

SUIVI DES CULTURES
SUR LE DOMAINE EXPERIMENTAL
DE LA HOURRE
CAMPAGNES 2002-2003



Action réalisée avec le concours financier de :

L'Etat Français, du Conseil Régional de Midi-Pyrénées et de l'A.N.D.A.

Mars 2004

C.R.E.A.B. Midi-Pyrénées
LEGTA Auch-Beaulieu
32 020 AUCH Cedex 09
Tél : 05.62.61.71.29 ▲ Fax : 05.62.61.10
Courriel : auch.creab@voila.fr

Loïc PRIEUR, Responsable technique
Laurent LAFFONT Technicien

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 d'une publication qui leur est propre, 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.

1 INTRODUCTION

1.1 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 synthétiser sur la Carte 1 ci-contre.

1.2 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 précédé 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 | Orge | Luzerne | Luzerne | Luzerne | 1.3 <u>Tournesol</u> |

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} répondant 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 2002-2003

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 moins 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 2002-03

Les données climatiques présentées sont issues du poste Météo-France d'Auch-Lamothe : Latitude 43°41' N ; Longitude 000°36' E ; Altitude 121 m ; Indicatif 32013005.

Les références des moyennes climatiques sont les suivantes :

Précipitations : moyenne sur 49 ans (1954 – 2002)

Températures : moyenne sur 44 ans (1959 – 2002)

ETP Penman : moyenne sur 17 ans (1986 – 2002)

1.2.1 Un automne doux et pluvieux

L'automne 2002 se caractérise par des températures douces (+ 0,5 °C en octobre et + 1,6 °C en novembre par rapport à la moyenne) et des précipitations abondantes avec 234,4 mm d'octobre à décembre pour une moyenne qui se situe à 184,8 mm.

Les conditions climatiques ont été défavorables aux travaux de pré semis et de semis, les jours disponibles pour réaliser les travaux de sol sont restés limités durant le mois de novembre et se résument à quelques jours pendant le mois de décembre. Cet excédent d'eau et la vague de froid arrivés à la mi-décembre n'ont pas favorisé un développement correct des cultures d'hiver (tallage pour céréales à pailles, faible croissance et légère décoloration pour les féveroles).

1.2.2 Un hiver froid et humide

L'hiver 2003 se caractérise par des températures d'abord supérieures à la moyenne en décembre (+2,45°C avec aucun jour de gel) puis inférieures à la moyenne (- 0,9 °C en janvier, et - 1,5 °C en février). Les précipitations quant à elles sont très mal réparties : au mois de janvier + 28,2 mm, - 9,1 mm en février et - 5,4 mm en mars.

Les fortes précipitations du mois de janvier ont empêché toutes interventions (désherbage) dans les parcelles jusqu'à la mi-février. Ce sont les épisodes fréquents de vent d'autan qui ont asséché les parcelles entraînant la formation d'une croûte en surface limitant la pénétration des dents de la herse étrille et par la même son efficacité. Le mois de mars marque le début de la grande période de chaleur et de déficit hydrique.

1.2.3 Un printemps sec et chaud

Le printemps 2003 (avril à juin) présente des températures supérieures à la moyenne (en avril + 1,9°C, en mai + 1 °C et en juin + 5 °C) avec des précipitations faibles (- 62,5 mm par rapport à la moyenne). Les mois d'avril et de mai ont été faiblement arrosés alors qu'en général se sont les mois les plus pluvieux de l'année.

Les conditions climatiques du printemps ont défavorisé la bonne alimentation hydrique et minérale des céréales d'hiver et de printemps. En effet, les fertilisants apportés ont été très peu efficaces car les précipitations n'ont pas été assez abondantes pour permettre un bon délitage des bouchons d'engrais. De plus, les fortes chaleurs de la fin mai à la mi-juin ont altéré le rendement et raccourci considérablement le cycle de développement des céréales à paille et des protéagineux d'hiver. Leur récolte a été avancée d'une quinzaine de jours. En ce qui concerne les cultures d'été, les semis ont été réalisés dans de bonnes conditions, sur des sols affinés et bien ressuyés. Les levées ont été rapides et homogènes car le sol était chaud même à la fin avril.

1.2.4 Un été très sec et très chaud

Les conditions climatiques de l'été 2003 rentreront dans les annales pour ses très fortes chaleurs qui ont duré tout l'été (en juillet + 2 °C, en août + 5,3°C et en septembre + 0,7 °C) et ses faibles pluviométries (2,2 mm en juillet ; 68,6 mm en août en deux épisodes pluvieux et 54,6 mm en septembre seul mois qui se rapproche de la moyenne).

Les cultures d'été ont très mal supporter la chaleur notamment le soja qui a fait 6 q/ha en moyenne avec des grains tous fripés impropres à la consommation humaine. Seul le tournesol a réussi à limité les dégâts avec un rendement moyen de 13,5 q/ha. Les travaux de sol après culture d'hiver n'ont pu être réalisés qu'à la fin du mois d'août au retour des pluies, du fait de sol trop dur et trop sec.

2 Parcelle LH1 : orge d'hiver + trèfle violet, précédent féverole

Tableau 3 : itinéraire technique parcelle LH1

| Interventions | Date | Outils | Remarques |
|---------------|------------|-----------------------------|--|
| Déchaumage | 06/08/2002 | Déchaumeur à ailettes | Limitation du salissement |
| Labour | 09/09/2002 | Charrue | Sur sol sec |
| Reprise | 25/09/2002 | Vibroculteur | Reprise / faux semis |
| Semis | 19/11/2002 | Semis en combiné | Variété : Platine ; densité : 170 kg/ha |
| Rouler | 20/11/2002 | Cultipacker | Car sol soufflé |
| Désherbage | 18/02/2003 | Herse étrille | Réglage 4/6 à 6 km/h |
| Fertilisation | 24/03/2003 | Amazone type DP 12 | Potazos 13-0-0 : 40 unités |
| Désherbage | 25/03/2003 | Herse étrille | Réglage 6/6 à 8 km/h |
| Semis E.V. | 18/04/2003 | Micro granulateur : Delimbe | trèfle violet Diper, densité 3 à 5 kg/ha |
| Désherbage | 25/04/2003 | Herse étrille | Réglage 6/6 à 8 km/h |
| Récolte | 18/06/2003 | Moissonneuse | Rendement machine : 30,6 q/ha |

Cet automne, les conditions de semis ont été difficiles car les sols n'étaient pas totalement ressuyés (parcelle versant nord). Toutefois le semis eu lieu après une période d'une dizaine de jours sans précipitations, car les prévisions météo prévoyaient à nouveau des passages pluvieux.

Après le semis, l'excès d'eau a engendré des levées lentes et des décolorations jaunes sur les parties les plus hydromorphes. Le froid des mois de février et mars (longue période de gel) n'a pas favorisé le tallage.

Les interventions de désherbage n'ont pu commencer qu'à la mi-février après l'arrêt des pluies. Le salissement de la parcelle reste modéré, les principales adventices d'hiver sont présentes (moutarde, rapistre, véronique), à l'exception des graminées les plus concurrentes (folle avoine, vulpin, etc.). Les fertilisants apportés à la fin du mois de mars ont eu du mal à se déliter car les précipitations étaient rares et peu importantes (< à 10 mm). La pression maladie est restée faible seule la rouille naine est apparue en fin de cycle vers la fin mai.

La récolte a eu lieu à la mi-juin, 15 jours avant des dates plus normales. Les chaleurs et la sécheresse du printemps ont raccourci le cycle de développement de l'orge. Le rendement moyen obtenu est de 30 q/ha.

Le semis de l'engrais vert sous couvert de l'orge s'est réalisé dans de bonnes conditions pédoclimatiques mais l'absence de pluies suffisante du mois d'avril au mois de mai n'ont pas permis une bonne levée. Par la suite, le déficit hydrique fut tellement important que même les rares trèfles levés sont morts déshydratés.

3 Parcelles LH2 et 3 : blé tendre + trèfle violet sur précédent pois chiche/lentille

Tableau 4 : itinéraire technique parcelles LH 2 et 3

| Interventions | Date | Outils | Remarques |
|----------------------|-------------|-----------------------------|--|
| Labour | 09/09/2002 | Charrue | Sol sec |
| Reprise | 26/09/2002 | Vibroculteur | Faux semis |
| Semis | 19/11/2002 | Semis en combiné | Variété : Arpège ; densité : 160 kg/ha |
| Roulage | 20/11/2002 | Cultipacker | Sol soufflé |
| Désherbage | 18/02/2003 | Herse étrille | Réglage 4/6 à 6 km/h |
| Fertilisation | 24/03/2003 | Amazone type DP 12 | Potazos 13-0-0 : 40 unités |
| Désherbage | 25/03/2003 | Herse étrille | Réglage 6/6 à 8 km/h |
| Semis E.V. | 18/04/2003 | Micro granulateur : Delimbe | Trèfle violet Diper, densité 3 à 5 kg/ha |
| Fertilisation | 25/04/2003 | Amazone type DP 12 | 40 u de Potazos (13-0-0) |
| Désherbage | 25/04/2003 | Herse étrille | Réglage 6/6 à 8 km/h |
| Récolte | 18/06/2003 | Moissonneuse | Rendement machine : 19,8 q/ha |

Cet automne, les conditions de semis ont été difficiles car les sols n'étaient pas totalement ressuyés (parcelle enclavée dans les bois). La variété semée est Arpège à une densité de 160 kg/ha. Comme pour l'orge sur la parcelle LH 1, la décision de semer fut prise pour les raisons évoquées précédemment.

Après le semis, l'excès d'eau a engendré des levées lentes. Le froid du mois de mars et de février (longue période de gel) fut défavorable au tallage.

Les interventions de désherbage n'ont pu commencer qu'à la mi-février après l'arrêt des pluies. Le salissement de la parcelle reste faible, les principales adventices d'hiver sont présentes (renouée liseron, renouée des oiseaux, véroniques, etc.). Les fertilisants apportés à la fin du mois de mars ont eu du mal à se déliter car les précipitations étaient rares et peu importantes (< à 10 mm). L'apport de la fin du mois d'avril fut le moins efficace car les bouchons étaient encore présents sur le sol à la récolte.

La pression maladie est restée faible, seule la rouille brune est apparue en fin de cycle à la fin mai mais elle n'a pas engendré de chute de rendement, car les feuilles étaient en partie en sénescence du fait des excès de température.

La récolte a eu lieu au début du mois de juillet, 15 jours avant des dates plus normales. Les chaleurs et la sécheresse du printemps ont raccourci le cycle de développement et limité le rendement par la suite (20 q/ha). Par contre comme cela arrive en cas de chaleur importante, la formation des sucres dans le grain (amidon) fut stoppée avant la synthèse des protéines, ce qui fait que proportionnellement au poids du grain la teneur en protéine a augmenté. Sur cette parcelle les teneurs moyennes sur grains sont de l'ordre de 11,6%, ce qui est élevé en agriculture biologique.

Le semis de l'engrais vert sous couvert du blé s'est réalisé dans de bonnes conditions pédoclimatiques mais l'absence de pluies suffisante au mois d'avril et de mai n'ont pas permis une bonne levée. Par la suite, le déficit hydrique fut tellement important que les trèfles ont soit disparu, soit sont restés chétifs au ras du sol.

4 Parcelle LH 4 :trèfle violet en jachère sur précédent tournesol

La récolte du précédent tournesol eu lieu le 19 septembre 2002

Tableau 5 : itinéraire technique LH 4

| Interventions | Date | Outils | Remarques |
|----------------------|-------------|-----------------------|---|
| Déchaumage | 25/09/2002 | Déchaumeur à ailettes | Destruction des tiges et préparation lit de semence |
| Semis | 02/10/2002 | Semoir à céréale | Trèfle violet : Diper ; densité 10 kg/ha |
| Roulage | 02/10/2002 | Cultipacker | Pour favoriser la levée des petites graines |
| Broyage | 14/05/2003 | Broyeur | A marteau à axe horizontal |
| Broyage | 23/06/2003 | Broyeur | A marteau à axe horizontal |

Pour le semis de l'engrais vert, le travail de préparation du sol a été simplifié, afin de réaliser rapidement le semis pour que les plantes puissent lever avant le retour de conditions climatiques fraîches limitant le développement du trèfle. Un travail superficiel au déchaumeur à ailettes a suffi pour casser les tiges de tournesol et préparer le lit de semence. Le semis eu lieu avec un semoir à céréales avec une densité doublée par rapport au semis sous couvert afin d'assurer un peuplement conséquent en hiver.

Le trèfle violet a bien levé sa répartition spatiale est homogène. Le 18 octobre 2002, il était au stade cotylédons (en règle générale le trèfle violet met de l'ordre d'un mois avant de levée).

Pendant l'hiver rigoureux, le trèfle violet n'a pas évolué, il est resté très chétif. Profitant de peu de concurrence, les mauvaises herbes se sont développées notamment les chardons des champs (par ronds) et les helminthies (surtout sur le bas de la parcelle).

Dans le courant du mois de février le trèfle violet était au stade 2 à 3 feuilles trifoliées. La densité était bonne mais les mauvaises herbes furent nombreuses (chardons des champs, helminthies, véroniques, betterave sauvage,...), de plus de nombreuses zones de sol peu couvertes par le trèfle étaient présentes.

Lors de la visite du 5 mars 2003, la répartition du trèfle violet était visuellement très hétérogène, sûrement du fait du développement des mauvaises herbes qui cachaient l'engrais vert par endroit. A cette date, le trèfle violet était au stade 2 à 3 bourgeons axillaires.

Le 1^{er} broyage de l'engrais vert fut surtout une fauche de "nettoyage" pour éviter que les adventices ne grainent et salissent totalement la parcelle. Après le 2^{ème} broyage, réalisé pour éviter la montée en graine du trèfle, la sécheresse du printemps et de l'été n'a pas permis une repousse de l'engrais vert. Ce dernier a été détruit à la fin du mois d'août par le labour sans broyage préalable (la matière sèche fut estimée à moins d'une tonne par hectare).

5 Parcelle LH6 A1 : féverole d'hiver sur précédent orge d'hiver

Tableau 6 : itinéraire technique LH 6 A1

| Interventions | Date | Outils | Remarques |
|---------------|------------|-----------------------|--|
| Déchaumage | 17/07/2002 | Déchaumeur à ailettes | Déchaumage et limitation du salissement |
| Déchaumage | 06/08/2002 | Déchaumeur à ailettes | Sol ressuyé, friable |
| Labour | 06/09/2002 | Charrue | Sol ressuyé |
| Reprise | 25/09/2002 | Vibroculteur | Faux semis |
| Reprise | 16/12/2002 | Herse rotative | Destruction faux semis |
| Semis | 17/12/2002 | Semoir monograine | Variété : castel ; densité : 30 grains/m ² ; Ecartement : 60 cm |
| Désherbage | 18/02/2003 | Herse étrille | Réglage : 4/6 à 6,5 km/h |
| Désherbage | 20/03/2003 | Bineuse | 3 socs en cœur par inter-rangs |
| Récolte | 30/06/2003 | Moissonneuse | Rendement : 5,5 q/ha |

Les interventions de déchaumage ont commencé très tôt dans l'été 2002, elles ont permis de faire lever les graines d'adventices d'autant plus que l'été fut pluvieux. Les passages successifs du déchaumeur à ailettes ont permis de lutter contre les vivaces et autres adventices présentes (chardons des champs, chiendents, rumex,...). Le labour reste le 1^{er} outil de désherbage en agriculture biologique, ici positionné après plusieurs faux semis, il parachève le travail d'assainissement des graines d'adventices contenues dans le sol. De plus, il facilite le ressuyage des sols et pour le semis de la féverole il permet un positionnement de la graine à une profondeur de 5 à 6 cm.

Le semis a été réalisé au monograine, à un écartement de 60 cm le 20 décembre. Cette technique testée par le CREAB depuis 2002, nous a donné satisfaction car elle permet :

un semis régulier qui permet des levées régulières et homogènes

de réaliser un semis en profondeur (supérieur à celui d'un semoir céréales)

de réaliser le désherbage à l'aide de la herse étrille et de la bineuse, ceci est important car le binage peut se faire sur une période beaucoup plus longue que la herse étrille et cette technique reste efficace quel que soit le stade de l'adventice

Lors du semis les conditions de sol étaient juste ressuyées, le tracteur a marqué au sol mais la terre ne collait pas aux roues et aux éléments semeurs. Les graines de féverole ont été positionnées à une profondeur d'environ 5 cm.

Après la levée, les sitones ne sont apparues que très tardivement, au retour de la douceur à la fin février.

Cette année, le printemps sec et chaud fut très défavorable à la féverole. La sécheresse puis l'apparition de la rouille (1^{ère} pustule observée le 23 avril) au moment de la floraison et du remplissage des grains a fait considérablement chuter le rendement : en moyenne 5,5 q/ha.

En fait, il semble que le 1^{er} facteur limitant cette année fut les forts coups de chaleurs de la fin mai et début juin (température journalière maximale ; 23 mai = 32,2 °C ; 29 et 30 mai = 31,5 et 32,5°C puis en juin entre le 9 et le 24 la température moyenne maximale de ces 16 jours fut de 31,9°C). Ces forts coups de chaleurs ont entraîné des avortements de fleurs et de gousses sur les 2/3 supérieurs des plantes, à la récolte seul le pédoncule était présent les fleurs et gousses ayant disparues.

6 Parcelle LH 6 A2 : orge d'hiver sur précédent trèfle violet

Tableau 7 : itinéraire technique LH 6 A2

| Interventions | Date | Outils | Remarques |
|---------------|------------|-----------------------|---|
| Déchaumage | 27/08/2002 | Déchaumeur à ailettes | Destruction trèfle (pénétration difficile) |
| Déchaumage | 20/09/2002 | Déchaumeur à ailettes | Destruction trèfle |
| Reprise | 25/09/2002 | Vibroculteur | Sol ressuyé |
| Semis | 19/11/2002 | Semis en combiné | Variété : Astrid ; densité : 175 kg/ha ; Variété : Platine ; densité : 170 kg/ha |
| Désherbage | 18/02/2003 | Herse étrille | Réglage : 4/6 à 6,5 km/h |
| Fertilisation | 24/03/2003 | Amazone type DP 12 | 40 U de 13-0-0 Potazos |
| Désherbage | 25/03/2003 | Herse étrille | Agressivité 6/6 |
| Récolte | 30/06/2003 | Moissonneuse | Rendement : 35 q/ha |

Le trèfle violet a été détruit par deux passages de déchaumeur à ailettes. Le sol était sec et difficilement pénétrable par les dents du déchaumeur lors du 1^{er} passage, c'est la raison pour laquelle un 2^{ème} passage eu lieu, après un épisode pluvieux permettant une meilleure pénétration des ailettes..

Le semis a été réalisé dans de bonnes conditions pédoclimatiques sur un sol ressuyé et un lit de semence bien affiné. Les levées ont été bonnes, il n'y eut pas de manque et les limaces n'ont fait aucun dégât apparent. Au 12 décembre les levées étaient homogènes, les orges étaient au stade une feuille, le 7 janvier ils étaient au stade début tallage, et le 12 février 2003 au stade plein tallage. Le stade épi 1 cm est apparu aux alentours du 26 mars, le stade du gonflement aux alentours du 23 avril, le stade épiaison le 5 mai.

Un prélèvement de sol réalisé sur la ZR 6, le 12 février permet de quantifier le reliquat azoté (en kg/ha) après la jachère de trèfle :

| Horizon | N-NO3 | N-NH4 | N Minéral |
|------------|-------|-------|-----------|
| 0 – 30 cm | 20,8 | 3,6 | 24,5 |
| 30 – 60 cm | 16,5 | 3,0 | 19,4 |
| 60 – 90 cm | 2,3 | 1,2 | 3,5 |
| Total | 39,6 | 7,8 | 47,4 |

On notera que les cultures présentes en bas de la parcelle (côté sud, au niveau de la bande enherbée située entre la LH6A et la LH 7) ont souffert de l'hydromorphie présente de la fin décembre à la 1^{ère} semaine de mars (décoloration jaune).

Le salissement de la parcelle fut modéré, seules quelques moutardes sont apparues. Après étrillage le 5 mars l'orge s'est redressé, et a en partie étouffé les adventices qui ont germées par la suite. Les maladies sont arrivées tardivement, à partir de la mi-mai. La rouille naine est surtout apparue sur la variété Astrid qui semble plus sensible que la variété Platine.

L'orge a bénéficié de reliquat azoté tout au long de son cycle de végétation ce qui lui a permis d'exprimer son potentiel et de faire un rendement moyen de 35 q/ha.

7 Parcelle LH 6B : tournesol sur précédent blé

Tableau 8 : itinéraire technique LH6 B

| Interventions | Date | Outils | Remarques |
|----------------------|-------------|-----------------------|---|
| Déchaumage | 27/08/2002 | Déchaumeur à ailettes | Déchaumage |
| Labour | 18/10/2002 | Charrue | Sol ressuyé |
| Reprise | 14/03/2003 | Vibroculteur | Sol ressuyé en surface |
| Reprise | 17/04/2003 | Vibroculteur | Sur les ronds de moutardes |
| Reprise | 22/04/2003 | Vibroculteur | Sol ressuyé |
| Semis | 24/04/2003 | Semoir monograine | Variété : Salsa RM et Aréna RM; densité : 75 000 grains/ha |
| Désherbage | 03/06/2003 | Binage | |
| Récolte | 27/08/2003 | Moissonneuse | Rendement : 13,5 q/ha |

Sur argilo-calcaire, le labour d'automne pour un semis de printemps ou d'été est primordial dans la réussite de la préparation du sol et du semis de la culture. En effet, le labour évolua favorablement pendant l'hiver sous l'effet du gel et des pluies. (cf. : rapport engrais vert 2002-2003). Cette année les conditions de sol favorable lors du labour (absence de lissage) associé au gel hivernal, ont permis d'obtenir un état structural très satisfaisant au moment du semis, avec des sols bien aérés sur la profondeur du labour.

Ce printemps a été sec, les reprises au vibroculteur ont pu se faire dans de bonnes conditions de sol ressuyé. Ils ont permis de détruire les nombreuses moutardes qui levaient. Le semis s'est fait sur un lit de semence affiné et dans un sol réchauffé. En effet, le semis a été réalisé le 24 avril et le tournesol était au stade cotylédons le 5 mai 2003. Aucune attaque de limace n'a été observée. Les œufs de celle-ci ont du être en partie détruit par les nombreux passages de vibroculteur, associé au vent d'Autan qui a asséché le sol en surface.

Les variétés utilisées sont résistantes aux 3 races de mildiou et Salsa RM est notée résistante au phomopsis. Cette année, la pression maladie est restée très faible et les plantes sont restées saines jusqu'à la récolte.

Le stade floraison est apparu le 8 juillet 2003, mais les tournesols sont restés en fleurs peu de temps. Cette année, grâce aux préparations de sol favorables, à une bonne implantation du pivot, et part le fait que la racine pivotante du tournesol soit capable d'extraire de l'eau en profondeur, le rendement reste satisfaisant avec 13,5 q/ha, alors que les tournesols n'ont reçu que 157,6 mm entre le semis et la récolte (un épisode pluvieux les 5 et 6 mai de 50 mm, un autre le 4 juin de 30 mm, 11 mm le 24 juin, les dernières pluies étant arrivées la dernière semaine avant la récolte). Cette année montre l'importance capitale de réaliser des interventions permettant un ameublissement du sol en profondeur et sans lissage, pour réussir la culture du tournesol, même sur une année particulièrement sèche.

8 Parcelles LH 7 : Soja sur précédent blé tendre

Tableau 9 : itinéraire technique LH 7

| Interventions | Date | Outils | Remarques |
|----------------------|-------------|-----------------------|--|
| Déchaumage | 07/08/2002 | Déchaumeur à ailettes | Déchaumage, limitation du salissement |
| Labour | 18/10/2002 | Charrue | Sol ressuyé |
| Reprise | 13/03/2003 | Vibroculteur | Faux semis |
| Reprise | 22/04/2003 | Vibroculteur | Reprise |
| Semis | 28/04/2003 | Semoir monograine | Variété : Agatha et Paoki ; densité : 555 000 grains/ha |
| Désherbage | 03/06/2003 | Binage | |
| Désherbage | 25/06/2003 | Binage | |
| Récolte | 19/09/2003 | moissonneuse | Rendement : 6 q/ha |

Comme pour le tournesol, les préparations de sol à l'aide de la charrue associé aux gels hivernaux ont permis d'obtenir un état structural satisfaisant pour le semis du soja.

Les nombreuses reprises au printemps ont permis de faire des faux semis pour éliminer les plantules d'adventices qui ont levé pour diminuer ainsi le stock de graines d'adventice contenu dans le sol.

Le soja a été semé sur un sol affiné, réchauffé et ressuyé. Le semis s'est fait au monograine à un écartement entre rang de 60 cm. La levée a été rapide car le 5 mai le soja était levé. Le stade début floraison est apparu le 24 juin.

Le désherbage s'est effectué par le passage de la bineuse à 3 semaines d'intervalle. La parcelle est restée propre tout le long du cycle de développement du soja d'autant plus qu'il n'a presque pas plu cet été.

Les conditions climatiques sèches et chaudes ont perturbé le cycle de développement du soja. La hauteur d'insertion de la 1^{ère} gousse fut très basse, le PMG présente des valeurs inférieurs de 50% par rapport aux moyennes des années précédentes, et peu de temps avant la récolte, qui pourtant fut avancée cette année, des éclatements de gousses engendrant des pertes de grains ont été observée sur la parcelle. Le rendement fut de 6 q/ha avec des grains fripés et pour la majorité du lot impropre à la consommation humaine.

9 Parcelles LH 8 : blé tendre sur précédent soja

Tableau 10 : itinéraire technique LH 8

| Interventions | Date | Outils | Remarques |
|----------------------|-------------|-----------------------|--|
| Déchaumage | 03/10/2002 | Déchaumeur à ailettes | Déchaumage du soja |
| Semis | 20/11/2002 | Semis en combiné | Variété : Arpège et Orpic ; densité : 160 kg/ha |
| Roulage | 20/11/2002 | Cultipacker | Car graines en surface |
| Désherbage | 18/02/2003 | Herse étrille | Réglage 4/6 à 6 km/h |
| Fertilisation | 25/03/2003 | Amazone type DP 12 | 60 u de Potazos (13-0-0) |
| Désherbage | 25/03/2003 | Herse étrille | Réglage 6/6 |
| Fertilisation | 25/04/2003 | Amazone type DP 12 | 40 u de Potazos (13-0-0) |
| Récolte | 01/07/2003 | Moissonneuse | Rendement machine : 20 q/ha |

Sur cette parcelle, un seul déchaumage a eu lieu avant le semis car la récolte du soja a été tardive. Malgré tout ce déchaumage a fait office de faux semis et c'est la herse rotative, lors du semis qui a détruit le faux semis. Entre les deux passages d'outils, il y eut principalement des repousses des sojas, détruites par la rotative.

Les conditions de semis étaient moyennes car il restait beaucoup de débris végétaux à la surface du sol qui ont maintenu de l'humidité au sol, ainsi lors du semis les peignes situés derrière le semoir ont été enlevés pour limiter les bourrages. De plus, lors du semis, les sabots du semoir ont eu du mal à bien pénétrer dans le sol, et de nombreuses graines étaient visibles en surface du sol. Afin de favoriser la levée de ces graines (avant déprédation par les oiseaux) la décision fut prise de passer le rouleau. A posteriori il nous semble plus judicieux de recouvrir les graines à l'aide de la herse étrille, plutôt que le rouleau, afin de ne pas limiter l'action de cette dernière pour les désherbages ultérieurs.

Malgré les conditions limites de semis, les limaces n'ont pas fait de dégât sur la culture au moment de la levée. Le blé était au stade 3 feuilles vers le 7 janvier, au stade plein tallage à la mi-février, le stade épi 1 cm est apparu vers le 26 mars.

La parcelle est restée relativement propre. Les passages de herse étrille ont maintenu un niveau de propreté satisfaisant, malgré une action de la Herse étrille limitée par l'état du sol, du fait du passage du cultipacker en post semis, et des nombreuses précipitations hivernales qui ont augmenté le tassement du sol. Quelques ronds de chardons des champs sont apparus au cours du printemps.

Les fertilisants apportés au printemps ont été quasi inefficaces car les pluies n'ont pas été suffisantes pour permettre un bon délitage des bouchons. A la récolte, on apercevait encore des traces de bouchons au sol.

La rouille brune est apparue tardivement, à partir de la mi-mai. Visuellement cette maladie a plus touché la variété Arpège qu'Orpic.

La récolte a eu lieu le 1^{er} juillet, le rendement moyen est de 20 q/ha, pour 11,6% de protéines pour Arpège et 12,3% pour Orpic.

10 Bilan de la campagne 2002-2003 en AB.

Tableau 11 : récapitulatif des résultats 2003

| Parcelle | Cultures | Rendement | % protéines | Remarques |
|----------|---------------------|-------------------------|-------------|---|
| LH1 | Orge d'hiver | 30 q/ha | - | Faible tallage, mais rendement satisfaisant grâce au précédent trèfle violet |
| LH2 et 3 | Blé tendre | 19 q/ha | 11,6 % | Rendement limité par une fertilité déficitaire |
| LH4 | Trèfle violet | 5,1 T _{MS} /ha | - | 2 coupes : 14 mai = 1,7 T _{MS} /ha ; 23 juin = 3,4 T _{MS} /ha |
| LH6 A1 | Féverole | 5,5 q/ha | - | Rendement fortement limité par les coups de chaleur ayant entraîné des avortements de fleurs et gousses sur les 2/3 supérieurs des plantes |
| LH6 A2 | Orge d'hiver | 35 q/ha | - | |
| LH6B | Tournesol | 13,5 q/ha | - | Les travaux réalisés en conditions de sol parfaitement ressuyées ont permis une bonne installation du pivot limitant ainsi les effets de la sécheresse |
| LH7 | Soja | 6 q/ha | 44,5 % | Sécheresse et canicule ont fortement perturbé le cycle du soja, ce dernier a subi des éclatements de gousses, et le PMG fut déficitaire de plus de 50% par rapport aux années antérieures |
| LH8 | Blé tendre (Arpège) | 20 q/ha | 11,6% | Rendement limité par une faible fertilité, la teneur en protéine relativement élevée est principalement due à un déficit d'amidon dans le grain |
| LH8 | Blé tendre (Orpic) | 20 q/ha | 12,3% | |

Cette année marquée par une saison climatique très particulière (hiver froid et humide et printemps et été chaud et sec) fut plus ou moins défavorable aux cultures :

- Les céréales à paille d'hiver (orge et blé) ont peu souffert de la concurrence des adventices et des mauvaises herbes, mais ont eu une alimentation hydrique et minérale limitée pendant leur montaison. Le rendement fut satisfaisant pour l'orge, mais plus limité pour le blé tendre qui n'atteint pas les 30 q/ha.
- Les protéagineux (féverole et soja) sont les cultures ayant le plus souffert des coups de chaleur et de la sécheresse. Les cultures de féverole ont vu leur rendement potentiel diminuer fortement du fait d'un avortement des fleurs et des gousses sur les 2/3 supérieurs des tiges suite aux forts coups de chaleur. Pour le soja, la sécheresse a fortement limité le remplissage des grains et a accéléré le cycle du soja entraînant des éclatements de gousses.
- Le tournesol est la culture d'été qui a le moins souffert grâce à sa rusticité, à son système racinaire puissant, aux bonnes préparations de sol, et à l'absence de pression maladie et mauvaises herbes.

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 :

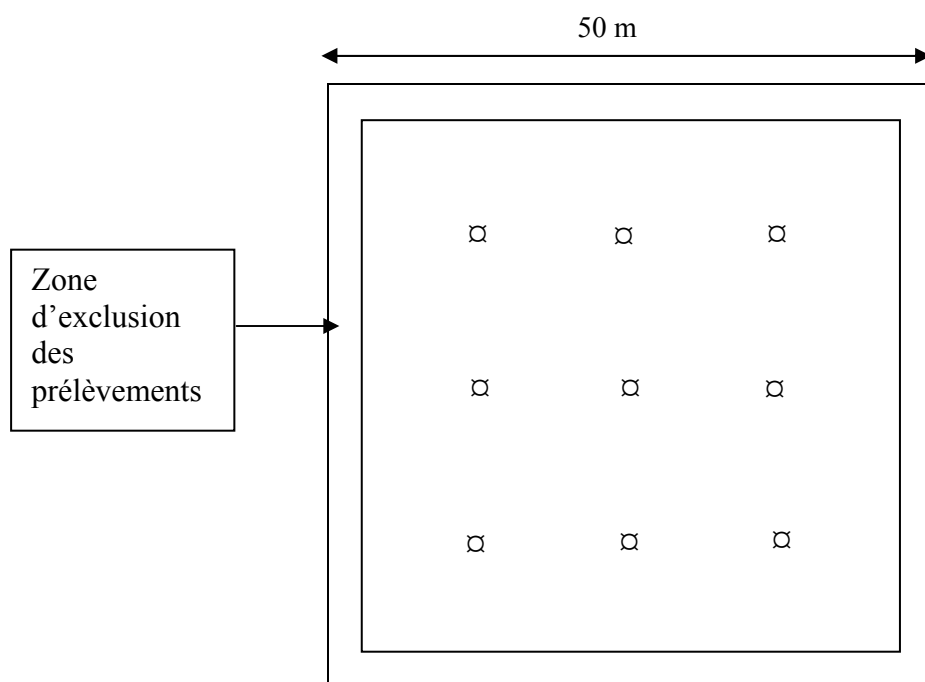
Les zones références doivent être conduites comme le reste de la parcelle du point de vue de l'itinéraire technique. Un essai analytique peut être présent sur une ZR à condition que l'ensemble de la ZR soit conduit de façon identique.

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 deux premières campagnes (automne 2002 et printemps 2003) 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 Orge d'hiver sur précédent féverole (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 | Plantes/m ² | Tallage | Epi/m ² | Grain/m ² | Grains/épi | PMG à 15% | RDT à 15% |
|----------------|------------|---------|------------------------|---------|--------------------|----------------------|------------|-----------|-----------|
| ZR 10 | Orge hiver | Platine | 267,9 | 1,12 | 300,3 | 5511,5 | 18,4 | 52,4 g | 28,9 q/ha |
| ZR 11 | | | 254,0 | 1,27 | 321,9 | 7226,3 | 22,4 | 51,5 g | 37,2 q/ha |
| ZR 12 | | | 262,2 | 1,35 | 353,7 | 8797,5 | 24,9 | 47,6 g | 41,9 q/ha |
| moyenne | | | 261,4 | 1,24 | 325,3 | 7178,4 | 21,9 | 50,5 g | 36,0 q/ha |

Le rendement moyen (36 q/ha) indiqué dans le tableau ci-dessus est un rendement manuel. Celui-ci est un peu supérieur au rendement machine (30 q/ha), car il n'y a pas de perte pour le rendement manuel.

Les différentes zones références sur cette même parcelle n'ont pas les mêmes potentiels de rendement. Ces derniers semblent être corrélés à la profondeur de sol utilisable par les racines.

Le semis a été réalisé à une densité moyenne de 329 grains/m², les pertes à la levée sont de l'ordre de 20,5% ce qui reste dans la gamme de valeurs généralement observées. Pour les composantes de fertilité épi, de densité grains et de PMG on observe des différences importantes entre les ZR :

- le rendement est le plus faible est obtenu sur la ZR 10 très superficielle, du fait d'un tallage moindre que sur les 2 autres zones et de part une fertilité épi réduite. Sur cette zone la densité levée et le PMG sont les seules composantes présentant des valeurs supérieures à celles des deux autres zones
- Au niveau de la ZR 12 où le sol est plus profond (90 cm) le rendement est le plus élevé grâce à une fertilité supérieure à celle des autres zones, qui permet d'atteindre une densité grain satisfaisante.
- La ZR 11 présente un comportement intermédiaire, plus proche de la zone n°11 avec un potentiel un peu moindre.

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

Tableau 15 : suivi nutritionnel des orges d'hiver, au stade épi 1 cm , floraison et récolte

| Stade épi 1 cm (prélèvement du 24 mars 03) | | | | | | | | | | |
|--|---------|------------------|----------|-------------|--------------|-------------------|---------------------|------------|-------------------|---------------------|
| ZR | culture | MS total (kg/ha) | %N Dumas | % N optimal | INN Epi 1 cm | N absorbé (kg/ha) | N abs total (kg/ha) | % P mesuré | P absorbé (kg/ha) | P abs total (kg/ha) |
| 10 | orge | 686,7 | 1,59 | 4,4 | 0,4 | 10,9 | 13,6 | 0,24 | 1,65 | 2,06 |
| 11 | orge | 816,4 | 1,81 | 4,4 | 0,4 | 14,8 | 18,5 | 0,29 | 2,37 | 2,96 |
| 12 | orge | 855,4 | 1,95 | 4,4 | 0,4 | 16,7 | 20,8 | 0,25 | 2,14 | 2,67 |
| Moyenne | | 786,2 | 1,78 | 4,4 | 0,4 | 14,1 | 17,7 | 0,26 | 2,05 | 2,56 |

| Floraison (prélèvement du 12 mai 03) | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|---------|------------------|-----------|-----------|-----------------|---------------|---------------------|-----------|---------------|---------------------|
| ZR | culture | MS total (kg/ha) | % N Dumas | N optimal | INN à floraison | N abs (kg/ha) | N abs total (kg/ha) | %P mesuré | P abs (kg/ha) | P abs total (kg/ha) |
| 10 | orge | 2333,0 | 0,85 | 3,7 | 0,23 | 19,8 | 24,8 | 0,22 | 5,1 | 6,4 |
| 11 | orge | 2905,0 | 1,25 | 3,3 | 0,37 | 36,3 | 45,4 | 0,29 | 8,4 | 10,5 |
| 12 | orge | 4194,0 | 1,07 | 2,8 | 0,38 | 44,9 | 56,1 | 0,20 | 8,4 | 10,5 |
| Moyenne | | 3144,0 | 1,06 | 3,3 | 0,33 | 33,7 | 42,1 | 0,24 | 7,3 | 9,1 |

| Récolte (prélèvement du 17 juin 03) | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|---------|-------------------|-------------------|------------------|-------------|------------|--------------------------|--------------------------|---------------|---------------------|
| 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 | Orge | 1921,5 | 2569,8 | 4491,3 | 0,5 | 1,4 | 10,2 | 36,0 | 46,2 | 57,7 |
| 11 | Orge | 2701,0 | 3303,5 | 6004,5 | 0,7 | 1,4 | 18,6 | 46,2 | 64,9 | 81,1 |
| 12 | Orge | 3326,1 | 3727,4 | 7053,5 | 0,9 | 1,5 | 28,9 | 57,4 | 86,3 | 107,9 |
| Moyenne | | 2649,5 | 3200,2 | 5849,8 | 0,7 | 1,4 | 19,3 | 46,5 | 65,8 | 82,2 |
| 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 | Orge | 1921,5 | 2569,8 | 4491,3 | 0,2 | 0,4 | 4,2 | 9,8 | 14,0 | 17,5 |
| 11 | Orge | 2701,0 | 3303,5 | 6004,5 | 0,2 | 0,4 | 6,5 | 13,2 | 19,7 | 24,6 |
| 12 | Orge | 3326,1 | 3727,4 | 7053,5 | 0,1 | 0,4 | 4,3 | 13,8 | 18,1 | 22,6 |
| Moyenne | | 2649,5 | 3200,2 | 5849,8 | 0,2 | 0,4 | 5,0 | 12,3 | 17,3 | 21,6 |

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

4 Trèfle violet (jachère annuelle) sur précédent tournesol (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 | Date prélèvement | MS totale (kg/ha) |
|-------|---------------|------------------|-------------------|
| ZR 9 | Trèfle violet | 14 mai | 1720,1 |
| | | 23 juin | 3373,9 |
| Total | | | 5094,0 |

Sur cette zone référence, du trèfle violet a été semé après la récolte du tournesol (semis classique au semoir céréales). Le développement du trèfle fut limité, en raison d'un semis un peu tardif, et de part la fraîcheur de l'automne. Les observations de terrain ont permis de constater que le trèfle est resté peu développé tout l'hiver (stade 3 – 4 paire de feuilles trifoliées début février), sa reprise en végétation s'est produite à partir de début mars pour se terminer avec le retour du sec aux alentours de la fin juin, après le 2^{ème} broyage. Toutefois le rendement de matière sèche est non négligeable avec 5 T_{MS} obtenue en 2 coupes (coupes manuelle réalisée à ras, pesée et analyses réalisées avec les adventices). Par la suite avec la sécheresse de l'été le trèfle ne s'est plus développé, certains pieds ont disparu, lors de sa destruction finale aucun prélèvement ne fut réalisé car le trèfle était rare et peu développé sur la parcelle.

4.2 Suivi de l'état nutritionnel

Tableau 17 : résultats des analyses sur trèfle violet

| 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 | Trèfle violet | 1720,1 | 2,8 | 48,2 | 60,2 | 0,2 | 3,6 | 4,5 |
| | | 3373,9 | 2,9 | 97,2 | 121,5 | 0,2 | 8,1 | 10,1 |
| Moyenne | | 2547,0 | 2,9 | 72,7 | 90,9 | 0,2 | 5,85 | 7,3 |

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

5 Féverole sur précédent orge d'hiver (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 | gousses/m ² | grain/m ² | Grain/gousses | PMG à 15% | RDT à 15% |
|---------|----------|-----------------------|------------------------|----------------------|---------------|-----------|-----------|
| ZR 5 | féverole | 24,0 | 104,6 | 246,8 | 2,4 | 306,4 g | 7,6 q/ha |
| ZR 7 | | 25,0 | 148,3 | 386,5 | 2,6 | 273,3 g | 10,6 q/ha |
| Moyenne | | 24,5 | 126,5 | 316,7 | 2,5 | 289,9 g | 9,1 q/ha |

Ces deux zones situées sur une même parcelle sont assez semblables du point de vue de leur pente et de leur orientation (orientée au sud), mais différentes du point de vue du sol. En effet la ZR 7 en bas de parcelle est profonde (profondeur maximale moyenne des 9 prélèvements = 84,4 cm) et subie une hydromorphie temporaire lors d'épisodes pluvieux en hiver, inversement la ZR 5 est beaucoup plus superficielle (profondeur maximale moyenne des 9 prélèvements = 77,2 cm) et ne connaît pas de problèmes d'hydromorphie.

Comme cela a été dit précédemment, le 1^{er} facteur limitant pour les féveroles cette année, a été les forts coups de chaleurs qui ont entraîné la perte des fleurs et gousses sur les 2/3 supérieurs des tiges. Ceci est confirmé par les composantes du rendement, en effet en moyenne la densité gousses pour la féverole se situe aux alentours des 300 gousses par m² (pour 125 en moyenne cette année) ce qui permet d'atteindre une densité grain moyenne comprise entre 600 et 900 grains/m² (pour 320 obtenu cette année). Par contre les valeurs de fertilité, et du nombre de grain par gousse sont restées identiques aux moyennes. Le PMG fut également faible, car sa moyenne se situe aux alentours des 480 g (pour 280 g cette année).

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 7 mai 03) | | | | | | | | |
|--------------------------------------|----------|------------------|-----------|---------------|---------------------|------------|---------------|---------------------|
| 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 | féverole | 265,4 | 3,2 | 8,6 | 10,7 | 0,2 | 0,6 | 0,8 |
| 7 | | 261,2 | 3,4 | 8,8 | 11,0 | 0,3 | 0,7 | 0,9 |
| Moyenne | | 263,3 | 3,3 | 8,7 | 10,9 | 0,3 | 0,7 | 0,8 |

| Récolte (analyse sur grains, prélèvements du 26 juin 03) | | | | | | | | | | | |
|--|----------|-------------------|------------------|------------|----------------------|---------------|---------------------|------------|--------------|---------------|---------------------|
| ZR | Culture | MS grains (kg/ha) | MS total (kg/ha) | % N grains | N abs grains (kg/ha) | N abs (kg/ha) | N abs total (kg/ha) | % P grains | P abs grains | P abs (kg/ha) | P abs total (kg/ha) |
| 5 | Féverole | 2193,4 | 2193,4 | 5,0 | 110,3 | 110,3 | 137,9 | 0,7 | 14,3 | 14,3 | 17,8 |
| 7 | | 3077,6 | 3077,6 | 4,6 | 142,8 | 142,8 | 178,5 | 0,7 | 22,8 | 22,8 | 28,5 |
| Moyenne | | 2635,5 | 2635,5 | 4,8 | 126,6 | 126,6 | 158,2 | 0,7 | 18,5 | 18,5 | 23,1 |

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

Les analyses sur grains permettent également de définir la teneur en protéine (à destination de l'alimentation animale), ces teneurs sont les suivantes : ZR 5 = 31,95 % ; ZR 7 = 29,39 %.

6 Orge d'hiver sur précédent trèfle violet (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 | Epi/m ² | Grain/m ² | Grains/épi | PMG 15% | RDT 15% manuel | RDT 15% machine |
|------|---------|------------------------|--------------------|----------------------|------------|---------|----------------|-----------------|
| ZR 6 | orge | 197,5 | 381,0 | 8664,2 | 22,7 | 44,5 g | 38,6 q/ha | 35,0 q/ha |

Sur cette parcelle, les levées furent nettement plus déficitaires que sur la parcelle LH1. Toutefois les cultures ont fortement compensées leurs faibles levées par un tallage important (1,9) qui leur permettent d'atteindre une densité épi supérieure à celles de la LH1 (381 épi/m² pour 325 en moyenne sur la LH1). Toutefois les comparaisons avec l'orge présent sur la parcelle LH 1 restent biaisée par la présence d'une variété différente, sur la ZR 6 la variété est Astrid, notée plus sensible au maladie du feuillage que Platine.

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

| Epi 1 cm (prélèvement du 24 mars 03) | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|---------|------------------|----------|-------------|--------------|---------------|---------------------|------------|---------------|---------------------|
| ZR | culture | MS total (kg/ha) | %N Dumas | % N optimal | INN Epi 1 cm | N abs (kg/ha) | N abs total (kg/ha) | % P mesuré | P abs (kg/ha) | P abs total (kg/ha) |
| 6 | Orge | 1002,7 | 2,07 | 4,4 | 0,47 | 20,76 | 25,95 | 0,26 | 2,6 | 3,26 |

| Floraison (prélèvement du 12 mai 03) | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|---------|------------------|-----------|-----------|-----------------|---------------|---------------------|------------|---------------|---------------------|
| ZR | culture | MS total (kg/ha) | % N Dumas | N optimal | INN à floraison | N abs (kg/ha) | N abs total (kg/ha) | % P mesuré | P abs (kg/ha) | P abs total (kg/ha) |
| 6 | Orge | 3999,4 | 1,52 | 2,91 | 0,52 | 60,79 | 75,99 | 0,33 | 13,2 | 16,5 |

| Récolte (prélèvement du 17 juin 03) | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|---------|-------------------|-------------------|------------------|------------|------------|----------------------|----------------------|---------------|---------------------|
| 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 | Orge | 3599,7 | 3398,2 | 6997,9 | 1,0 | 1,6 | 36,72 | 54,37 | 91,1 | 113,9 |
| 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) |
| 6 | Orge | 3599,7 | 3398,2 | 6997,9 | 0,3 | 0,4 | 9,72 | 13,93 | 23,65 | 29,6 |

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

7 Tournesol sur précédent blé tendre d'hiver (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 | capitules/m ² | grain/m ² | Grain/capitule | PMG 9% | RDT 9% |
|---------|-----------|-----------------------|--------------------------|----------------------|----------------|--------|-----------|
| ZR 2 | tournesol | 5,5 | 6,7 | 4757,3 | 713,6 | 39,9 g | 19,0 q/ha |
| ZR 3 | | 6,9 | 7,5 | 4079,2 | 543,9 | 37,7 g | 15,4 q/ha |
| ZR 4 | | 5,7 | 7,2 | 3046,4 | 421,8 | 42,9 g | 13,1 q/ha |
| Moyenne | | 6,0 | 7,1 | 3961,0 | 559,8 | 40,2 g | 15,8 q/ha |

Les composantes du rendement et les rendements, présentent des variations importantes au sein des différentes zones. Ainsi, en fonction de la profondeur de sol utilisable par les racines le rendement est plus ou moins important. Les composantes présentent des valeurs proches des moyennes généralement obtenues, à l'exception du PMG inférieur d'environ 5g.

- Sur la ZR 2 profonde et peu pentue de versant sud à réserve hydrique importante le rendement fut de 19 q/ha, grâce à une fertilité importante
- Sur la ZR 3 moyennement profonde avec une réserve hydrique moyenne, le rendement est intermédiaire avec 15 q/ha
- Sur la ZR 4 superficielle peu pentue située en haut de coteau avec une réserve hydrique faible, le rendement reste satisfaisant avec 13 q/ha de part une plus faible fertilité. Par contre peut être à cause d'un nombre de grain plus réduit, cette zone référence présente le PMG le plus important.

7.2 Suivi de l'état nutritionnel

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

| Floraison (prélèvements des 8 et 11 juillet 2003, ZR 3 et ZR 2 et 4) | | | | | | | | | | |
|--|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------------|---------------|---------------------|------------|---------------|---------------------|
| ZR | culture | MS total (kg/ha) | % N Dumas | N optimal | INN à floraison | N abs (kg/ha) | N abs total (kg/ha) | % P mesuré | P abs (kg/ha) | P abs total (kg/ha) |
| 2 | tournesol | 7169,5 | 2,05 | 2,1 | 1,0 | 147,0 | 183,7 | 0,3 | 19,4 | 24,2 |
| 3 | | 6469,9 | 2,33 | 2,3 | 1,0 | 150,7 | 188,4 | 0,4 | 23,3 | 29,1 |
| 4 | | 6395,1 | 2,18 | 2,3 | 1,0 | 139,4 | 174,3 | 0,2 | 12,2 | 15,2 |
| Moyenne | | 6678,2 | 2,19 | 2,2 | 1,0 | 145,7 | 182,1 | 0,3 | 18,3 | 22,8 |

| Récolte (prélèvement du 27 août 03) | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-----------|-------------------|-------------------|------------------|------------|------------|----------------------|----------------------|-------------------|---------------------|
| ZR | Culture | MS paille (kg/ha) | MS grains (kg/ha) | MS total (kg/ha) | %N pailles | % N grains | N abs paille (kg/ha) | N abs grains (kg/ha) | N absorbé (kg/ha) | N abs total (kg/ha) |
| 2 | Tournesol | 3967,8 | 1622,0 | 5589,8 | 0,9 | 2,8 | 35,7 | 45,3 | 81,0 | 101,2 |
| 3 | | 3483,1 | 1318,5 | 4801,6 | 0,7 | 2,5 | 25,4 | 33,2 | 58,7 | 73,3 |
| 4 | | 2860,3 | 1122,4 | 3982,8 | 0,9 | 2,9 | 24,3 | 32,9 | 57,2 | 71,5 |
| Moyenne | | 3437,1 | 1354,3 | 4791,4 | 0,8 | 2,7 | 28,5 | 37,1 | 65,6 | 82,0 |
| 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) |
| 2 | Tournesol | 3967,8 | 1622,0 | 5589,8 | 0,1 | 0,5 | 2,8 | 8,6 | 11,4 | 14,2 |
| 3 | | 3483,1 | 1318,5 | 4801,6 | 0,1 | 0,6 | 2,4 | 7,3 | 9,7 | 12,1 |
| 4 | | 2860,3 | 1122,4 | 3982,8 | 0,0 | 0,3 | 1,1 | 3,7 | 4,8 | 6,1 |
| Moyenne | | 3437,1 | 1354,3 | 4791,4 | 0,1 | 0,5 | 2,1 | 6,5 | 8,6 | 10,8 |

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

Les teneurs en huile mesurées sur les 3 zones sont les suivantes :

| ZR | ZR2 | ZR3 | ZR4 |
|---------------------|--------|--------|--------|
| Teneur en huile (%) | 46,2 % | 46,9 % | 47,8 % |

8 Soja sur précédent blé (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 15% | RDT manuel | RDT machine |
|------|---------|-----------------------|------------------------|-----------------------|---------------|---------|------------|-------------|
| ZR 1 | Soja | 35,4 | 636,1 | 1193,2 | 1,9 | 96,8 g | 11,5 q/ha | 6,0 q/ha |

Le CREAB dispose de peu de références concernant la culture du soja en sec, sur des terres de vallée. Seules les références issues de La Hourre l'an dernier sont utilisables. Par rapport à l'an dernier les levées furent supérieures (25,9 plantes/m² en 2002 pour une même densité semée). Pour les autres composantes des écarts apparaissent, en 2002 la densité gousse était de 751,9 gousses/m², la fertilité de 2,2 grains par gousse et la densité grain de 1 193 grains/m². Cette année du fait de la sécheresse l'ensemble de ces composantes est inférieur à celle de l'an dernier. Toutefois, le plus gros écart concerne le PMG qui est passé de 210g l'an dernier à 96,8 cette année soit 54% de moins. Enfin on ajoutera qu'il y eut des pertes de grains liées à des éclatements de gousses, et les 1^{ères} gousses ne purent être récoltées de part leurs insertions trop basses.

La différence entre le rendement manuel et le rendement machine s'explique par le fait que la machine ne récolte pas tous les grains (au ras du sol, petits, échaudés,...) contrairement au rendement manuel où l'on récolte tous les grains. Le rendement est faible (6,0 q/ha) de plus les grains sont fripés et sont donc impropres pour la plupart, à la consommation humaine.

8.2 Suivi de l'état nutritionnel azoté

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

| Floraison (prélèvement du 25 juillet, stade fin floraison) | | | | | | | | | | |
|--|---------|------------------|-----------|-----------|-----------------|---------------|---------------------|------------|---------------|---------------------|
| ZR | Culture | MS total (kg/ha) | % N Dumas | N optimal | 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 | 8620,0 | 2,9 | 2,0 | 0,7 | 250,0 | 312,5 | 0,27 | 23,3 | 29,1 |

| Récolte (prélèvement du 16 septembre 03, sur grains) | | | | | | | | | | | |
|--|---------|-------------------|------------------|------------|--------------|----------------------|---------------------|------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| ZR | culture | MS grains (kg/ha) | MS total (kg/ha) | % N grains | N abs grains | N abs (kg/ha) | N abs total (kg/ha) | % P grains | P abs grains (kg/ha) | P abs (kg/ha) | P abs total (kg/ha) |
| 1 | soja | 989,9 | 989,9 | 6,5 | 64,5 | 64,5 | 80,7 | 0,6 | 5,8 | 5,8 | 7,3 |

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

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 | Epi/m ² | Grain/m ² | Grains/épi | PMG norme | RDT norme manuel | RDT norme machine |
|------|---------|--------------------|----------------------|------------|-----------|------------------|-------------------|
| ZR 8 | Blé | 365,7 | 6623,4 | 18,1 | 38,4 | 25,4 | 20,0 |

Sur cette parcelle une mesure de reliquat sortie hiver fut réalisé le 11 mars, les reliquats (N-NO₃) mesuré sont de 3,9 kg/ha sur 0-30 cm et de 3,3 kg/ha sur 30-60 cm, soit 7,3 unités d'azote sur l'horizon 0-60 cm. Les abondantes précipitations hivernales ont probablement engendré une lixiviation des nitrates.

Du point de vue des composantes, seule la densité épi présente une valeur proche des moyennes obtenues. La fertilité qui reste une des composantes primordiale du rendement en AB à cette année était limitée par une mauvaise alimentation hydrique et minérale (la valeur moyenne de la fertilité en AB pour la variété Arpège est de l'ordre de 27,6 grains/épi). Cette année c'est donc cette composante avant tout qui a limité la densité grain et donc le rendement final de part l'effet de la sécheresse. Le PMG est lui aussi inférieur à la moyenne pour Arpège (43,3 g), car les conditions sèches ont perduré de la floraison jusqu'au remplissage des grains.

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

| Epi 1 cm (prélèvement du 24 mars 03) | | | | | | | | | | |
|---|---------|------------------|----------|-------------|--------------|---------------|---------------------|------------|---------------|---------------------|
| ZR | culture | MS total (kg/ha) | %N Dumas | % N optimal | INN Epi 1 cm | N abs (kg/ha) | N abs total (kg/ha) | % P mesuré | P abs (kg/ha) | P abs total (kg/ha) |
| 8 | blé | 922,6 | 1,6 | 4,4 | 0,4 | 14,9 | 18,7 | 0,2 | 1,8 | 2,3 |

| 9.1.1.1 Floraison (prélèvement du 12 mai 03) | | | | | | | | | | |
|---|---------|------------------|-----------|-----------|-----------------|---------------|---------------------|------------|---------------|---------------------|
| ZR | culture | MS total (kg/ha) | % N Dumas | N optimal | INN à floraison | N abs (kg/ha) | N abs total (kg/ha) | % P mesuré | P abs (kg/ha) | P abs total (kg/ha) |
| 8 | blé | 2724,8 | 1,0 | 3,4 | 0,29 | 27,5 | 34,4 | 0,2 | 5,2 | 6,5 |

| Récolte (prélèvement du 25 juin 03) | | | | | | | | | | |
|--|---------|-------------------|-------------------|------------------|------------|------------|----------------------|----------------------|---------------|---------------------|
| 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 | 2838,5 | 2279,5 | 5118,0 | 0,8 | 1,9 | 22,4 | 42,2 | 64,6 | 80,7 |
| 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 | 2838,5 | 2279,5 | 5118,0 | 0,1 | 0,4 | 3,7 | 9,1 | 12,8 | 16,0 |

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

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 et du printemps 2003**

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

Annexe I : matériel agricole disponible

Matériel de traction

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

Matériel pour travaux du sol et semis

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

Matériel pour interventions en végétation

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

outil combiné et semoir possible

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

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

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

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

Annexe 3 : suivi N disponible

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

Annexe 4 : planning des observations et mesures

Campagne expérimentale 2002-2003

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