

N° 97 - Octobre 2019 - 8,10 €

cultivar

LEADERS

LE MENSUEL DES ENTREPRISES DE GRANDES CULTURES



POTENTIEL D'OXYDORÉDUCTION DES PLANTES SUR PRISE

EXPÉRIENCE

PALLIER TOUS LES RISQUES
LIÉS AUX ADVENTICES

PAGE 9

L'ENQUÊTE

CULTURE DU CANNABIS : SERA-T-ELLE
UN JOUR AUTORISÉE EN FRANCE ?

PAGE 22

MARCHÉS

CAMPAGNE 2019-2020 : CULTIVER
L'ATTRACTIVITÉ DU BLÉ FRANÇAIS

PAGE VIII

Une bouffée agroécologique grâce au TMS

À travers les lignes qui vont suivre, nous allons tenter de restituer les résultats d'un essai longue durée obtenus sur la fertilité physique et biologique par l'usage répété du fertilisant TMS formulé pour le sol par la société TMCE. Le Centre wallon de recherche agronomique, à Gembloux, et l'Inra de Dijon ont publié des résultats qui confirment l'hypothèse d'un effet bénéfique sur la fertilité physique des sols et sur les communautés microbiennes, notamment par une meilleure coopération de l'ensemble des espèces entre elles.

Février 2019. C'est avec Christian Roisin que nous avons rendez-vous dans le Nord de la France, non loin de la frontière belge. Christian Roisin est chercheur au CRA-W, Centre wallon de la recherche agronomique, à Gembloux : « On a fait le pari d'un essai longue durée de 15 ans pour appréhender les effets de l'application ré-

pétée du TMS de TMCE, un fertilisant alternatif. Ce type de projet est rare entre une société commerciale et un institut de recherche, mais c'est aussi le gage d'avoir des résultats tangibles et durables. Nous nous sommes intéressés à la question suivante : l'apport du TMS selon les préconisations a-t-il un effet sur la fertilité physico-chimique, biologique, physique (structure du sol)

et sur le comportement des cultures et leur production ? » Le site expérimental a été mis en place en 2004 à Gembloux, en Belgique. Il a été organisé en plusieurs parcelles permettant de combiner différentes modalités, avec ou sans travail du sol et avec ou sans TMS (apport de 90 kg/ha en fin d'été et 90 kg au printemps) Il s'agit d'une rotation de deux ans qui alterne une céréale, le blé, et une culture de printemps (lin, maïs ou betteraves). Les sols du site expérimental sont limoneux à limono-argileux. Un autre type de protocole a été mis en place pour lequel la modalité qui varie est celle de la gestion de la matière organique (export total des résidus ou gestion avec paille, fumier, lisier + Cipan). Pour ce protocole en place depuis 60 ans, le labour est pratiqué systématiquement, la rotation sur trois ans alterne betteraves, blé d'hiver, orge d'hiver. Les essais avec le TMS ont été mis en place depuis 2009.

Stabilisation de la MO dans le temps

La première partie de l'évaluation consistait à appréhender les différents paramètres physico-chimiques de la fertilité, CEC, P, K, Ca, Mg sur deux horizons différents 0-15 cm et 15-30 cm. Si on considère l'essai « travail du sol », le chercheur belge ne note pas de différence signifi-

L'apport du TMS semble améliorer l'état de l'horizon critique pour le développement racinaire (10-30 cm). On observe aussi une augmentation de l'homogénéité générale du profil et une stratification beaucoup moins marquée.



tive avec l'ajout de TMS à l'exception du magnésium (Mg). En revanche sur l'essai « matière organique », quelques pistes de réflexion sont à partager : « En sol moyennement ou normalement pourvu en matière organique, on observe une amélioration significative des différents paramètres de la fertilité physico-chimique. Et ce qu'il est intéressant de mentionner, lorsqu'on s'intéresse aux taux de matières organiques, c'est que l'ajout de TMS semble atténuer la variabilité interannuelle de ce taux de MO. Nous pouvons donc faire l'hypothèse d'un effet TMS sur la métabolisation des MO, donc d'une régulation différenciée par l'activité microbienne », explique Christian Roisin. Qualifiée et quantifiée, l'activité microbienne comme indicateur de fertilité biologique des sols fut la deuxième étape de la restitution de Christian Roisin. Sont ainsi évalués les populations de vers de terre, (indicateurs de l'état du sol), les micro-organismes (indicateur du fonctionnement du sol) – évaluation réalisée par l'Inra de Dijon – et les mycorhizes (à mettre en relation avec l'état nutritif du sol). Les populations de vers de terre ont été quantifiées (test moutarde), à la fois les espèces épigées présentes en surface et dans la litière, ainsi que les anéciques et espèces endogées. « L'apport de TMS a un effet significatif sur les

RECHERCHE

Cooccurrence ou la capacité des communautés à interagir

Durant la dernière décennie, la réponse des communautés microbiennes du sol aux différentes perturbations a fait l'objet de beaucoup de travaux de recherche, tant sur le plan quantitatif que sur le plan qualitatif. La communauté scientifique s'intéresse désormais à la capacité qu'ont ces communautés à interagir et aux conditions de leur mise en réseau en fonction des pratiques agricoles. Une étude, qui a fait l'objet d'une publication en mars 2019⁽¹⁾, fait l'écho de ce champ d'investigation. Si on considère différents écosystèmes, avec un gradient de perturbation différent, sols de forêts, prairies, et sols cultivés, on observe une augmentation de la diversité des communautés bactériennes corrélée au travail du sol. « Plus on crée de la perturbation, plus elles s'adaptent. Pour faire simple, la perturbation crée de la stimulation, la diversité des communautés augmente mais leur abondance diminue », résume Lionel Ranjard, coordinateur scientifique de l'étude. En revanche l'étude met en évidence que moins il y a de perturbation, plus le réseau entre les taxons de la communauté est dense et complexe. À titre d'exemple, dans l'étude citée, il y a 87 % de liens et de connexions en moins dans un sol perturbé que dans un sol forestier.

Comment ces communautés microbiennes parviennent-elles à créer ces réseaux complexes ? « On fait l'hypothèse que la stabilité d'un écosystème limite les phénomènes d'isolement physique ou métabolique. L'isolement physique est conditionné par un mauvais état structural

du sol, par exemple, et l'isolement métabolique stimule les communautés les plus opportunistes, qui n'ont pas besoin des autres pour être efficaces sur le plan métabolique », précise le directeur de recherche.

L'ensemble des interactions à l'intérieur du réseau peut être de nature positive (coopération) ou négative (compétition), poursuit le spécialiste. Et dans l'étude menée, le ratio des interactions positives sur les interactions négatives diminue lorsqu'on augmente la perturbation. « Cela peut signifier que les interactions sont plutôt de l'ordre de la compétition que de la coopération dans un sol perturbé. La plus faible disponibilité en matière organique dans les sols cultivés peut expliquer cette compétition accrue entre les organismes et sélectionne des bactéries qui ont des stratégies plutôt oligotrophes (capacité à exploiter des milieux pauvres en ressources nutritives) et qui sont de facto moins actives. On les distingue des bactéries à la stratégie copiotrophe qui, à l'inverse, ont des besoins importants dans les milieux riches où la ressource est abondante (sols de forêt et prairie) et qui ont des activités importantes. »

(1) Karimi B, S. Terrat, S. Dequiedt, C. Jolivet, D. Arrouays, P. Wincker, C. Cruaud, A. Bispo, N. Chemidlin-Prévost Bouré, L. Ranjard. 2019. Biogeography of Soil Bacterial Networks Along a Gradient of Cropping Intensity. *Nature Scientific Report Nature*, 9 : 3812 (2019).
<http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/fr/indicateurs/evolution-de-la-biomasse-microbienne-des-sols-en-metropole>
<http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/fr/indicateurs/evolution-de-la-biodiversite-bacterienne-des-sols>

populations de vers de terre, quelles que soient les modalités de travail de sol, et c'est notamment très marqué pour les populations d'endogées et d'anéciques sur la modalité

TCS, puisqu'on observe une augmentation de 59 % du nombre de vers de terre par m² », commente Christian Roisin. Un constat assez similaire quant au potentiel my-

corhizogène des sols quels que soient les écosystèmes (différents types de sols et différentes espèces de plantes), « le TMS a un effet positif sur ce paramètre, il est donc susceptible de participer au maintien de la fertilité des sols », résume le chercheur.

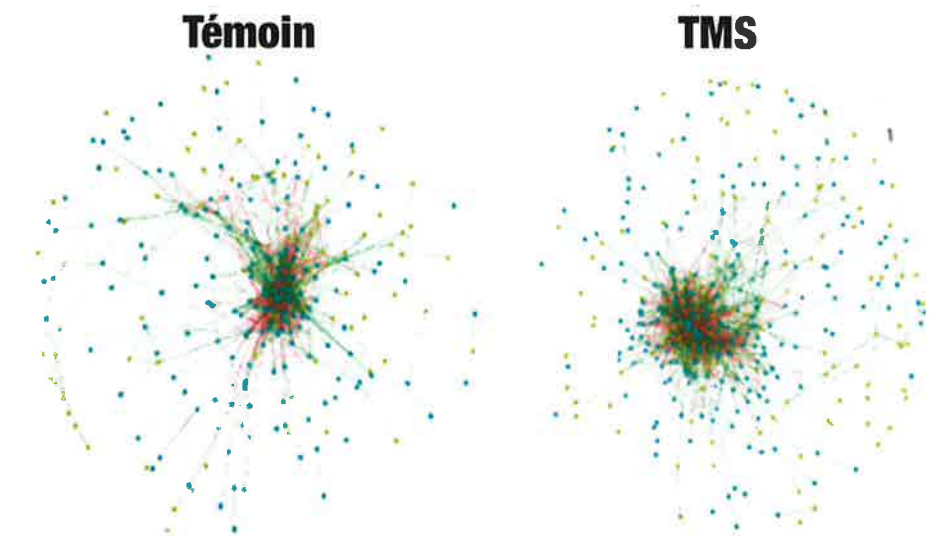
Une mise en réseau facilitée

L'analyse des communautés microbiennes dans le cadre de ces protocoles a été réalisée par l'UMR agroécologie de l'Inra de Dijon. Nous avons sollicité Lionel Ranjard, directeur de recherche, pour qu'il nous apporte l'éclairage nécessaire sur les résultats. Intéressons-nous d'une part aux différents paramètres évalués. « Nous nous appuyons sur différents indicateurs de la qualité microbologique des sols reconnus et validés par le ministère de l'Environnement français via l'Observatoire national de la biodiversité, tels que l'abondance des communautés microbiennes, le ratio densité de champignons/densité de bactéries et la diversité des différentes communautés par des techniques de biologie moléculaire », résume Lionel Ranjard. Et sur ces différents indicateurs mesurés dans le cadre de l'essai longue durée travail du sol de Gembloux, « nous ne constatons pas d'effet particulier lié à l'apport de TMS, que ce soit sur l'abondance, la diversité ou encore le ratio », prévient l'expert. « En revanche, nous

nous sommes intéressés aux réseaux d'interactions au sein des communautés, principe de la cooccurrence (voir encadré ci-contre). On peut faire aisément le parallèle avec nos réseaux sociaux : il peut y avoir des interactions négatives ou positives entre les micro-organismes au sein d'une communauté mais, globalement, plus les communautés interagissent, plus elles sont stables et fonctionnelles et susceptibles de remplir des grandes fonctions (fertilisation, dépol-

lution, structuration du sol, barrière aux pathogènes). Et dans le cas de cette étude, l'analyse de réseaux montre que l'apport de TMS entraîne une augmentation très significative de la complexité du réseau de la communauté microbienne par un doublement du nombre de liens d'interactions. Cette augmentation de la complexité du réseau suggère que les différents taxons de la communauté ne sont pas soumis à un isolement physique ou métabolique.

Les réseaux d'interactions microbiens (cooccurrence bactéries et champignons)



Comparaison des réseaux d'interactions au sein de la communauté microbienne (bactéries + champignons) entre les différentes modalités d'apport de TMS. Les ronds représentent des nœuds (= taxons au niveau genre). Les liens verts sont des interactions positives (coopération) et les liens rouges sont des interactions négatives (antagonisme). L'analyse de réseaux montre que l'apport de TMS entraîne une augmentation très significative de la complexité du réseau de la communauté microbienne par un doublement du nombre de liens d'interactions. (Crédit/ Inra Dijon)

En d'autres termes, l'apport de TMS pourrait avoir un effet positif sur la connexion des différents habitats du sol renfermant la communauté microbienne, favorisant ainsi les interactions entre les différents taxons constituant la communauté. D'un point de vue plus métabolique, le TMS pourrait aussi stimuler des taxons microbiens moins opportunistes et plus à même d'interagir avec les autres taxons de façon altruiste. »

Un état physique du sol qui favorise les interactions

Des résultats qu'il faut mettre en parallèle avec l'effet du TMS sur la structure des sols. Grâce à l'analyse des profils et des tests au pénétromètre, Christian Roisin fait le constat suivant : « L'analyse du profil indique que la semelle de labour est atténuée, voire éliminée, pour la modalité TMS par rapport au témoin. Si l'on se réfère aux essais de pénétrométrie qui mesurent la résistance à la pénétration et la qualité de l'état structural, on observe, pour la modalité labour, une augmentation de la porosité de l'horizon labouré côté TMS avec une semelle moins dense et plus poreuse. Par ailleurs, concernant la modalité TCS, l'apport du TMS semble améliorer l'état de l'horizon critique pour le développement racinaire (10-30 cm), on observe aussi une augmentation de l'homogénéité générale du

profil et une stratification beaucoup moins marquée. » Et, au champ sur les cultures, quelles peuvent être les incidences de l'ensemble des paramètres évoqués ? L'équipe de Christian Roisin s'est intéressée au développement racinaire du lin et de la betterave (racine à pivot) : « La linéarité (absence de coude) de la racine de lin est améliorée grâce à l'apport du TMS. Pour la betterave, on étudie le niveau de fourchage de la racine. Le fait est qu'avec une fertilisation TMS, on observe une proportion plus importante

de racines sans défaut. » Le suivi de pathogène comme *Aphanomyces cochloides* (famille des oomycètes) sur betterave a aussi été réalisé. Le pourcentage de plantes touchées est significativement inférieur pour la modalité TMS. Ce qui peut confirmer l'hypothèse que le TMS stimule des taxons moins opportunistes au détriment des pathogènes... « Après trois à quatre années d'apport de TMS, on observe un meilleur comportement général des plantes mais pas seulement. Les niveaux de rendements ont été mesurés pour toutes

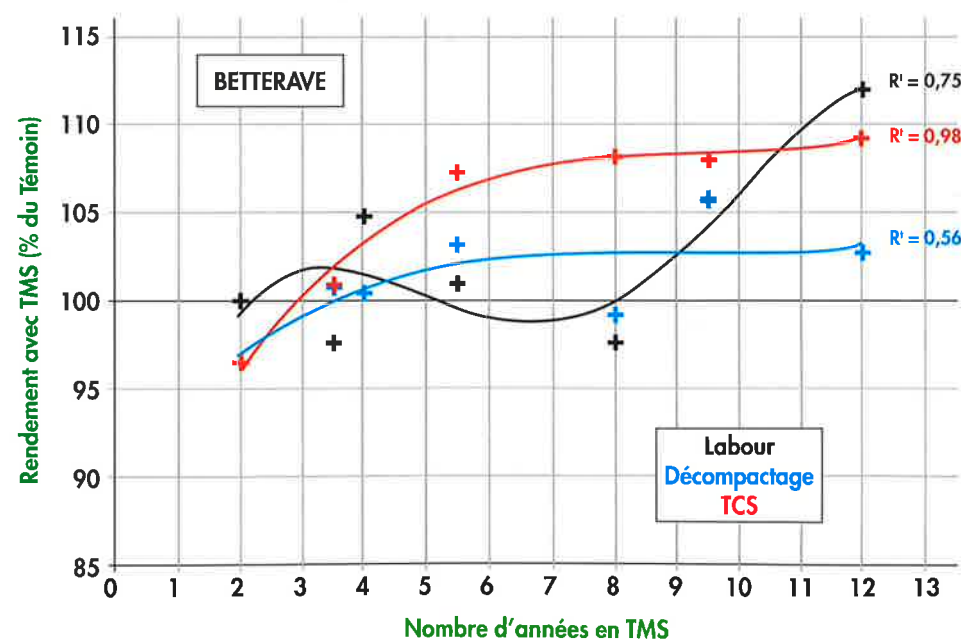
les cultures. Sur la betterave notamment, une plante particulièrement sensible à l'état structural du sol, l'apport répété du TMS induit une masse racinaire significativement supérieure donc un meilleur rendement par rapport aux témoins », résume Christian Roisin.

Enfin, des mesures d'efforts de traction et de la consommation énergétique au moment du déchaumage ont été conduites par l'unité machines et infrastructures du CRA-W de Gembloux. Et, là encore, pour un même niveau de portance, les efforts de traction sont

moins importants pour la modalité TMS, le taux de patinage inférieur, la vitesse de travail plus élevée et la consommation énergétique moindre. « Ce qui nécessite une adaptation au niveau des réglages des outils », conclut Christian Roisin.

HÉLÈNE SAUVAGE

Écart de rendement moyen



Après trois à quatre années d'apport de TMS, on observe un meilleur comportement général des plantes. Sur la betterave, par exemple, une plante particulièrement sensible à l'état structural du sol, l'apport répété du TMS induit une masse racinaire significativement supérieure, donc un meilleur rendement par rapport aux témoins au fil du temps.

Crédit : CRA-W

PLATEFORME NORMANDIE

« Le sol se nourrit de ce qu'il transforme »

Les 28 et 29 mai derniers, plus de 700 agriculteurs se sont donné rendez-vous à Morteaux-Couliboeuf dans le Calvados, sur la plateforme organisée par TMCE. Au programme de ces journées techniques, la visite d'essais sur la fertilisation réalisés sur deux exploitations, celle d'Arnaud et Vincent Lallier, polyculteurs-éleveurs et celle de Philippe Rauline, producteur de grandes cultures. Deux exploitations aux enjeux similaires, des terres argilo-calcaires à faible potentiel qui ne retiennent pas l'eau, alors que la pluviométrie annuelle est inférieure à 600 mm dans cette région située au sud de Caen. Philippe Rauline apporte depuis 17 ans 100 kg de TMS au printemps et après la moisson sur les pailles : « L'objectif premier est de pouvoir faciliter la décomposition des pailles, avec le temps j'observe que mes sols sont beaucoup plus souples et plus faciles à travailler, je n'ai plus de problèmes de structure, mes sols se fissurent moins et retiennent mieux l'eau. Globalement j'ai amélioré avec le temps les équilibres physique, chimique et biologique de mes sols. » Autre usage aussi pour l'agriculteur, l'application en foliaire au moment de l'application d'un fongicide (0,5 l de TMF), avec des résultats probants. « J'observe que les plantes réagissent

bien mieux aux différents stress, qu'ils soient climatiques ou sanitaires. Les rendements moyens en céréales cette année dépassent les 100 q/ha. Ce qu'il faut bien comprendre c'est que le sol ne se nourrit pas de ce qu'on lui apporte mais de ce qu'il transforme », assure Philippe Rauline.

De son côté Arnaud Lallier exploite avec son frère Vincent 340 ha dont 80 ha de prairies. Il est utilisateur des fertilisants de TMCE depuis seulement deux ans. Son objectif est d'obtenir une meilleure valorisation des résidus de culture et des effluents d'élevage grâce au TMS. « Même si nos sols sont bien pourvus en éléments, ils ne sont pas nécessairement disponibles pour les plantes. L'objectif in fine est bien de faire progresser rendements et qualité des produits », explique-t-il. En revanche sur l'atelier d'engraissement (90 taurillons et 50 vaches allaitantes), le cycle de production est plus court, et les résultats sont déjà perceptibles, « avec l'apport de TMS en complément minéral, on gagne en fertilité des animaux, le complément aide à mieux valoriser la ration. Autre constat sur l'aspect général des animaux et notamment la qualité du poil, signe d'animaux poussants et bien portants », conclut l'éleveur.



Philippe Rauline, producteur de grandes cultures.



Arnaud Lallier, polyculteur-éleveur.