

ACTION N°9

Techniques de travail du sol en Agrobiologie

Maître d'œuvre : Chambres d'Agriculture de Bretagne

Partenaires : ITAB, INRA, Agrocampus Ouest, ISARA, Université de Rennes 1

Année de réalisation du programme : 9^{ème} année / 10 ans

Contexte et enjeux de l'action

Dans un contexte de réduction des charges économiques et du temps de travail, les agriculteurs s'interrogent sur les conséquences de l'arrêt du labour sur leur exploitation. Au-delà de l'aspect économique, le fonctionnement de leur sol et les conséquences agronomiques liées à la réduction du travail du sol posent de nombreuses questions. Si, en agriculture conventionnelle, des références existent sur la réduction du travail du sol, ce n'est pas le cas en agrobiologie. C'est pourquoi il est nécessaire d'acquérir des données spécifiques à ce sujet, notamment en ce qui concerne la gestion des adventices.

Objectifs

L'objectif de cette action est d'évaluer l'impact de la suppression ou de la réduction du labour en Agriculture Biologique sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol, ainsi que sur le développement de la culture. Dans le cadre du projet Sol'AB (coordination ITAB), la mise en réseau de 4 sites travaillant sur les grandes cultures a permis d'analyser les résultats obtenus dans différents contextes pédo-climatiques.

En parallèle, le projet Sol'AB avait aussi pour but de travailler avec des outils de diagnostic simplifié du sol.

Dispositif expérimental et protocole

L'essai compare quatre techniques de travail du sol :

- Le labour classique (profondeur : 25 cm) - avec pour abréviation **LC**
- Le labour agronomique (profondeur : 15 cm) - **LA**
- Le travail superficiel (profondeur : 15 cm) - **TS**
- Le travail très superficiel (profondeur : 7 cm) - **TTS**

Les autres interventions culturales sont identiques sur les 4 modalités (déchaumage, désherbage...).

Cet essai de longue durée a été mis en place en 2003 à la station expérimentale de Kerguéhennec (Bignan, 56), sur une parcelle en conduite agrobiologique depuis 1996. Les quatre techniques sont répétées 3 fois selon un dispositif en blocs complets, sur des parcelles élémentaires de 300 m² chacune (12 m x 25 m).

Depuis la mise en place de cet essai en 2003, les cultures qui se sont succédées sont les suivantes : maïs, triticales, sarrasin, pois, triticales, luzerne (2 ans), triticales et maïs grain (2011).

Les mesures réalisées :

► **Suivi de la fertilité du sol :**

- Fertilité physique (profils de sol, tests à la bêche, états de surface, densités apparentes, infiltrométrie, pénétrométrie)
- Fertilité biologique (comptages de vers de terre, comptages de macropores)
- Fertilité chimique (analyses de sols, reliquats d'azote)

► **Suivi de la culture :**

- Comptages adventices
- Composantes de rendements

Cette année, la plupart des mesures ont été réalisées sur le couvert précédent le maïs (phacélie). En effet, certaines mesures nécessitent que le sol n'ait pas été perturbé depuis plusieurs semaines. C'est le cas des comptages de vers de terre (suivi de la fertilité biologique) ou encore de l'observation de la structure du sol (fertilité physique). C'est d'ailleurs sur ces deux volets que nous allons concentrer les commentaires, les résultats du volet "chimique" étant en continuité avec les années précédentes.

Fertilité physique du sol : une évolution marquée du sol le moins travaillé

Les observations de sols réalisées sur les quatre modalités mettent en avant les faibles différences de structure entre les quatre profils, hormis les différences de profondeur des horizons travaillés. Dans tous les cas et même lorsque la structure est continue (c'est-à-dire que les mottes sont intimement reliées entre elles), les mottes restent ouvertes, de structure grumeleuse.

En effet, quelle que soit la modalité, beaucoup de bioturbations (traces de l'activité des vers de terre) sont observables. Parmi elles, des loges, des excréments et des galeries verticales descendant jusqu'au bas de l'horizon structural (30-70 cm), souvent colonisées par des racines. A cette profondeur, de nombreuses galeries horizontales créent des structures "en éponge", c'est-à-dire très poreuses et donc favorables à l'enracinement. Globalement, ces bioturbations sont beaucoup plus nombreuses dans les premiers centimètres en dessous de la limite basse de l'horizon travaillé.

En ce qui concerne la phacélie, en place lors des observations, aucun tassement ne semble perturber l'enracinement. D'une manière générale, dans les quatre profils, la structure est donc favorable au développement de la culture.

En parallèle à ces observations des profils, plusieurs paramètres sont mesurés dans le but de recouper les informations et de donner des résultats chiffrés complémentaires : résistance à la pénétration, densité apparente, infiltrométrie, etc. Nous ne reprendrons pas ici tous ces résultats, mais seulement ceux qui illustrent une tendance globale mise en lumière par l'ensemble de ces manipulations.

Ainsi, les mesures de densité apparente montrent que, dans tous les cas, celle-ci est très faible. En effet, les prélèvements ont au maximum une densité de 1,44 g/cm³ (moyenne prise en laboratoire : 1.3 ou 1.4).

Par ailleurs, il y a, logiquement, une certaine homogénéité de densité dans la modalité en labour classique, puisque les trois prélèvements se situent dans l'horizon labouré (pas de reprise en masse en profondeur). Concernant les trois autres modalités, il existe un gradient : la densité augmente en fonction de la profondeur. La densité a donc tendance à suivre le gradient inverse de profondeur du travail du sol.

Entre cinq et quinze centimètres, le rapport se modifie nettement puisque, du fait de l'augmentation de densité des trois autres modalités, c'est le labour qui se trouve être le moins dense.

Dans les prélèvements les plus profonds (15-25 cm), cette tendance se confirme. A cette profondeur, les deux modalités intermédiaires sont plus denses (reprise en masse des zones qui ne sont plus travaillées), mais la modalité en travail très superficiel se différencie : elle n'est pas statistiquement plus dense que celle qui est labourée de manière classique. L'activité lombricienne est une hypothèse mise en avant pour expliquer ces résultats. Nous verrons, en effet, qu'ils sont plus nombreux dans la modalité de travail très superficiel.

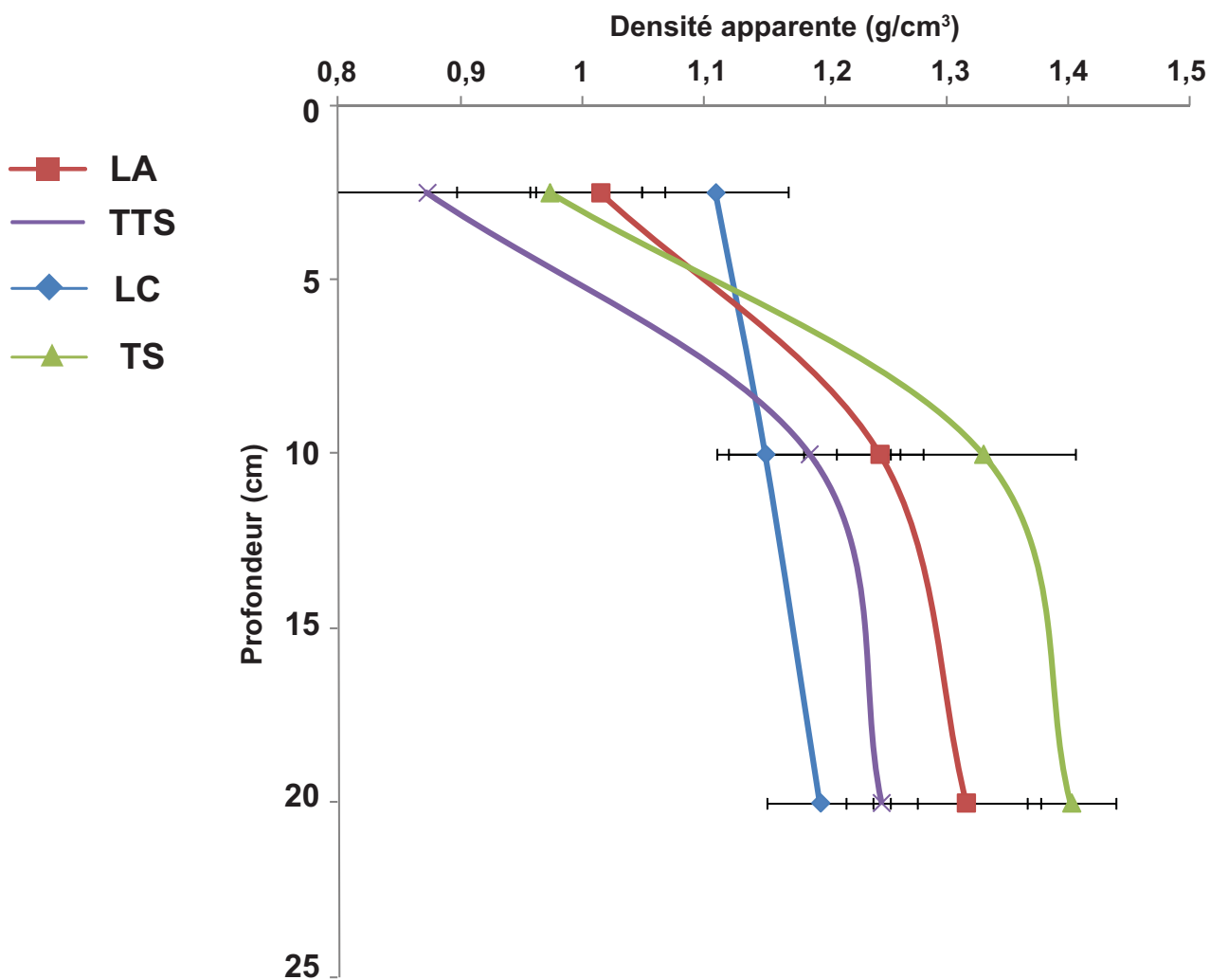


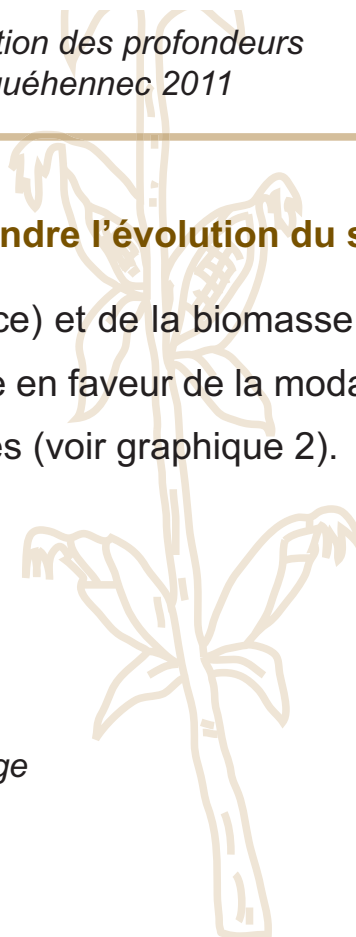
Figure 3 : Densités apparentes en fonction des profondeurs
4 modalités de travail du sol - Kerguéhennec 2011

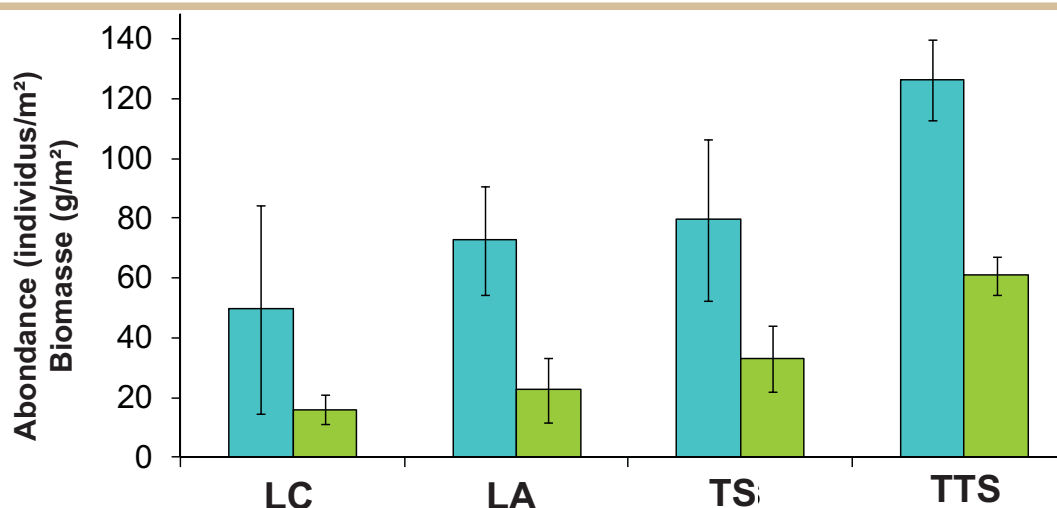
Fertilité biologique du sol : une piste pour comprendre l'évolution du sol

Pour ce qui est du nombre total d'individus (abondance) et de la biomasse totale, l'analyse statistique montre une différence significative en faveur de la modalité de travail le plus superficiel, se distinguant des trois autres (voir graphique 2).



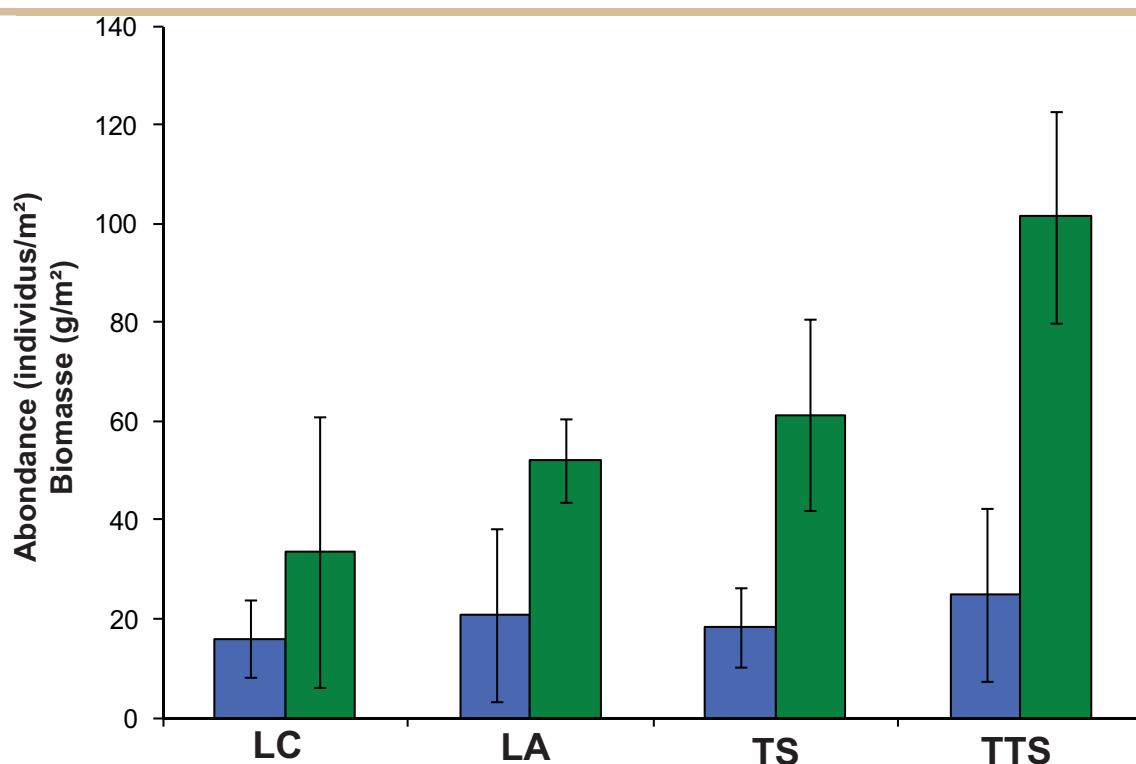
► Un ver de terre dans sa loge
(crédit photo : ITAB)





Graphique 2 : Abondance et biomasse de lombriciens en fonction des modalités de travail du sol
Kerguéhennec - 2011

De plus, l'étude du stade de développement des vers de terre permet de constater qu'il y a une quantité de jeunes vers de terre (juvéniles) inversement proportionnelle à la profondeur de travail du sol, tandis que le nombre d'adultes reste sensiblement égal quelle que soit la modalité (voir graphique 3 ci-dessous).



Graphique 3 : Nombre de lombriciens par stade de développement en fonction des modalités de travail du sol - Kerguéhennec - 2011

Ces observations mettent en évidence l'influence du travail du sol sur les populations lombriciennes, en particulier sur les juvéniles, mais aussi sur deux catégories écologiques : les épigés et les anéciques. Ces résultats sont conformes aux observations effectuées sur d'autres sites (Pérès 2003, Lamandé 2003 ou Piron 2008). Du strict point de vue du nombre et de la diversité des vers de terre,

réduire le travail du sol le plus possible serait favorable, au même titre que des apports de matière organique en surface.

Cependant, il faut distinguer nombre de vers de terre et intensité de l'activité lombricienne. Pérès et al. (2010) ont en effet montré qu'il n'y avait pas de corrélation entre les deux. La richesse du sol en matière organique, si elle favorise le nombre et la diversité des vers de terre, est plutôt défavorable à une activité lombricienne soutenue. Il est donc nécessaire de compléter l'observation des vers de terre par celle des indices de leur activité, comme le comptage des macropores par exemple.

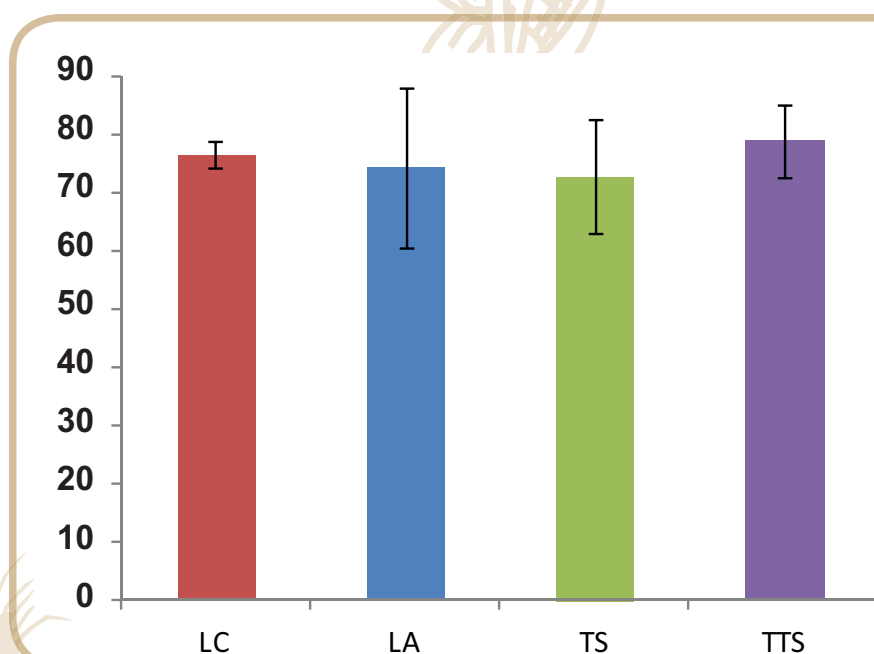
Ainsi, on observe plus de macropores de taille inférieure à 3 mm (correspondant, entre autres, à des galeries de juvéniles ou d'endogés) dans la modalité en travail superficiel qu'en labour classique. Comme le comptage est effectué en dessous du fond de labour, ces macropores n'ont pas été détruits par le passage du soc. On suppose donc qu'il y a une activité des vers de terre plus importante en travail superficiel qu'en labour classique.

Ce résultat doit cependant être pris avec précaution. En effet, les comptages ont été faits à la mi-avril, alors qu'il n'avait pratiquement pas plu depuis le 1^{er} mars. La terre était donc très sèche. De surcroît, à la profondeur où le comptage devait être effectué (30 cm), les loges de vers de terre et des bioturbations étaient très abondantes, ce qui avait créé une structure très poreuse, rendant délicates les observations. La tendance reste cependant identique à celle observée l'année dernière.

Salissement et rendements du maïs

L'enherbement a été suivi selon la méthode de Barralis. Les observations mettent en évidence un salissement plus important sur la modalité en travail très superficiel par rapport aux autres modalités de travail du sol. Dans le cas du maïs, les adventices présentes dans l'inter-rang sont facilement maîtrisées par le passage de la bineuse. Cependant, le salissement sur le rang a été, au printemps 2011, particulièrement délicat, toutes modalités confondues. En effet, le développement du maïs a été ralenti par la faible pluviométrie et des températures basses vers les stades 2-3 feuilles. Les levées échelonnées ont donc entraîné un salissement du rang, difficile à maîtriser à ce stade de la culture. Les rendements du maïs ont cependant été satisfaisants et sans différence entre les modalités (voir graphique 4 ci-contre).

Graphique 4 : Rendements du maïs grain en fonction des modalités de travail du sol Kerguéhennec - 2011 ►



Ce résultat se différencie des mesures de rendements réalisées les années précédentes. En effet, les rendements étaient, en général, d'autant plus élevés que le travail du sol était profond. Ainsi, la modalité labour classique se démarquait avec des rendements significativement supérieurs.

Le lien au salissement, les années précédentes, était clair. Cette année, le binage de la culture a permis de maîtriser une majeure partie des adventices. La concurrence sur le rang, quelle que soit la modalité, a eu la même conséquence sur le rendement.

Les outils simplifiés : observer son sol pour mieux le comprendre

Quatre outils simplifiés, construits dans le cadre du projet SolAB, ont été mobilisés. Les éléments présentés ici, sont issus de fiches techniques en cours de finalisation.

► Le test bêche :

Il s'agit de diagnostiquer la structure du sol à partir d'un volume de sol prélevé à la bêche. C'est un test visuel et pédagogique pour acquérir des informations qualitatives sur le sol. Les résultats de ce test sont une première étape dans l'évaluation du fonctionnement d'un sol. Chacun peut s'approprier l'outil et créer ses propres références dans un contexte pédoclimatique donné. La réflexion peut ensuite être complétée par un diagnostic plus approfondi avec le profil cultural.



Crédit photo : ITAB

► Le test d'infiltration de l'eau "Beer Kan" :

Le test "Beer Kan" simplifié consiste à mesurer le temps d'infiltration de l'eau dans le sol, en condition de sol humide et ressuyé. Un volume déterminé d'eau est versé dans un cylindre enfoncé dans le sol. Le temps d'infiltration est chronométré et l'opération est répétée jusqu'à ce que le temps d'écoulement se stabilise. En mesurant le temps d'infiltration, on peut ainsi évaluer la capacité d'infiltration du sol. C'est le reflet de l'état de la macroposité (voir test suivant).

► Le test de comptage des macropores :

Dans un sol humide ressuyé, à partir d'une mini-fosse ou bien de la fosse d'un profil cultural si celui-ci est déjà en place, on dégagne une surface horizontale à différentes profondeurs (sol travaillé et sol non travaillé par exemple). Il suffit ensuite de compter les macropores (pores de diamètre supérieur à 3 mm), témoins de l'activité des vers de terre. Les comptages à différentes profondeurs permettent de voir la répartition des vers de terre actifs dans le sol.



Test du comptage des macropores

Des punaises de couleur matérialisent les pores de taille > 3 mm.

Crédit photo : ITAB

► **Le comptage de vers de terre par catégorie écologique :**

Le prélèvement et la détermination simplifiée de vers de terre est un test simple décliné en deux étapes. Dans un sol frais et non gelé, un volume de sol est prélevé puis les vers de terre sont triés manuellement. La deuxième étape consiste à identifier la classe écologique des vers capturés et à mesurer l'abondance (comptage) et la biomasse (pesée) de chaque classe. Ce test simplifié permet de savoir si les vers de terre sont présents dans la parcelle, et, le cas échéant, de déterminer les "groupes fonctionnels" auxquels appartiennent ces vers.

Conclusion

Nous observons une évolution importante du sol pour la modalité de travail très superficiel. En effet, la prise en masse des horizons, qui ne sont plus travaillés depuis 2003, est compensée par une fissuration liée à l'activité biologique. Ces observations se recoupent avec celles réalisés sur le site de l'ISARA de Lyon (dispositif très proche de celui de Kerguéhenec). Cette fissuration permet, entre autre, une bonne exploration racinaire de la culture en place. En parallèle, et malgré le salissement plus important de cette modalité TTS sur le rang, les rendements sont équivalents entre les modalités. La maîtrise des adventices dans l'inter-rang par le binage a permis de limiter la concurrence (en comparaison aux céréales 2010, non binées).

Une année complémentaire de mesures permettra de valider ces observations.



► **Test à la bêche**

Contact

Aurélien Dupont

Pôle Agronomie PV – Recherche Appliquée

Chambres d'agriculture de Bretagne

Tél. : 02.96.79.21.66

