



Comparaison de techniques de travail du sol en système céréalier biologique

Objectif de l'essai

Depuis plusieurs années, les techniques culturales, avec ou sans labour, rencontrent un intérêt croissant auprès des agriculteurs bretons. Leur motivation principale est à la fois agronomique et économique. A travers le non labour, ils recherchent une amélioration de la fertilité du sol, une meilleure efficacité économique et une optimisation du temps de travail. Des expérimentations sont menées en système conventionnel depuis 2000 en Bretagne. Cependant, en système agrobiologique, peu de références sont disponibles sur le sujet en France. C'est ce qui a amené, en 2003, à la mise en place d'un essai longue durée sur le site expérimental de Kerguéhennec (56).

Cette action doit permettre de répondre à la problématique : en système agrobiologique, quel est l'impact du non labour sur :

- les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol, d'une part,
- sur les cultures (rendement, maladies, salissement), d'autre part.

Hormis les références sur le sujet, les acteurs du développement recherchent également des outils de diagnostics simplifiés leur permettant d'apprécier la structure du sol et son fonctionnement.

Site d'expérimentation

● Localisation

La parcelle d'étude se situe à Kerguéhennec, à la station expérimentale de recherche appliquée en agronomie-productions végétales des Chambres d'agriculture de Bretagne. Kerguéhennec est situé sur la commune de Bignan, dans le département du Morbihan.

● Situation climatique, topographique

Situé à une altitude de 115 m, le site bénéficie d'un climat océanique tempéré, généralement doux et humide. Avec une pluviométrie moyenne annuelle de 891 mm sur 171 jours de pluie, ce sont principalement les automnes et les hivers qui sont les plus arrosés. Les températures annuelles sont douces avec une moyenne de 11,5°C sur 30 ans. C'est en janvier que la température mensuelle moyenne est la plus faible (avec 6,5°C) et en juillet/août qu'elle est la plus élevée (avec 17,6°C). On note l'existence de 47 jours de gelées en moyenne avec un risque important de novembre à mars.

L'essai est en place en conduite agrobiologique depuis 1996. Cette parcelle de plus de 6 ha est sous l'influence de deux pentes. L'essai a été mis en place sur la partie haute de la parcelle et les 3 blocs sont disposés perpendiculairement à la pente la plus marquée (pente de 6 % en moyenne pour l'essai).

L'essai en bref

Type de production : Grandes cultures

Date de mise en place : depuis 2003

Surface : 0,5 hectare

Echelle : Système de culture

Gestionnaire de l'expérimentation :

Aurélien DUPONT, Chambres d'agriculture de Bretagne, Station expérimentale de Kerguéhennec

Partenariat : INRA et Université de Rennes, ISARA de Lyon, IBB, ITAB ...

● Type de sol

La profondeur de sol dans la parcelle varie entre 50 cm et 1 m avec une moyenne de 80 cm. Une hétérogénéité de profondeur existe donc sur l'essai, ceci du fait du caractère festonné de l'altérite. Le sol repose sur des micaschistes. Selon le Référentiel Pédologique Français (1995), il est classé comme brunisol oligo-saturé et comme cambisol dystique selon la classification FAO (1998).

4 horizons le composent :

- Horizon de labour L : caractérisé par une couleur « brun foncé » sur les 30 premiers centimètres en moyenne, liée à la présence de matière organique (MO).
- Horizon structural S : « brun jaunâtre », organo-minéral de texture limoneuse, sans trace d'hydromorphie. Il descend jusqu'à 60 cm de profondeur en moyenne. La matière organique est concentrée dans des pédotubules ou incorporée dans de plus larges zones de couleur « brun foncé ». L'activité biologique y est importante. A noter également la présence de graviers de schiste et de cailloux de quartz.
- Horizon S/C : intermédiaire entre les horizons S et C.
- Horizon C : au-delà de 80 cm de profondeur, c'est un horizon minéral d'altération de couleur « jaune brunâtre ». Il conserve en partie la structure de la roche qui a subi une fragmentation importante et/ou une altération géochimique (altérite de micaschiste).

Des analyses de terre ont été réalisées en 2004 pour chaque modalité sur l'horizon 0-30 cm. Elles mettent en évidence des sols très bien pourvus en MO avec plus de 4 % de MO sur les 30 premiers centimètres quelle que soit la modalité de travail du sol. C'est également un sol riche en phosphore et potassium. En moyenne sur l'essai, la teneur en potassium (K_2O) est de 190 mg/kg. Dans ce type de sol, cette valeur est supérieure à la teneur seuil d'impasse proposé par le COMIFER (1997) pour les cultures d'exigence faible ($T_i = 150$ mg/kg) et moyenne (tel que le pois protéagineux) ($T_i = 180$ mg/kg). Cette valeur se trouve également supérieure à la teneur seuil renforcé ($T_r = 170$ mg/kg) pour les cultures de forte exigence. En terme de teneur en phosphore (P_2O_5 Dyer = 363 mg/kg sur l'essai), la teneur d'impasse est très largement dépassée et ce, quelle que soit l'exigence de la culture mise en place ($T_i = 150-160$ mg/kg selon l'exigence de la culture). Aucune fumure de fond n'est donc nécessaire. Enfin, les caractéristiques physiques permettent de conclure à une texture limono-argilo-sableuse (loam) (47,5 % de limon ; 32,3 % de sable ; 20,2 % d'argile) et à un indice de battance de 0,8, caractéristique d'un sol faiblement battant.

■ Présentation du dispositif expérimental

● Principe du dispositif

Le dispositif choisi pour l'étude de 4 modalités est de type bloc complet avec 3 blocs constituant 3 répétitions. Les blocs sont séparés par des bandes de 15 m de large. Dans chaque bloc, il y a 4 parcelles élémentaires de 300 m² (12 m x 25 m) sur lesquelles les modalités ont été allouées par tirage aléatoire.

● Modalités testées

L'essai porte sur l'étude d'un seul facteur : le travail du sol. Les 4 modalités suivantes sont comparées :

⇒ Labour classique

Cette modalité sert de témoin à l'expérimentation. Le labour est réalisé à l'aide d'une charrue 3 corps réglée pour travailler le sol sur 25-30 cm.

⇒ Labour agronomique

Il s'agit d'un labour peu profond qui pourrait, d'après Y. Gautronneau, être mieux adapté au sol limoneux et fragile de la région. L'idée est de retrouver la fonction de lutte contre les adventices sans les inconvénients des labours profonds qui vont notamment diluer la MO sur des profondeurs plus importantes. Ce travail peut être réalisé à l'aide d'une charrue classique dépourvue de rasettes et réglée pour une profondeur de 12-15 cm ou par une « charrue agronomique » équipée de versoirs de plus petite taille.

⇒ Travail superficiel

Cette modalité n'implique aucun retournement du sol mais uniquement une fragmentation par un outil à dents, le chisel ou canadien qui travaille le sol sur les 12-15 premiers centimètres.

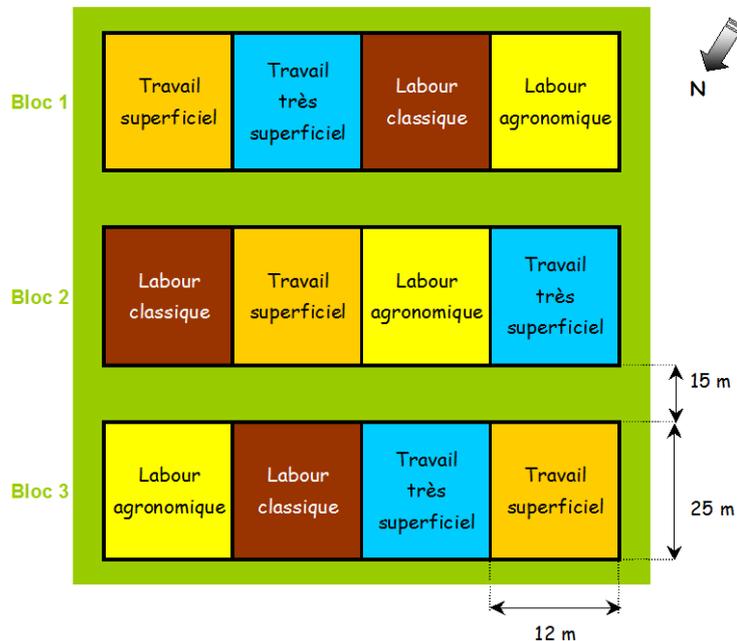
⇒ Travail très superficiel

Au démarrage de l'essai, cette modalité était un semis direct sous couvert. Cependant, compte-tenu des difficultés pour gérer à la fois le salissement et la concurrence du couvert (trèfle banc), cette modalité est passée peu à peu en travail très superficiel (7 cm).



a : charrue 3 corps pour le labour classique ; b : charrue 3 corps pour le labour agronomique ;
c : chisel pour le travail superficiel ; d : semoir spécifique utilisé initialement pour le semis direct

● Plan du site



■ Système de culture

Au démarrage de l'essai, il était prévu d'adopter une rotation triennale avec la succession maïs - céréale à paille - protéagineux afin d'utiliser les cultures les plus couramment pratiquées dans les exploitations de la région. Cependant, compte tenu du salissement, la succession a été modifiée avec, notamment, l'introduction d'une culture nettoyante entre la céréale à paille (triticale) et le protéagineux. Une luzerne est également venue allonger la rotation.

■ Mesures et observations

Les mesures suivantes ont été réalisées en « routine » sur l'essai. Les manipulations effectuées ponctuellement, comme la mesure de biomasse microbienne, ne sont pas décrites ici.

● Suivi de la culture

- *Profils racinaires*

La description des profils racinaires s'effectue lorsque le développement racinaire est maximal. Le comptage se fait à l'aide d'un quadrat d'1 m² divisé en maille de 19 x 19 mm et disposé verticalement face au profil (présence/absence de racines).

- *Rendement et composante du rendement*

Les différentes composantes du rendement sont mesurées au stade 3-4 feuilles et quelques jours avant la récolte de la culture.

Un échantillon de grains par parcelle élémentaire est prélevé à la récolte pour les mesures d'humidité (%) et les analyses laboratoire (MAT, ...).

- *Adventices*

Un suivi des adventices s'effectue par détermination et comptage des différentes adventices annuelles dans 3 quadrats de 0,25 m² disposés en diagonale sur chaque parcelle élémentaire de l'essai. Cette mesure s'effectue au stade tallage de la céréale et à la récolte.

- *Maladies et ravageurs*

Une surveillance des maladies et des ravageurs par passages dans l'essai est effectuée tout au long de la campagne. Des comptages peuvent être effectués en cas de forte infestation.

● Fertilité du sol

⇒ Fertilité physique du sol

- Suivi des états de surfaces

Ce suivi consiste en la description, à plusieurs instants donnés, de l'état de surface du sol. Cette description se fait à l'intérieur d'un quadrat de 0,25 m² (méthode Y. Le Bissonnais, INRA Orléans). Le but est notamment d'apprécier le faciès, la rugosité, la macroporosité, l'activité biologique... Cette observation est réalisée 2 fois au cours de la campagne afin de faire un état des lieux (point zéro) après la période hivernale et évaluer l'évolution des états de surface au cours de la saison. Les résultats sont également utilisés pour interpréter d'autres variables.

- Description des profils culturaux

Une fosse de 3 m x 1 m pour 30 cm à 1 m de profondeur (en fonction des manipulations réalisées) est ouverte perpendiculairement au sens du travail du sol sur chaque modalité sur un bloc. La description du profil cultural est réalisée selon le guide méthodologique de Gautronneau et Manichon (1987). Cette description permet de suivre chaque année l'évolution de différents paramètres parmi lesquels la structure et l'état interne des mottes.

- Mesures de densité apparente, porosité et teneur en eau

La densité apparente représente la masse volumique du sol sec et prend donc en compte la fraction solide et les pores du sol. Pour cette mesure, des prélèvements de terre sont réalisés à l'aide d'un cylindre calibré à raison de 5 prélèvements par horizon anthropique. Après passage à l'étuve à 108°C pendant 48 h, la densité apparente, la porosité et l'humidité pondérale sont déterminées. Les formules utilisées font intervenir un correctif « cailloux ».

- Mesure d'infiltrométrie ou conductivité hydraulique

Cette mesure s'effectue à l'aide d'un conductivimètre hydraulique à disques (TRIMS : Triple Ring Infiltrometer at Multiple Suctions ; Decagon pour 2010 et 2011). Cet appareil permet de mesurer la conductivité hydraulique (mm.h⁻¹) à trois potentiels différents : 6 hPa, 2 hPa et 0,5 hPa en maintenant en place le disque de manière à réduire les effets de la variabilité spatiale. A chaque potentiel correspond une force de succion, permettant de stimuler une large gamme de pores de tailles différentes (Loi de Jurin). Cette mesure est réalisée soit à deux périodes (sortie hiver et fin printemps) sur toutes les modalités d'un bloc à raison de quatre répétitions par modalité, soit à une période sur deux profondeurs.

⇒ Fertilité chimique

Des analyses réalisées en laboratoire permettent de suivre les différents éléments du sol, parmi lesquels le carbone, depuis la mise en place de l'essai (point zéro) jusqu'à son terme. Une série d'analyses est prévue sur chaque horizon décrit dans le profil cultural.

Un suivi de l'azote (reliquats) est également réalisé chaque année à deux périodes : sortie hiver, post-récolte.

⇒ Fertilité biologique

- Lombriciens

Il existe diverses méthodes de prélèvement de lombriciens : tri manuel, lavage tamisage, extraction au formol ou au permanganate de potassium, méthodes électriques... Toutes ont été décrites et classées selon leur efficacité par Bouché et Gardner (1984).

La méthode d'extraction des lombriciens utilisée sur l'essai est celle décrite par Bouché (1972) adaptée par la suite au contexte de l'étude par Cluzeau *et al.*, 1999. Ainsi, les lombriciens sont extraits par la méthode au formol couplée à un tri manuel appliqué sur un volume de 8 000 cm³ (20 cm x 20 cm x 20 cm de profondeur).

Le prélèvement s'effectue 1 fois sur toutes les parcelles élémentaires de l'essai. Il est réalisé début mars, période optimale d'activité des lombriciens. La détermination des lombriciens s'effectue ensuite au laboratoire.