

Mise en œuvre d'une démarche de diagnostic de nutrition pour la luzerne

A.-L. Toupet¹, R. Chaussod², S. Battegay³

1 : ARVALIS-Institut du végétal, Station exp. de Boigneville, F-91720 Boigneville ; al.toupet@arvalisinstitutduvegetal.fr

2 : S.E.M.S.E., 2, Chemin du Lavoir, F- 21310 Viévigne

3 : ARVALIS-Institut du Végétal, Maison de l'Agriculture, F-35042 Rennes

La luzerne présente de nombreux atouts, et son introduction dans les assolements peut permettre de répondre à des enjeux majeurs (THIEBEAU *et al.*, 2003). **Dans les systèmes céréaliers, notamment cultivée en agriculture biologique, la luzerne participe à la recherche d'une plus grande autonomie azotée** grâce à un apport d'azote atmosphérique conséquent dans le système, permis par la fixation symbiotique (JUSTES *et al.*, 2001). La luzerne contribue également à une meilleure maîtrise des adventices pluriannuelles à l'échelle de la rotation.

Si la luzerne ne nécessite aucune fertilisation azotée, les références COMIFER qualifient la culture de très exigeante vis-à-vis du phosphore et moyennement exigeante en potasse. Des déficiences en soufre (notamment en sols pauvres en matière organique) et en magnésium (déficience vraie ou induite par une teneur trop élevée en potassium) peuvent aussi être observées (RAYNAL *et al.*, 1989). Il est cependant rare d'observer des carences sur des plantes de luzerne.

1. Présentation de la parcelle diagnostiquée et description des symptômes

Un essai système de culture, mené depuis 2007 sur la station expérimentale de Boigneville (Essonne), a eu pour objectif d'évaluer la faisabilité et les performances d'un système de grandes cultures biologiques conduit sans élevage et sans aucun apport organique et minéral extérieur. Dans cette étude, **la luzerne est introduite au sein d'une rotation de 6 ans (luzerne 2 ans, blé, lin oléagineux, féverole, blé) pour ses services agronomiques (apport d'azote, maîtrise des adventices)**. Deux exportations sont réalisées la première année ; une seule est réalisée la deuxième année, la deuxième étant restituée au sol. Les résultats de la première rotation ont été satisfaisants jusqu'au retour de la luzerne 6 ans après, sur la parcelle où elle fut installée en premier. Cette parcelle a alors commencé à présenter des problèmes de vigueur, conduisant à des baisses de rendement.

Les symptômes observés sont répartis par foyers dans la parcelle. Les plantes restent présentes mais sont **chétives, vert pâle, voire jaunâtres**. L'observation des racines de la luzerne montre une racine pivotante saine et bien développée avec peu de racines secondaires et une quasi-absence de nodosités.

L'observation de la répartition des symptômes a aiguillé l'analyse vers deux causes possibles : une infection phytopathologique et/ou parasitisme par un cryptogame ou un nématode, ou une carence minérale. **Après avoir éliminé les premières hypothèses, et au regard des symptômes observés, notre démarche s'est concentrée sur les causes liées à un problème de nutrition, en lien avec une carence, directe ou induite, en soufre ou en magnésium.**

2. Matériels et méthodes

Pour identifier les causes de cette mauvaise croissance, deux expérimentations ont été conduites en parallèle : **l'une au champ** sur la parcelle de luzerne souffrant d'une faible croissance, pour étudier l'effet d'un apport de soufre ou de magnésium sur le développement de la luzerne, **et l'autre en pots, sous serre** pour investiguer de manière plus complète d'éventuels problèmes liés au mauvais fonctionnement de la symbiose fixatrice d'azote.

Au champ, un essai en microparcelles (3 blocs) a été mis en place. Des apports de kiésérite (50 % SO₃, 25 % MgO-SMg) et de microthiol (80 % de S sous forme de soufre micronisé-S), homologués en AB, ont été réalisés début avril 2015, à deux doses de soufre équivalentes apportées sous forme sulfate ou micronisé selon la nature de l'apport (Tableau 1). Environ six semaines après les apports, une mesure de biomasse aérienne et une analyse chimique complète des plantes et du sol ont été réalisées.

TABLEAU 1 – Modalités au champ.

| Modalité | Soufre apporté (kg SO ₃ /ha ou éq.kg SO ₃ /ha) | Mg apporté (kg MgO/ha) |
|----------|--|---------------------------|
| T | 0 | 0 |
| S1 | 60 | 0 |
| SMg1 | 60 | 30 |
| S2 | 100 | 0 |
| SMg2 | 100 | 50 |

En pots, la luzerne a été semée sur un échantillon de sol provenant de la même parcelle, sur lequel différentes modalités ont été mises en place (Tableau 2), répétées quatre fois. En complément des modalités (M) et (S), deux modalités ont été ajoutées pour élargir le champ d'investigation (O et R). Après environ six semaines de croissance sous serre, une mesure de la hauteur des plantes et de biomasse aérienne a été réalisée ; le nombre de nodosités présentes sur le système racinaire, leur taille et leur couleur ont également été relevés.

TABLEAU 2 – Modalités en pots, sous serre.

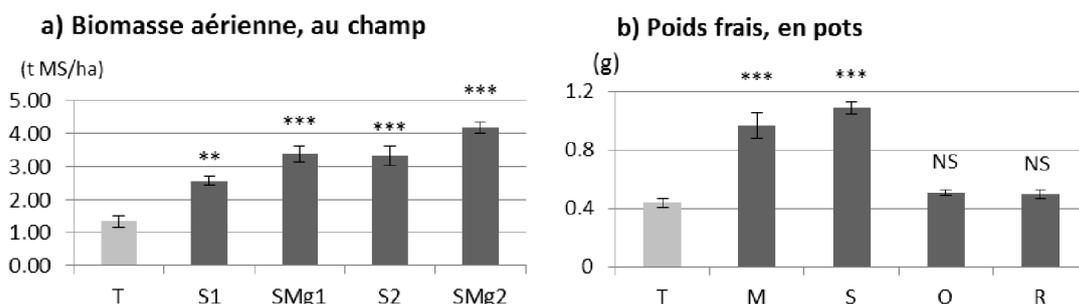
| Modalité | Description et quantités apportées (équivalent kg par ha) |
|----------|--|
| T | Sol seul |
| M | Sol + macroéléments (K ₂ O=120, MgO=40, SO ₃ =168) |
| S | Sol + S micronisé (168 eq. SO ₃) |
| O | Sol + oligoéléments (Fe EDDHA=1, B=0,5, Cu=0,4, Mo=0,096) |
| R | Sol + inoculum spécial luzerne (inoculation massive) |

3. Principaux résultats

– Biomasse de la luzerne

Les résultats de cette étude mettent en évidence une **augmentation significative de la biomasse aérienne des plantes sous l'effet d'un apport de soufre** (seul ou apporté avec d'autres éléments minéraux), à la fois au champ et en pots (Figure 1). Au champ, à dose de soufre équivalente, la luzerne est significativement plus développée pour un apport de kiésérite plutôt que de microthiol. Au regard des teneurs satisfaisantes en magnésium du sol, cette différence semble due à la forme du soufre plutôt qu'à l'apport de magnésium (le soufre micronisé doit être oxydé avant utilisation par les plantes, contrairement au sulfate). Cette différence n'est pas observée en pots : il est probable que les températures élevées et l'humidité optimale du sol rencontrées sous serre aient été favorables à l'oxydation du soufre apporté sous forme micronisé. Par ailleurs, en pots, l'apport d'oligoéléments ou d'inoculum n'entraîne pas d'augmentation significative de la biomasse.

FIGURE 1 – Biomasse aérienne moyenne de la luzerne, et écart-types, par modalité, a) au champ, et b) en pots (test statistique de Dunett, *** : différence significative au seuil de 0,01% ; ** : différence significative au seuil de 0,1% ; NS : non significatif).



– Nombre et grosseur des nodosités

L'apport de soufre, seul et associé à du potassium et du magnésium, augmente significativement le nombre de nodosités, par rapport au témoin, tandis que les modalités (O) et (R) ne montrent pas de différences significatives (résultats non montrés). Les bactéries symbiotiques de la parcelle ne semblent donc pas être le facteur limitant le processus de fixation symbiotique. Sur les modalités (M) et (S), il a été observé des nodosités fonctionnelles très grosses en plus grande proportion que sur les autres modalités, témoignant de leur activité symbiotique de fixation d'azote. Sans apport de soufre, il semble que le processus de fixation symbiotique soit limité.

Conclusions et perspectives

La mise en œuvre de cette démarche de diagnostic a permis d'identifier la cause principale du faible développement de la luzerne sur l'essai système de culture Bio de Boigneville : un sol très carencé en soufre (difficile à diagnostiquer par une analyse de sol, les sulfates étant très mobiles et soumis à lessivages), affectant notamment le processus de fixation symbiotique d'azote. Un diagnostic de nutrition soufrée va être mis en place sur les autres cultures de la rotation – céréales, féverole, lin – pour approfondir cette étude.

Références bibliographiques

- JUSTES E., THIEBEAU P., CATTIN G., LARBRE D., NICOLARDOT B. (2001) : « Libération d'azote après retournement d'une culture de luzerne : un effet sur deux campagnes », *Perspectives Agricoles*, 264, 22-28.
- RAYNAL G., GONDRAN J., BOURNOVILLE R., COURTILLOT M. (1989) : *Ennemis et maladies des prairies*, éd. INRA, 249 p.
- THIEBEAU P., PARNAUDEAU V., GUY P. (2003) : « Quel avenir pour la luzerne en France et en Europe ? » *Courrier de l'environnement de l'INRA*, 49, 29-46.