

## Nouvelles orientations du dispositif expérimental PRO'spective

**Denis Montenach<sup>1</sup>, Frédéric Hammel<sup>1</sup>, Anne Schaub<sup>2</sup>, Nathalie Valentin<sup>3</sup>, Magali Imhoff<sup>3</sup>, Marc Lollier<sup>4</sup>, Robert Trochard<sup>5</sup>, Rémy Duval<sup>6</sup> et Sabine Houot<sup>7</sup>**

<sup>1</sup>INRA Colmar, SEAV – Biopôle, 28 rue de Herrlisheim 68 000 Colmar

<sup>2</sup>Association pour la Relance Agronomique en Alsace - 2 rue de Rome BP 30022 Schiltigheim 67 013 Strasbourg

<sup>3</sup>Syndicat Mixte Recyclage Agricole du Haut-Rhin – Biopôle, 2 allée de Herrlisheim 68 000 Colmar

<sup>4</sup>Université de Haute Alsace, LVBE – Biopôle, 33 rue de Herrlisheim 68 008 Colmar Cedex

<sup>5</sup>Arvalis Institut du Végétal, Station de La Jaillièrre, 44370 La Chapelle St Sauveur

<sup>6</sup>Institut Technique de la Betterave, 45 rue de Naples 75008 PARIS

<sup>7</sup>INRA, UMR ECOSYS INRA – AgroParisTech, 78850 Thiverval-Grignon

### Contexte et enjeux des nouvelles orientations du dispositif

Le dispositif PRO'spective, mis en place par l'INRA de Colmar en 2001, a permis d'évaluer, durant les 12 premières années d'expérimentation, la valeur agronomique de 5 types de produits résiduels organiques (BOUE, DVB, BIO, FUM, FUMC) comparés à des traitements témoins sans apport organique, en vérifiant l'innocuité de ces pratiques sur le moyen terme. Ces PRO ont été épandus tous les deux ans, sur la base de 170 kgN<sub>total</sub>/ha. Sur le sous-essai 1, aucune complémentation minérale n'a été apportée. Sur le sous-essai 2, une complémentation en N minéral a été apportée sur chaque culture, calculée selon la méthode des bilans, et adaptée pour chaque traitement en prenant notamment en compte le CAU des PRO. Une complémentation minérale raisonnée en P et K a été effectuée uniquement avant les cultures de betterave, en 2007 et 2011. L'expérimentation a été conduite sans intégrer de culture intermédiaire (CIPAN) après épandages de PRO.

Les résultats obtenus sur les deux sous-essais montrent une différenciation des teneurs et des stocks d'éléments d'intérêt agronomique dans l'horizon de labour, liée aux caractéristiques des PRO épandus. Les traitements se distinguent par rapport aux teneurs en matière organique ainsi qu'en éléments fertilisants tels que phosphore et potassium (voir présentations de M. Lollier et C. Morel). Les traitements BOUE et DVB permettent de maintenir les stocks de P dans les sols mais un redressement est nécessaire pour les traitements FUM, FUMC, BIO et TEM. Les traitements FUM et FUMC permettent de faire l'impasse d'une complémentation en K minéral, tandis que les autres traitements nécessiteraient un entretien.

Sur le sous-essai non complétement en azote minéral, des effets significatifs ont été observés sur les rendements des cultures :

- Les rendements obtenus avec les traitements organiques ont permis de discriminer les effets des PRO
- Les rendements en arrière-effet sur blé et orge sont faibles

Ces observations ont permis de caractériser les effets des PRO en fonction de leur origine, mais montrent la nécessité de réorienter la conduite de la fertilisation du dispositif avec des exigences propres à chaque sous-essai.

D'autre part, actuellement le recyclage de matières fertilisantes d'origine résiduelle est encouragé et permet de se substituer en partie aux engrais minéraux, dont l'usage est associé à des impacts environnementaux liés à leur fabrication, par l'extraction de minerais ou les besoins en énergie, générant des impacts sur l'utilisation de ressources fossiles non renouvelables. Pour les agriculteurs, la réduction de l'utilisation d'engrais minéraux peut également conduire à de meilleures marges économiques (voir présentations de M. Lollier), et l'apport de PRO contribuer à l'entretien ou à la restauration des sols en matière organique.

Ce contexte nous a amené à réfléchir à une conduite de la fertilisation, sur le site PRO'spective, qui permettrait une substitution partielle voire totale des engrais minéraux par des apports de produits résiduels, organiques ou non (MAFOR). Le but est d'en évaluer la faisabilité technique d'une part, et la durabilité d'autre part.

Afin de définir la nouvelle orientation du protocole, un groupe de travail a été créé. Les compétences de deux agronomes spécialisés venant respectivement d'Arvalis institut du végétal et de l'Institut Technique de la Betterave et d'un statisticien de l'Université de Haute-Alsace ont été associées à celles des partenaires historiques du site.

### Objectifs liés à l'évolution des sous-essais

L'objectif du sous-essai initialement complétement en N minéral est de satisfaire au mieux les besoins des cultures, en effectuant des épandages conformes à la réglementation et en appliquant une complémentation en engrais minéraux de manière à obtenir des rendements optimaux. Cet objectif est conservé. Il s'agit de la fertilisation

actuellement conseillée aux utilisateurs de PRO. L'évolution du protocole consiste à réduire les différenciations constatées entre traitements au niveau de la disponibilité en P et K du sol pour les cultures. Les cinq PRO seront toujours épandus tous les deux ans à la dose de 170 kgN/ha. Aucun apport organique n'est effectué pour le traitement Témoin. Une complémentation minérale NPK sera apportée à partir de 2015, et adaptée par traitement selon les teneurs dans les sols et les méthodes de calcul habituellement utilisées par les agriculteurs.

Une CIPAN sera semée après les épandages (suite aux récoltes de blé et orge), et détruite à l'automne avant labour.

Sur le sous-essai sans complémentation minérale, le projet de réorientation vise à atteindre ces objectifs de couverture des besoins des cultures, en priorité au niveau de l'azote, en utilisant exclusivement des produits résiduaux. Le nouveau mode de conduite doit aussi compenser les exportations en éléments P et K sur la rotation. Cela implique une augmentation des doses des PRO déjà épandus depuis le début de l'expérimentation avant maïs et betterave, ainsi que l'apport d'un deuxième type de produit résiduaire pour les années en cultures de blé et orge. Le témoin, n'ayant pas reçu d'apport depuis le début de l'expérimentation, étant fertilisé avec ce nouveau produit.

### Mise en œuvre de l'évolution

Le groupe de travail s'est attaché à identifier des couples de MAFOR complémentaires, et les doses à épandre, pour atteindre ces objectifs. Les exigences de l'expérimentation factorielle impliquent de conserver une approche qui permette de comparer les modalités entre elles et par rapport à un témoin. Ainsi un seul type de MAFOR peut être utilisé pour compléter les six traitements de base.

Le groupe de travail a recensé les gisements de MAFOR en Alsace pour lesquels des résultats analytiques étaient disponibles sur les principaux paramètres agronomiques : teneurs en N et coefficient de minéralisation, teneurs en P, en K, en  $C_{org}$  et coefficient d'humification. Une analyse statistique ACP (Analyse en Composantes Principales) sur ces données a permis de caractériser leur diversité et de positionner les PRO déjà utilisés dans PRO'spective par rapport aux autres. L'ACP a permis d'identifier des produits apportant suffisamment d'azote disponible et équilibrés en P et K.

Le choix s'est porté sur les digestats de méthanisation. Ce type de MAFOR permet d'une part, d'obtenir un effet engrais sur les céréales (azote rapidement minéralisé) l'année suivant l'épandage des PRO de base. A noter que les apports de digestats sont réalisés chaque année sur le témoin. D'autre part la baisse des teneurs en P et/ou en K constatée depuis le début de l'essai sur certains traitements PRO de base pourra être compensée par cet apport supplémentaire. Dans le cas où les PRO de base apportent eux-mêmes suffisamment de l'un ou l'autre élément, les teneurs respectives dans les sols devraient être augmentées.

Par ailleurs, l'accroissement des doses du PRO de base et la combinaison avec le digestat va aussi augmenter les flux de  $C_{org}$ , et permettra d'en observer les conséquences sur l'évolution des stocks de matière organique, la disponibilité d'éléments fertilisants, et les impacts sur la microbiologie dans le sol.

Du point de vue des utilisateurs de MAFOR, l'étude du comportement des digestats au champ, sur un dispositif expérimental robuste, présente un fort intérêt dans le contexte actuel. La France connaît un développement croissant des méthaniseurs, sous l'impulsion du plan EMEA (Énergie Méthanisation Autonomie Azote). La gestion d'une fertilisation uniquement à base de produits résiduaux, en combinant deux produits par exemple, dans le but d'atteindre des rendements satisfaisants, est également une attente du monde agricole.

La mise en œuvre du nouveau protocole de conduite a été initiée pour le 8<sup>ème</sup> épandage sur le dispositif, à l'été 2014. Les doses des PRO de base épandus ont été calculées pour apporter 150 kg N disponible /ha dans le but de fertiliser la culture de betterave 2015, sur la base des estimations de CAU (coefficient apparent d'utilisation) du N total contenu dans les PRO (50% pour la BOUE, 30% pour les autres PRO). Une CIPAN (moutarde) a été semée au moment de l'enfouissement des PRO, afin de limiter la lixiviation des nitrates à l'automne/hiver précédent l'implantation de la betterave, et de restituer cet azote pour la culture.

Un premier apport de digestat a été effectué sur les témoins en mars 2015, avant le semis de betterave, à la dose de 60 m<sup>3</sup>/ha, également dans le but d'atteindre 150 kg N disponible /ha pour la culture. Les prochains apports de digestat sont prévus au printemps juste avant l'implantation de l'orge.

Remerciements aux agents du SEAV (UE 0871 INRA Colmar) et du SMRA 68 qui assurent la conduite culturale et expérimentale du dispositif PRO'spective et la mise en œuvre du nouveau protocole présenté ici.

**Mots clefs :** Produits résiduaux organiques ; Essai longue durée ; Plateforme PRO'spective ; Valeur agronomique ; Substitution engrais ; Digestats de méthanisation