hiver

- Céréales à pailles : cette année deux parcelles étaient cultivées en blé d'hiver, la parcelle LH6B sur précédent féverole et la parcelle LH8 sur précédent soja. Pour ces deux parcelles la date et les conditions de semis étaient équivalentes. Par contre la différence très importante entre ces deux parcelles provient des reliquats présents au stade épi 1 cm. Ces derniers s'élèvent à 83,4 kg/ha en moyenne contre seulement 36,7 kg/ha après soja (les valeurs restent élevées de part l'absence de précipitations hivernales et donc un lessivage très limité). Cette différence d'azote disponible a entraîné des résultats très différents d'une parcelle à l'autre, avec principalement des résultats maximisés sur la parcelle LH6B qui a pu concilier rendement et teneur en protéine élevé.
- Féverole : la 1^{ère} constatation concernant cette culture est l'influence des conditions et de la date de semis. En effet sur la parcelle LH1 seule une zone fut semée en bonnes conditions (ZR 12). Les résultats obtenus sur la ZR 12 et sur la ZR 9 (conditions et date de semis satisfaisante) sont très supérieures à ceux obtenus sur les deux zones semées tardivement en conditions limites : 33,7 q/ha et 29,6 q/ha pour les ZR 9 et 12 contre 5,9 q/ha et 10,6 q/ha pour les ZR 12 et 11. Attention toutefois, même si les conditions de semis ont influencés les résultats, la ZR 10 présente toujours des résultats plus faibles de part son sol très superficiel, et la ZR 11 est pentue et orientée au Nord.

10.2 Cultures d'été

Les conditions sèches du printemps ont été favorables aux préparations de sol avant culture d'été. De plus les reliquats azotés élevés ont pu être conservés longtemps de part l'absence de précipitations abondantes.

- Tournesol, les résultats de cette année sont excellents aussi bien pour le rendement que pour la teneur en huile qui atteint un record. Les conditions énoncées plus haut associées à des précipitations estivales abondantes après la floraison ont permis au tournesol de se développer intensément.
- Pour le soja, les conditions de semis associées aux précipitations estivales ont permis à la culture d'atteindre un rendement satisfaisant. Les différents symptômes de carence observés ne semblent pas avoir fortement limité le rendement ni même la teneur en azote des plantes. Par contre le problème le plus important fut la très lente maturation des cultures (cette dernière fut amplifiée par les précipitations d'août et septembre). Non seulement la maturation fut très tardive ce qui a retardé la récolte, mais le reverdissement des cultures a fortement perturbé le battage. Malgré cette récolte tardive, les grains ont été moissonnés à 15,9% d'humidité et ces derniers présentaient régulièrement des traces de moisissures grises.

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 rangs 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 identification		nov-02			mars-03			N-NO3 kg/ha	N-NH4 kg/ha	Nmineral kg/ha
		N-NO3 kg/ha	N-NH4 kg/ha	Nmineral kg/ha	N-NO3 kg/ha	N-NH4 kg/ha	Nmineral 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 / bottillon 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 / bottillon 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

Annexe V : Suivi photo soja en végétation



Décoloration jaune sur jeunes plantes



Soja sans décoloration avec nodosité ; soja avec décoloration sans nodosité



Décoloration et grillure sur feuille le 7 septembre 2005.