

L'implantation des légumineuses fourragères et prairiales :

une étape cruciale

P.-V. Protin¹, J. Labreuche², S. Guibert³, D. Le Pichon⁴, S. Bouet⁵, P. Rouvreau⁶

1 : ARVALIS-Institut du Végétal, Station Expérimentale de La Jaillière, F-44370 La Chapelle-Saint-Sauveur ;
pv.protin@arvalisinstitutduvegetal.fr

2 : ARVALIS-Institut du Végétal, Station Expérimentale de Boigneville, F-91720 Boigneville ;
j.labreuche@arvalisinstitutduvegetal.fr

3 : Chambre d'Agriculture de la Mayenne, F-53000 Laval ; stephanie.guibert@mayenne.chambagri.fr

4 : Chambre d'Agriculture de Bretagne, Station expérimentale bovine de Mauron, F-56430 Mauron ;
daniel.lepichon@bretagne.chambagri.fr

5 : Fédération Nationale des Agriculteurs Multiplicateurs de Semences, F-49800 Brain-sur-l'Authion ;
serge.bouet@fnams.fr

6 : La Baraudière, F-86600 Celle l'Evescault ; paul.rouvreau@outlook.fr

Résumé

Un des leviers pour améliorer l'autonomie protéique et fourragère des exploitations de polyculture - élevage consiste à introduire des légumineuses fourragères et prairiales dans les systèmes fourragers. L'implantation de ces espèces est une étape clé pour garantir la réussite de la culture. Les performances de production, de pérennité, de résistance aux adventices et maladies d'une luzernière ou d'une prairie multi-espèces sont conditionnées par la vitesse d'installation des plantes et du développement du système racinaire après le semis. L'investissement de départ est conséquent, d'où la nécessité de sécuriser l'implantation pour garantir une production sur plusieurs années. Le choix de la parcelle, la chaîne de matériel utilisée ainsi que les techniques culturales sont déterminantes. Enfin, la petite taille des graines de légumineuses et le peu de réserves disponibles pour la germination et la levée renforcent la nécessité de soigner le lit de semences.

1. Le choix de la parcelle

De façon générale, les légumineuses exigent un sol sain et aéré. Pour la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique, les bactéries présentes dans les nodosités au niveau des racines, ont besoin d'une structure du sol permettant les échanges gazeux. De même, tout compactage du sol limitera le développement des nodosités qui sont localisées dans les 15-20 premiers centimètres, ainsi que la profondeur d'enracinement. Toutefois, nous pouvons observer quelques différences entre légumineuses (Tableau 1). Pour la luzerne ou le sainfoin, par exemple, les sols hydromorphes sont à proscrire.

TABLEAU 1 – Vitesse d'installation et tolérance à différentes situations agronomiques des légumineuses lors de la phase de germination et pour toute la durée de production (source : ARVALIS – INSTITUT DU VÉGÉTAL *et al.*, 2010).

| | | Luzerne | Trèfles | | | | | | Lotier | Minette | Sainfoin |
|------------------------|-----------------|---------|---------|--------|----------|---------|---------|-------|------------|---------|----------|
| | | | Blanc | Violet | Incarnat | Hybride | Micheli | Perse | Alexandrie | | |
| Vitesse d'installation | | Moyen | Bien | Bien | Moyen | Moyen | Moyen | Moyen | Moyen | Mauvais | Moyen |
| Tolérance | Sol hydromorphe | Mauvais | Bien | Bien | Bien | Moyen | Moyen | Bien | Moyen | Bien | Mauvais |
| | Sol séchant | Moyen | Moyen | Moyen | Moyen | Moyen | Moyen | Bien | Bien | Moyen | Moyen |
| | Sol acide | Moyen | Moyen | Moyen | Moyen | Moyen | Bien | Bien | Moyen | Moyen | Mauvais |

| | |
|--|-----------|
| | Très bien |
| | Bien |
| | Moyen |
| | Mauvais |

Avant d'implanter la prairie, il convient de connaître le pH de la parcelle, ainsi que son niveau de fertilité chimique. L'analyse de terre est la meilleure méthode. Les disponibilités indiquées par cette analyse pour chacun des éléments (P, K, S, CaO, oligoéléments) au regard des seuils d'exigence des espèces faciliteront le raisonnement de la fertilisation.

2. La fertilisation : des besoins élevés en P, K, S, et oligoéléments dès l'implantation et durant toute l'exploitation

2.1. Phosphore, potassium, soufre et oligoéléments

Les légumineuses ne nécessitent aucune fertilisation azotée. En revanche, ce sont des espèces très exigeantes vis-à-vis du phosphore et moyennement exigeantes vis-à-vis du potassium (ARVALIS-INSTITUT DU VEGETAL, 2010). Par ailleurs, les apports en soufre sont souvent nécessaires, entre 50 et 100 kg SO₃/ha/an pour couvrir les besoins. Pour ces espèces, il faut également être vigilant pour le magnésium, le bore et les autres oligoéléments tels que le cuivre et le molybdène. Il faut souligner l'importance du bore, notamment pour la luzerne. Lorsque la teneur du sol en bore disponible (extraction eau bouillante) est inférieure à 0,5 mg/kg, ou en cas de symptômes (jaunissement ou brunissement des feuilles terminales), il est recommandé d'apporter à la sortie de l'hiver 500 g/ha de bore soit environ 20 kg/ha de borate de sodium. En revanche, il est déconseillé d'épandre le bore à l'implantation car il a un effet dépressif sur la germination.

La disponibilité en phosphore à la germination est primordiale pour la bonne installation de la culture car il favorise l'enracinement à l'implantation. Quelle que soit la légumineuse, l'entretien de la disponibilité en phosphore est essentielle pour la suite de l'exploitation. La potasse est également nécessaire pour la production et la pérennité. Même si les doses à apporter en potassium sont souvent élevées pour satisfaire le besoin des légumineuses, cet élément est moins fondamental que le phosphore. Les engrais de ferme riches en potasse et en phosphore devront être valorisés en priorité. La dose et la fréquence des apports sont à adapter selon les résultats de l'analyse de terre réalisée avant l'implantation ou en fonction des indices de nutrition P et K réalisés en cours de production de prairies multi-espèces par exemple. En présence de plus de 25 % de légumineuses dans le mélange au printemps, l'échantillon devra être trié pour n'envoyer que les graminées à l'analyse (THÉLIER-HUCHÉ *et al.*, 1999).

Enfin, les engrais de ferme sont une source d'éléments nutritifs importants à valoriser à l'implantation et pour l'entretien des légumineuses. On privilégiera les fumiers vieillis et composts à l'automne, après la dernière coupe bénéficiant à la fois d'une meilleure portance et minimisant les risques sanitaires.

2.2. Amendement calcique

La sensibilité des légumineuses au pH du sol est très différente. A titre d'exemple, la croissance du trèfle violet ou du lotier semblent moins affectés que la luzerne à des pH_{eau} inférieurs à 6. La luzerne peut germer à des pH_{eau} très bas mais sa croissance sera perturbée par l'aluminium solubilisé qui intoxique les plantules lorsque le pH_{eau} est inférieur à 5,5 (ARVALIS INSTITUT DU VEGETAL, 2015). D'autre part, pour l'inoculation de la luzerne, si le pH est inférieur à 6, *Rhizobium meliloti* s'installera difficilement, limitant la mise en place des nodules fixateurs d'azote et donc la fixation d'azote symbiotique. Il faut alors chauler pour le ramener à un niveau proche de 6,5. Viser un pH_{eau} plus élevé peut, dans certaines situations, augmenter le risque de carence en bore vis-à-vis duquel certaines légumineuses comme la luzerne sont sensibles. Pour les implantations en non-labour, il est préférable de mesurer le pH avant l'implantation de la culture précédente. Lorsque le chaulage est nécessaire, il est à réaliser avant la culture précédant la luzerne. En effet, l'apport d'amendement basique incorporé superficiellement peut induire un accroissement important du pH dans la couche de surface du sol. Ce dernier est susceptible de générer des problèmes de levée et d'installation de la culture. En cas de chaulage de redressement juste avant la luzerne (pH_{eau} inférieur à 6), un amendement basique plus rapide d'action (chaux ou carbonate pulvérisé) est préférable. Lorsque le chaulage de redressement est réalisé avant la culture précédente et dans les cas de chaulage d'entretien (pH_{eau} proche de 6), des produits plus lents d'action (carbonates broyés à action moyennement rapide ou lente) peuvent être utilisés puisqu'ils ont une année pour se dissoudre et remonter le pH au niveau désiré. La luzerne installée est moins sensible aux pH acides qu'au moment de son installation. Toutefois, si l'apport d'amendement basique s'avère nécessaire (pH décroissant et ≤ 6), un apport pourra être réalisé sur la végétation à hauteur de 100 à 350 kg de CaO/ha/an. L'utilisation régulière de produits organiques sur une parcelle a rarement un effet acidifiant, voire souvent un effet alcalinisant. Il permet toutefois de limiter les apports d'amendements minéraux. Cet effet est difficile à prévoir. Seule la mesure du pH_{eau} avant l'implantation de la luzerne sur la profondeur labourée ou sur les dix premiers centimètres du sol (en conduite sans labour ou luzerne installée) permet d'ajuster la pratique du chaulage.

3. Lutte contre les mauvaises herbes

La phase d'implantation est plus particulièrement sensible aux adventices car les légumineuses semées peuvent être facilement envahies contrairement à la phase de culture installée où la compétition des adventices est moindre. Il existe toutefois des différences entre espèces. A titre d'exemple, le trèfle violet, plus rapide à l'installation, semble moins concurrencé. La pratique du faux-semis est souvent bénéfique pour réaliser un premier nettoyage des adventices avant l'implantation. Pour les légumineuses en culture pure telle que la luzerne, des solutions chimiques existent mais leur efficacité est conditionnée à des choix précis de produits adaptés à la flore adventice présente, à une intervention le plus tôt possible en post-levée précoce et à une surveillance accrue de la parcelle les semaines suivantes pour une éventuelle intervention de rattrapage (ARVALIS-INSTITUT DU VEGETAL, 2013).

Pour les associations, le désherbage est généralement impossible du fait de l'absence d'herbicides homologués à la fois sur les graminées et les légumineuses. Pour une implantation de fin d'été, une première fauche précoce de la jeune prairie au printemps suivant élimine les adventices annuelles et favorise une repousse propre, facilitant ainsi l'accès des légumineuses à la lumière.

L'entretien mécanique sur les légumineuses installées est possible à l'aide d'une herse étrille pour lutter, par exemple, contre le mouron et la véronique en sortie d'hiver avant la reprise de végétation.

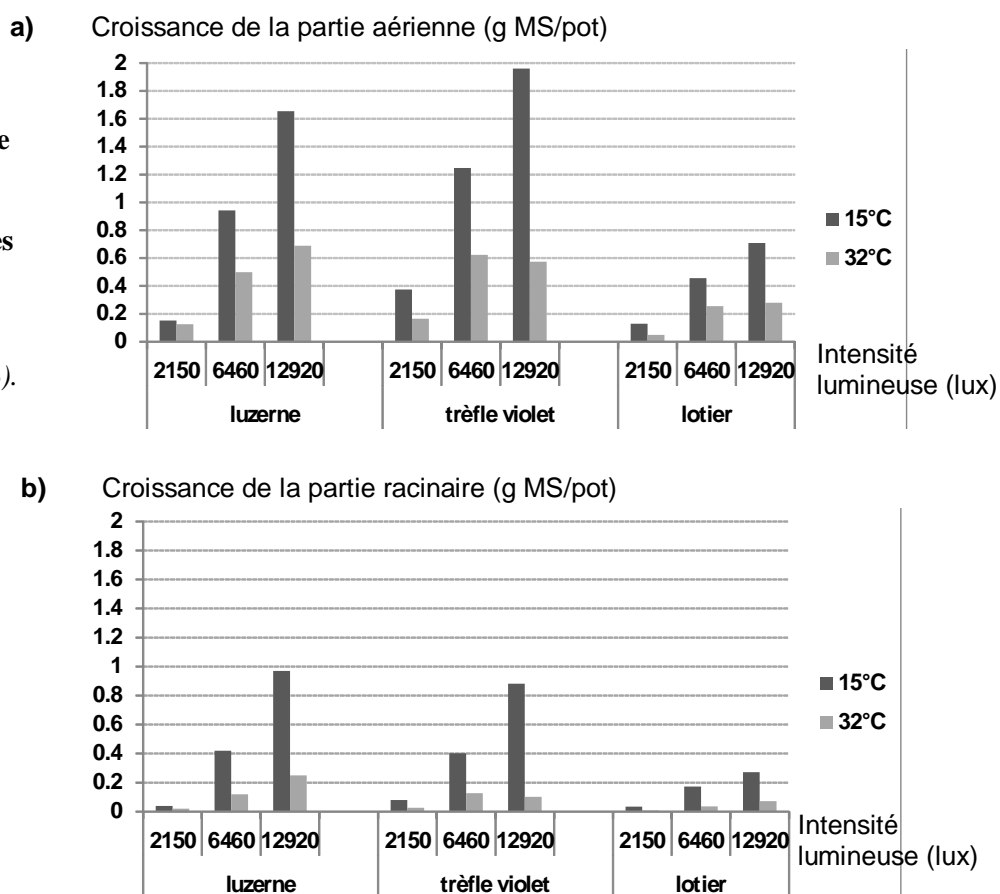
4. Bien choisir la date et les doses de semis

4.1. Choisir la date de semis

Elle doit permettre de limiter les risques d'échecs à l'implantation (sécheresse, ravageurs du sol...), de limiter les infestations de mauvaises herbes, de favoriser le développement racinaire, de limiter le lessivage de l'azote grâce à une couverture du sol pendant l'hiver et d'assurer une cohérence dans la rotation.

Les légumineuses ont des besoins en lumière élevés et en températures modérées (Figure 1). La luzerne par exemple peut commencer à germer à partir de 3°C mais possède un optimum de température compris entre 18°C et 25°C pour la germination et entre 20 et 30°C pour le développement et la croissance des plantules (UNDERSANDER *et al.*, 2011). Quelle que soit la légumineuse, la croissance des parties aériennes et des racines est ralentie quand la luminosité est réduite ou lorsque les températures sont trop élevées (GIST ET MOTT (1957), cités par PFITZENMEYER, 1963). L'effet des fortes températures peut également avoir un effet négatif sur le fonctionnement des nodosités. Vis-à-vis de la lumière, on observe toutefois des différences entre légumineuses. En effet, des travaux réalisés en conditions contrôlées (Figure 1) indiquent que la croissance des parties aériennes du trèfle violet est plus rapide que celle de la luzerne et celle du lotier, quel que soit le niveau de luminosité (Figure 1a). En revanche, la croissance des racines de luzerne est supérieure aux autres légumineuses lorsque la luminosité est moyenne à forte (Figure 1b). Les températures ont un effet très marqué sur la croissance de ces trois légumineuses. Ainsi, à 15°C, la production de biomasse aérienne et racinaire est environ le double de celle mesurée à 32°C aux mêmes niveaux de luminosité. Ces interactions entre intensité lumineuse et température montrent tout l'intérêt des semis de printemps sous couvert à condition que ce dernier ne soit pas trop compétitif vis-à-vis de la lumière. Le choix de l'espèce associée et de sa densité de semis sont également fondamentaux.

FIGURE 1 – Effets de l'intensité lumineuse et de la température sur la croissance des plantules de luzerne, de trèfle violet et de lotier corniculé. a) parties aériennes et b) racines de 13 plantules cultivées en pot pendant 45 jours (GIST ET MOTT, 1957, cités par PFITZENMEYER, 1963).



– Les semis de printemps

Les semis de printemps sont intéressants pour assurer une levée rapide et régulière mais leur positionnement peut s'avérer très délicat. Il faut viser la période du 15 mars au 20 avril pour avoir un sol bien ressuyé, réchauffé et éviter les gels tardifs. Un jeune semis de luzerne au stade 2 feuilles

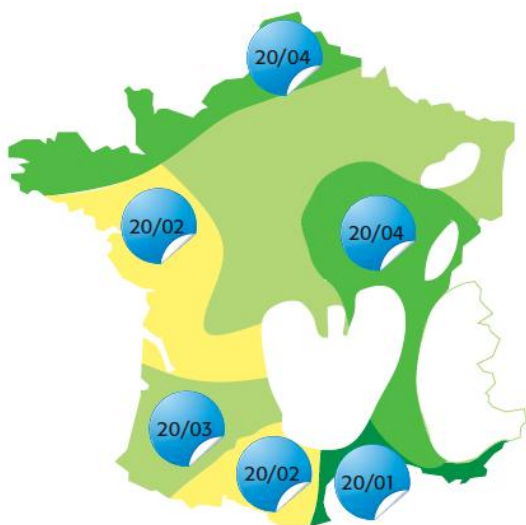
trifoliées peut être détruit si les températures sont inférieures à - 4°C pendant quelques heures (UNDERSANDER *et al.*, 2011). Néanmoins, il est préférable d'intervenir suffisamment tôt pour limiter les risques de destruction du jeune semis par la sécheresse (Figure 2a). Dans les régions méditerranéennes et sur le littoral atlantique sud, on peut semer dès le mois de février. Pour les zones en altitude (400-800 m, par ex. : Massif Central), privilégier les semis de fin de printemps.

– Les semis de fin d'été ou d'automne

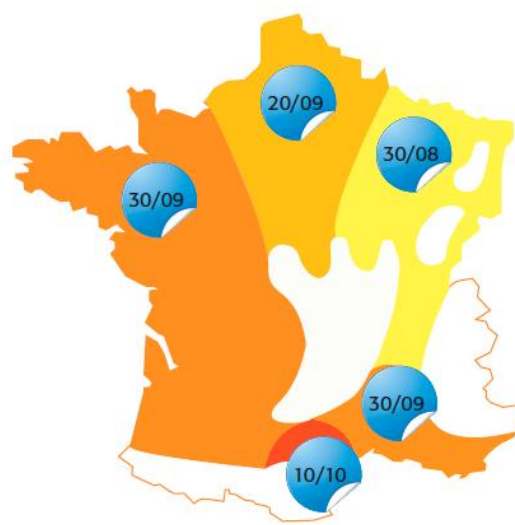
Les semis d'été ou de fin d'été sont généralement plus faciles à intégrer dans la rotation. La réussite de l'implantation sera évidemment conditionnée par la présence d'une humidité suffisante au niveau du lit de semences (horizon 0-3 cm). Privilégier des semis précoces, immédiatement après la récolte du précédent permet de bénéficier de la fraîcheur du sol. Pour les zones à sécheresse estivale marquée, il est judicieux d'intervenir le plus tôt possible dès le retour des pluies. Les semis de fin d'été doivent permettre d'atteindre le stade 2 - 3 feuilles trifoliées avant l'arrivée des premières gelées. Dans l'est de la France et les zones d'altitude, semer de préférence après une céréale à maturité précoce comme l'orge d'hiver. La date limite de semis sera le 30 août. Dans l'ouest, où les hivers sont plus doux, semer à partir de début août et terminer au plus tard fin septembre (Figure 2b). Dans les régions plus sèches (sud et centre-ouest), le semis aura lieu fin août - début septembre, avec le retour de pluies.

FIGURE 2 – Dates à ne pas dépasser pour l'implantation de la luzerne selon les régions et les périodes de l'année (dates de semis au-delà desquelles on risque la destruction des jeunes semis plus de 2 années sur 10 ; Météo France et ARVALIS).

a) Dates limites de semis au printemps

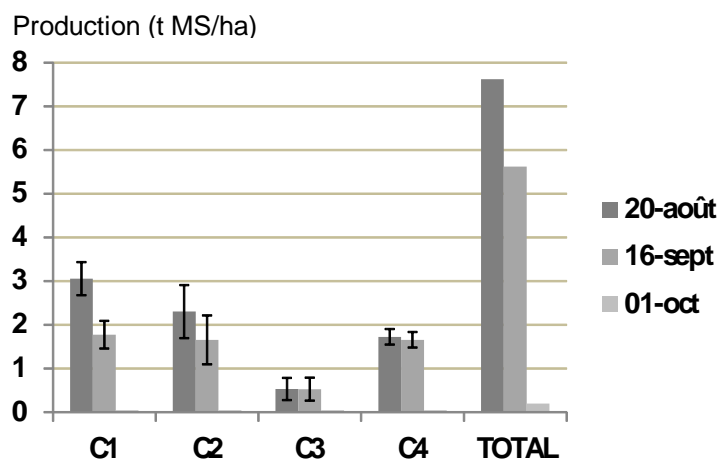


b) Dates limites de semis en fin d'été



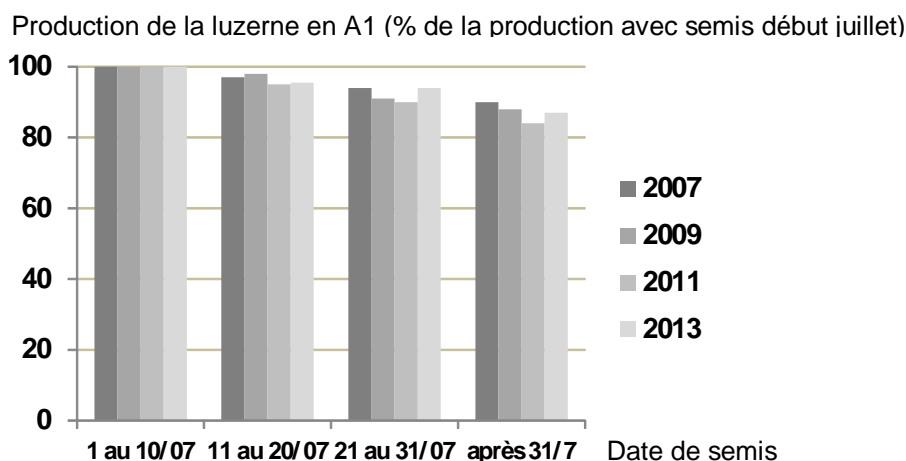
Une étude a récemment été réalisée à la station expérimentale ARVALIS de La Jaillière (Loire-Atlantique), dans l'ouest de la France, en zone de polyculture-élevage, pour mesurer l'effet de la date de semis en fin d'été sur la production de la luzerne lors du premier cycle l'année suivante (Figure 3). Les mesures réalisées sur les 4 cycles de l'année qui suit le semis, durant laquelle l'installation de la culture se poursuit, montrent une perte de production très importante pour la 2^e date de semis (16/09/2014) : - 2 t MS/ha sur l'année, par rapport à un semis du 20/08/2014. La perte de production est en fait observée sur les 2 premiers cycles. Les cycles suivants ont le même niveau de production. Ces résultats témoignent de l'importance de ne pas retarder les implantations des luzernières au-delà de la mi-septembre.

FIGURE 3 – Effet de la date de semis sur la production de luzerne l’année suivant l’implantation. 3 dates de semis (30/08/14, 16/09/14 et 01/10/14), récoltes de 4 cycles en 2015. Les semis du 1^{er} octobre n’ont pas permis d’obtenir de production de luzerne (destruction). ARVALIS-Institut du végétal, Station de La Jaillière (source : UIJTTEWAAL et TINNIERE, 2016. Projet LUZIVA).



Par ailleurs, en zone de luzerne déshydratée, des enquêtes culturales sont régulièrement réalisées auprès des agriculteurs pour identifier les pratiques d’implantation. Les niveaux de production y sont analysés afin d’identifier les itinéraires techniques les plus performants. Ainsi, en Champagne, la Chambre d’Agriculture de la Marne a pu montrer l’effet du retard de l’implantation des luzernes (Figure 4). En semis d’été, une date précoce est déterminante pour réussir l’implantation du système racinaire et obtenir un meilleur niveau de production la première année suivant la date de semis. Dans cette région, la conséquence de semis réalisés fin août est une perte d’environ 2 t MS/ha.

FIGURE 4 – Pertes de production de la luzerne sur la première année suivant l’implantation (A1) si l’implantation de la luzerne est retardée (zone de production de luzerne déshydratée).



4.2. Choisir ses doses de semis

La dose de semis est fonction de l’espèce et du peuplement recherché, du nombre de graines par kilogramme de semences et du taux de pertes moyen (entre 20 et 50 %). Dans le cas d’une implantation de fin d’été ou quand le lit de semences est hétérogène, il convient de retenir la fourchette haute de densité de semis (Tableau 2).

Dans le cadre de la PAC 2015-2020, la France a fait le choix d’encourager l’autonomie fourragère et protéique des exploitations d’élevage. Une aide comprise entre 100 et 150 €/ha est attribuée aux surfaces cultivées en légumineuses pures ou en mélanges, si le mélange contient au moins 50 % de semences de légumineuses fourragères en nombre de graines (source : Ministère de l’Agriculture, de l’Agroalimentaire et de la Forêt, 2015).

TABLEAU 2 – Dose de semis (kg/ha) selon la légumineuse, en pure ou en association (source : ARVALIS-INSTITUT DU VÉGÉTAL *et al.*, 2010).

| | | Luzerne | TREFLES | | | | | | | Lotier | Minette | Sainfoin | |
|-----------------------|----------------|---------|---------|---|----------|---------|---------|---------|------------|---------|---------|--|--|
| | | | Blanc | Violet | Incarnat | Hybride | Micheli | Perse | Alexandrie | | | | |
| DOSE DE SEMIS (kg/ha) | En pure | 20 à 25 | | Diploïde : 15 à 20 Tétraploïde : 20 à 25 | 18 à 20 | | | | 25 à 30 | 25 à 30 | 20 à 25 | | |
| | En association | 12 à 15 | 2 à 3 | Diploïde : 8 à 10 Tétraploïde : 10 à 12 | 10 à 15 | 2 à 4 | 5 à 7 | 10 à 15 | 15 | 10 à 15 | 2 à 4 | Graines = 40 à 50 Décort. = 140 à 160 | |

Le coût élevé des semences de légumineuses et l'agressivité en mélange de certaines espèces comme le trèfle violet pose la question de l'impact de la dose de légumineuses au semis sur la productivité de la prairie d'association ou multi-espèces. Des travaux conduits pendant 3 ans sur la ferme expérimentale OIER des Bordes (Jeu-les-Bois, Indre) de 2003 à 2005 sur des prairies de fauche en agriculture biologique montrent que la réduction de moitié de la dose de légumineuses au semis par rapport à la pleine dose recommandée en association diminue fortement la production (de - 5 à -15 % de MS en moyenne sur 3 ans) et la qualité (de - 8 à - 21 % MAT/ha) pour les prairies avec luzerne associée.

5. Techniques d'implantation : matériels et itinéraires conseillés

5.1. Préparation des semences

– Inoculation

La plupart des espèces légumineuses cultivées en France n'ont pas besoin d'inoculation car les sols contiennent un inoculum indigène qui leur est adapté (SCHNEIDER et HUYGHE, 2015).

Pour la luzerne et la luzerne lupuline (minette), l'inoculation avant le semis avec les bactéries *Rhizobium meliloti* est conseillée, en particulier dans les sols à tendance acide (pH < 6) et ceux qui n'ont pas eu de luzerne depuis plusieurs années. L'inoculation facilite l'implantation en favorisant le développement des nodosités sur les racines de la luzerne. Une fois l'implantation réalisée, aucun rattrapage n'est possible. Les technologies de pré-inoculation progressent et les premières semences pré-inoculées viennent d'être homologuées.

L'objectif de l'inoculation est d'établir autour de la graine une forte population de *Rhizobium* pour favoriser la colonisation du système racinaire au cours de sa croissance. Le procédé d'inoculation consiste à amener le *Rhizobium* - ou inoculant - en contact avec la graine au moment du semis. Au cours de la germination, les bactéries sont libérées dans le sol à proximité de la racine primaire qui vient juste d'apparaître. Par la suite, la racine primaire et les racines secondaires se développent et les *Rhizobium* colonisent ces dernières pour former des nodules. Le *Rhizobium* est naturellement présent dans les sols mais certaines souches sont spécifiques de la légumineuse semée. Il est rarement présent dans les sols n'ayant pas reçu cette légumineuse depuis plus de 3 ans, dans les sols acides (pH < 6), les sols à faible teneur en matière organique (MO < 1 %), les sols séchants ou hydromorphes. Dans ces conditions, l'inoculation est donc indispensable. Le coût est de l'ordre de 10 €/ha, ce qui reste très bon marché au regard de la sécurité apportée par cette pratique pour réussir son implantation.

– Mesurer l'efficacité de l'inoculation

Lorsque la plante se développe au champ, il est possible de vérifier les résultats de l'inoculation à l'état de plantule. De 3 semaines à 1 mois après le semis, on peut déjà observer à la surface des racines les premiers nodules en formation. A ce stade, ils sont plutôt isolés et très près de la racine primaire. S'ils sont efficaces, ils sont de couleur rose à rouge. Plus tard au cours de la saison, la méthode la plus simple pour observer l'état de la nodulation consiste à déterrer avec précaution un plant de légumineuse. Pour ce faire, utiliser une bêche, en ayant bien soin de ne pas trop

endommager les racines, secouer légèrement le plant et juger de l'état des racines. Si la plante a une apparence vert foncé, un feuillage abondant et une pousse luxuriante, l'inoculation est efficace. Elle montre alors des nodules regroupés autour de la racine principale. Ces nodules sont généralement peu nombreux mais gros, de couleur rose à rouge foncé lorsqu'on les écrase pour en observer l'intérieur. Leur grosseur est généralement uniforme. En revanche, si la nodulation n'est pas efficace, la plante a une apparence vert pâle et son feuillage est éclairci. La pousse est plutôt lente, les nodules sont pratiquement absents, ou nombreux mais très petits et distribués uniformément. Ils sont souvent de formes diverses et leur couleur varie de blanc à vert, même en les écrasant (Tableau 3).

TABLEAU 3 – Observations permettant de juger de l'efficacité d'une inoculation (source : BORDELEAU et BERTRAND, 1977).

| Observations permettant de juger de l'efficacité d'une inoculation | |
|--|--|
| Inoculant efficace | Inoculant non efficace |
| Plantes | |
| - vert foncé - feuillage abondant - pousse luxuriante | - vert pâle - feuillage éclairci - pousse lente |
| Nodules | |
| - peu nombreux - gros - regroupés près de la racine principale - rose à rouge foncé - forme déterminée | - nombreux - petits - dispersés sur les radicelles - blanc à vert - forme variée |

5.2. Qualité du lit de semences

– Le semis avec labour

Préparer un lit de semences suffisamment fin (mottes < 0,5 cm) sur un sol bien resserré en profondeur assurera un contact étroit entre la graine et les particules de terre. La graine de luzerne est petite et dispose de peu de réserves. Un lit de semences avec de nombreuses mottes est à éviter : celles-ci limitent les contacts avec la graine. En sols limoneux, il faut craindre la croûte de battance : elle constitue une barrière pour les jeunes plantules. Pour obtenir un lit de semences idéal, il faut privilégier un labour. Celui-ci n'est pas vraiment indispensable après une céréale mais il permet de limiter les repousses de céréales. Deux ou trois passages d'outils à dents suffisent pour émietter la terre.

Le tassement est indispensable avant et après semis. Avant le semis, il est possible de rouler si un labour a été réalisé, sinon bien rappuyer suffit. Après le semis, il faut dans tous les cas rouler. Le roulage se fait à l'aide d'un cultipaker ou croskill pour obtenir un relief de surface favorable à la levée. Ce roulage systématique permettra un nivellement et enfouissement des pierres qui sera aussi un gage de qualité du fourrage récolté.

– Les semis sans labour

Les itinéraires sans labour sont assez répandus pour implanter les prairies, pour plusieurs raisons : limitation du temps de travail, difficulté de labourer les sols parfois très secs en été en raison de la présence de pierres, risque de dessèchement profond du sol pouvant limiter les levées en l'absence de pluies. Une alternative peut être le non labour, avec du travail très superficiel (< 5 cm) pour enfouir et répartir les pailles, préparer le lit de semences et faire lever les repousses du précédent. Le travail du sol doit être très superficiel pour limiter le dessèchement du sol et faire lever le mieux possible les repousses.

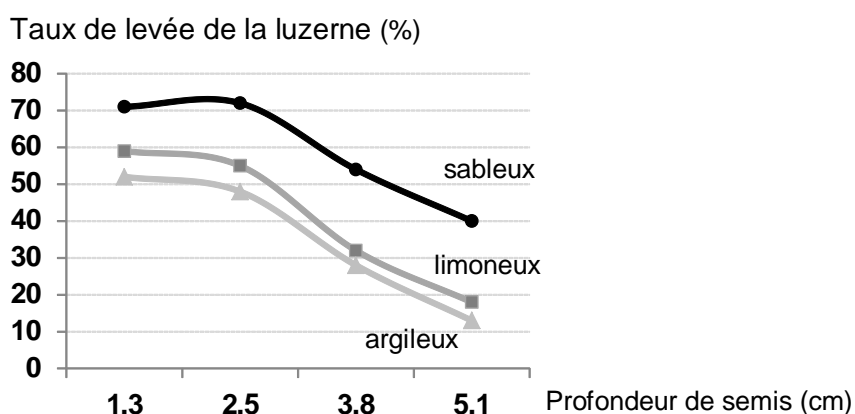
Le semis direct des légumineuses est possible à condition de maîtriser la technique depuis plusieurs années sur d'autres espèces moins sensibles et dans des parcelles déjà cultivées de cette façon. Le semis direct est une alternative dont le point fort est la limitation du dessèchement du sol, ce dernier n'étant pas travaillé et protégé par un mulch de pailles. Si les pailles ne sont pas

ramassées, un « semis direct » à disques donnera des levées aléatoires, les disques risquant de pincer de la paille dans la ligne de semis. Idéalement, un semis à dents sera utilisé. Il permettra de placer les graines sur de la terre fraîche, sans contact avec la paille. Avec cette technique, il faut rester vigilant avec les repousses de céréales (d'orge en particulier), qui doivent être détruites assez rapidement, et avec les sitones.

5.3. Profondeur de semis

Compte tenu de la petite taille des graines de légumineuses et du peu de réserve disponible, le semis doit être superficiel. Un semis à 0,5 - 1 cm constitue un bon compromis. Au-delà de 2 cm de profondeur, le taux de levée de la luzerne, par exemple, diminue (Figure 5). Les éléments semeurs du semoir en ligne doivent simplement effleurer le sol, la graine s'étale bien sur le sol et les peignes du semoir recouvrent tout juste la graine de terre.

FIGURE 5 –Taux de levée de la luzerne selon la profondeur de semis et le type de sol. (source : SUND *et al.*, 1966).



6. Sécuriser l'implantation à l'aide du semis sous couvert ?

De nouvelles techniques d'implantation sont actuellement étudiées pour améliorer la productivité des luzernières et des prairies à base de légumineuses. Certaines espèces comme la luzerne sont lentes à s'installer et subissent la concurrence des adventives. La réussite de leur installation réside donc notamment dans la maîtrise du salissement dans les premiers mois de culture. En l'état des connaissances actuelles, les céréales sont les cultures les plus propices à l'installation de légumineuses destinées à la prairie ou à la production de semences. Le peu d'herbicides à la fois homologués sur les céréales et bien sélectifs des légumineuses limite fortement le recours au désherbage chimique. Il est donc généralement nécessaire de désherber la céréale avant de semer la légumineuse.

– Les semis sous couvert dans des céréales de printemps

Classiquement, les semis sous couvert de légumineuses sont réalisés au printemps sous couvert d'orge ou d'avoine de printemps. Cette technique est utilisée pour maîtriser le salissement durant la phase d'installation. A titre d'exemple, pour un semis de luzerne sous couvert d'orge de printemps, voici quelques conditions à respecter :

- Semer l'orge de printemps en limitant la densité à 60 - 80 kg/ha puis, à la même date, la luzerne à 25 kg/ha.
- Semer la luzerne par lignes alternées ou croisées avec celles de la céréale pour maîtriser la profondeur.
- Pour une récolte de la céréale en grain, couper la céréale au plus près du sol et évacuer les pailles rapidement.
- Pour une récolte en fourrage : récolter vers la fin épiaison de la céréale, pour une exploitation en enrubannage ou foin. Cette technique permet d'avoir une luzerne bien installée.

– Les semis sous couvert dans une graminée de type moha

Dans les secteurs plus chauds (au sud de la Loire), il est possible de semer sous un couvert de moha :

- Semer le moha (limiter la densité à 15 kg/ha) en mélange avec la luzerne (25 kg/ha).
- Récolter le moha avant épiaison.

– Les semis sous couvert dans des céréales d'hiver

Le semis sous couvert dans des céréales d'hiver est une autre technique qui peut s'avérer intéressante pour faciliter l'installation des légumineuses. Largement répandu en production de semences fourragères, il offre des solutions intéressantes pour le contrôle des adventices par rapport au semis en sol nu en fin d'été. L'implantation de trèfle violet sous couvert de blé permet de limiter le recours aux herbicides et l'indice de fréquence de traitement (IFT, somme des rapports de produits phytosanitaires en doses appliquées par rapport aux doses homologuées). Des essais récents conduits par la FNAMS ont permis de chiffrer les impacts de conduites d'implantation sous couvert par rapport à un semis en sol nu d'été (projet « Implanprairies » avec le soutien financier du Conseil Régional des Pays de la Loire). L'IFT herbicide de 3,6 en semis de trèfle violet en sol nu baisse à 1,3 lorsque le semis de printemps du trèfle violet est effectué dans un couvert de blé d'hiver (DENEUBOURG *et al.*, 2015). Cette réduction d'herbicides est également observée pour un semis de trèfle violet à l'automne sous couvert de blé (à la même date de semis).

L'année d'implantation, l'installation d'une légumineuse porte-graine sous couvert peut avoir un effet sur le rendement de la céréale. Cet effet est toutefois modéré en production de semences compte tenu de la dose de semis assez faible pour la légumineuse porte-graine (environ 5 kg semés/ha). Dans les essais « Implanprairies » 2012 et 2013 conduits à Brain-sur-l'Authion (Maine-et-Loire), l'implantation de trèfle violet porte-graine dans un blé d'hiver a généré une perte de 9 à 14 % sur le rendement du blé dans le cas d'un semis simultané à l'automne. En revanche, aucune perte n'a été observée dans le cas d'un semis de la légumineuse décalé au printemps. Sous orge de printemps, la perte de rendement a été intermédiaire (- 6 à 7%) (Tableau 4).

TABLEAU 4 – Effet de la présence de trèfle violet porte-graine sur le rendement de la céréale de couvert semée simultanément ou en décalé. Récoltes 2012 et 2013. Résultats exprimés en % du rendement de la céréale seule (DENEUBOURG et BOUET, 2016, essais à Brain-sur-l'Authion).

| Culture de Couvert (et période semis fourragère) | année de récolte du couvert | Date de semis de la fourragère porte - graine | Impl-A | | Impl-B | | MOYENNE (effet espèce) |
|---|--------------------------------|--|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------------------|
| | | | récolte 2012 | récolte 2013 | récolte 2012 | récolte 2013 | |
| Blé d'hiver (semis simultané automne) | 2012 | 17/10/11 | -9.0% | - 14.2% (S) | | | - 11.6% |
| | 2013 | 30/10/12 | | | | | |
| Blé d'hiver (semis décalé au printemps) | 2012 | 21/02/12 | + 0,5% | - 0,9% | | | - 0,2% |
| | 2013 | 26/03/13 | | | | | |
| Orge de printemps (semis simultané de printemps) | 2012 | 21/02/12 | -7.6% | -6.3% | | | -7.0% |
| | 2013 | 26/03/13 | | | | | |
| MOYENNE (effet année) | | | -5.3% | -6.5% | | | |

– Les semis sous couvert de tournesol

Dans les régions favorables à la production de tournesol, il est possible de privilégier un semis sous couvert de tournesol. Dans ce cas, quelques principes sont à respecter (ici, exemple pour la luzerne) :

- choisir une variété demi-précoce ou demi-tardive de tournesol,
- semer du 1^{er} avril jusqu'au 10 mai,

- semer d'abord 50 000 graines/ha de tournesol, puis 25 kg de luzerne,
- adapter le désherbage,
- broyer systématiquement les chaumes du tournesol.

– Les semis sous couvert ou semis en association en test dans l'Ouest

Pour les semis de luzerne sous couvert ou en association à une autre légumineuse, des études menées dans le cadre du plan « SOS PROTEIN » en Bretagne et Pays de Loire sont en cours. Ces essais permettent d'expérimenter le semis de luzerne en association avec des trèfles annuels (trèfles squarrosus, de Micheli, d'Alexandrie et incarnat), des trèfles plus pérennes (trèfles violet et blanc) et les techniques de semis sous couvert de céréales (orges et avoine de printemps). L'objectif est d'améliorer la production en 1^{re} coupe et de contrôler le salissement dans la phase d'installation et à long terme.

L'essai conduit à la station expérimentale de Mauron (Chambre d'Agriculture de Bretagne) compare plusieurs modalités de semis de luzerne, sous couvert ou d'espèces associées, et 2 périodes de semis, automne et printemps (Tableau 5).

TABLEAU 5 – Dispositif expérimental mis en oeuvre à la station expérimentale de Mauron (Chambre d'Agriculture de Bretagne). Les 5 modalités comparées dans un dispositif en microparcelles avec 3 répétitions ont été semées à l'automne (09/09/13) et au printemps (1/4/14) après un labour et un hersage sur un précédent blé.

| Traitements | Espèces associées | Dose de semis (kg/ha) |
|-------------|-------------------------------|-----------------------|
| 1 | Luzerne (Témoin) | 25 |
| 2 | Luzerne - avoine de printemps | 25 - 30 |
| 3 | Luzerne - orge de printemps | 25 - 30 |
| 4 | Luzerne - trèfle incarnat | 25 - 3 |
| 5 | Luzerne - trèfle violet | 22 - 6 |

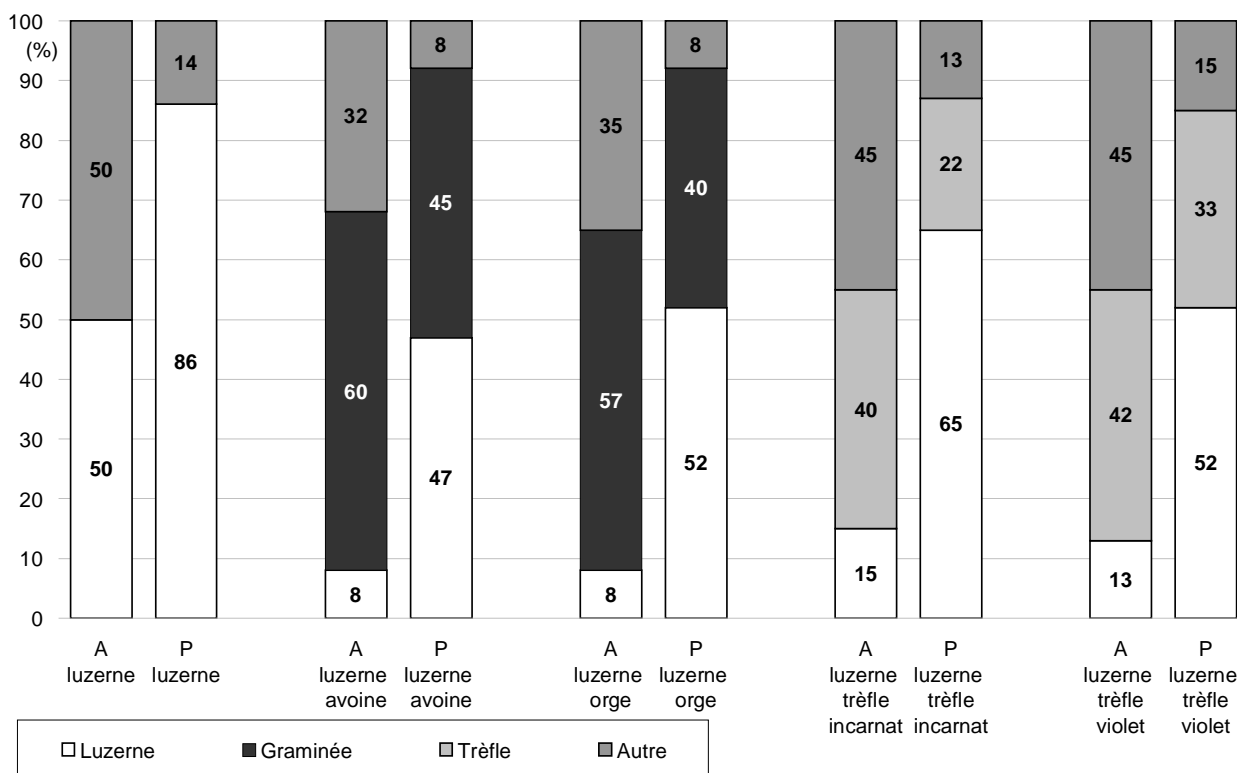
Au total, quatre cycles ont été récoltés pour le semis d'automne contre trois pour celui de printemps. Le premier cycle a été récolté respectivement le 2/4/14 et le 19/6/14 pour les semis d'automne et de printemps. Le RGI semé en dérobée (culture intermédiaire) avant le semis de printemps, a été récolté le 26/3/14 avec un rendement de 3,8 t MS/ha à 16,7 % de MAT.

Les relevés floristiques réalisés montrent que les parcelles semées au printemps sont les plus propres. En effet, la proportion d'adventices est beaucoup plus importante pour les semis d'automne que pour les semis de printemps (Figure 6). Toutes modalités confondues, les adventices représentent en moyenne, respectivement 41 % et 12 % de la biomasse au premier cycle et une absence de mauvaise herbe au deuxième cycle pour les semis de printemps. Par ailleurs, la flore adventice est différente entre le semis d'automne et le semis de printemps. Pour le semis d'automne, le mouron, le lamier pourpre et la véronique dominent alors que, pour le semis de printemps, c'est essentiellement le chénopode qui est présent.

Pour le semis d'automne, la luzerne associée à l'avoine ou à l'orge a permis de limiter sensiblement le développement des adventices mais aussi celui de la luzerne. La part d'avoine et d'orge est respectivement de 60 % et 70 % au 1^{er} cycle et celle de la luzerne seulement de 10 %. Aux cycles suivants, le pâturin s'est installé à la place des dicotylédones éliminées par la première fauche dans toutes les modalités à l'exception de celle avec du trèfle violet.

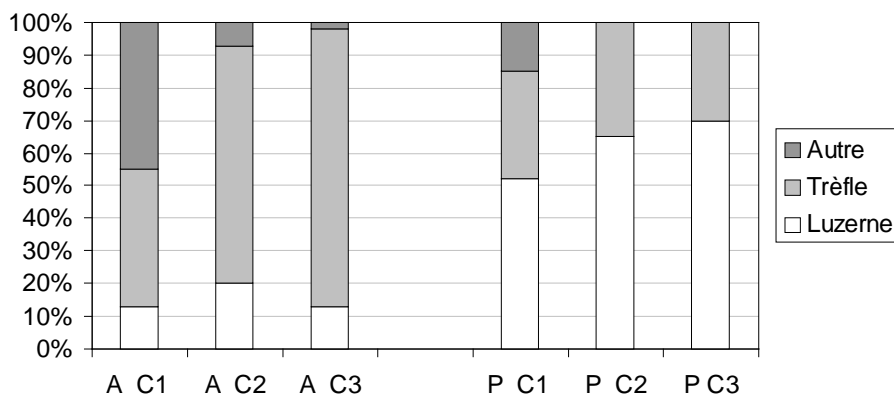
Pour le semis de printemps, ce sont dans les modalités avec l'avoine et l'orge que l'on retrouve le moins d'adventices. La céréale, avoine ou orge, représente la moitié du rendement du premier cycle et le trèfle de 20 à 25 %.

FIGURE 6 – Evolution de la composition floristique dans les 5 modalités testées (% de la biomasse totale) pour les semis d'automne 2013 (A) et de printemps 2014 (P). Station expérimentale de Mauron (Chambre d'Agriculture de Bretagne).



Le comportement de l'association luzerne - trèfle violet est très différent entre les 2 périodes de semis. Le trèfle violet est très agressif en semis d'automne (Figure 7). Avec une dose de semis de 6 kg/ha de trèfle violet dans le mélange, le trèfle représente plus de 90 % de la biomasse dès le deuxième cycle dans le semis d'automne et se maintient à environ 30 % dans le semis de printemps.

FIGURE 7 – Evolution de la composition floristique de l'association luzerne - trèfle violet (% de la biomasse totale) au cours des 3 premiers cycles récoltés en 2014 pour le semis d'automne 2013 (A) et le semis de printemps 2014 (P). Station expérimentale de Mauron (Chambre d'Agri culture de Bretagne).



Le rendement moyen en première année, toutes modalités confondues en semis d'automne, est de 7,3 t MS/ha contre 4,5 t MS/ha pour celles semées au printemps (Figure 8). Corrigés de la récolte de RGI en dérobée, les semis de printemps totalisent un rendement moyen de 8,3 t MS/ha soit, dans les conditions de l'essai, 1 t MS/ha de plus que le semis d'automne. Les 2 périodes de semis ont été pénalisées par un mois de septembre 2014 très sec et la pousse tardive n'a pas été récoltée compte tenu du risque de gel sur les nouvelles jeunes repousses après la fauche.

Les rendements en première année du semis d'automne varient de 6 t MS/ha pour la luzerne semée en pure à 8,8 t MS/ha pour l'association luzerne - trèfle violet. Mais pour cette dernière modalité, c'est quasiment du trèfle violet seul qui a été récolté. Le trèfle a mieux résisté au salissement et s'est très bien développé après la récolte du premier cycle. Pour les autres modalités avec semis associé, le rendement total est plus élevé que la luzerne seule. Cet écart de rendement est lié à la part de céréale et de trèfle incarnat aux premier et deuxième cycles.

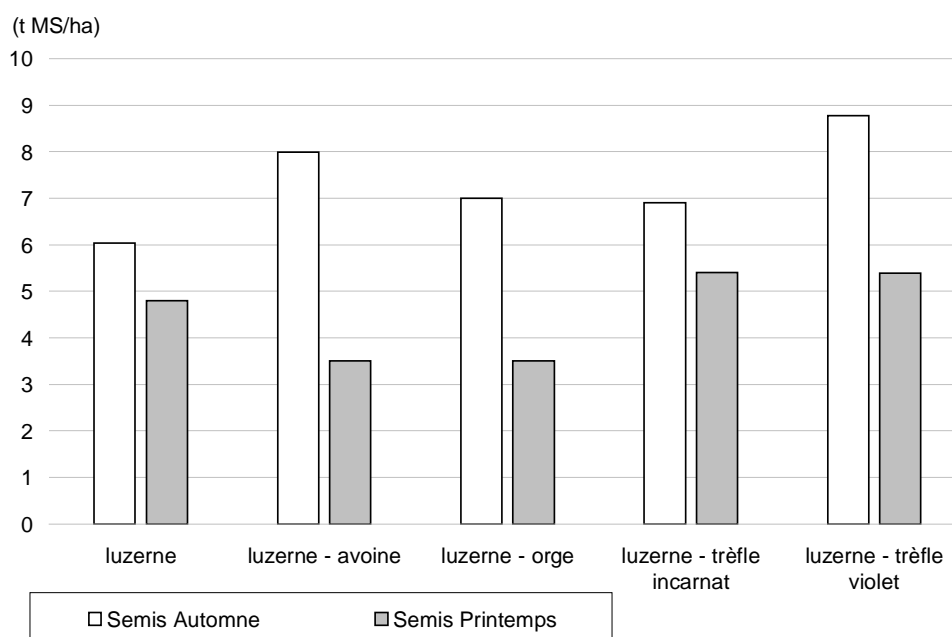
Pour les semis de printemps, les rendements en première année des modalités luzerne seule, luzerne associée au trèfle incarnat et luzerne associée au trèfle violet sont compris entre 4,8 t MS/ha et 5,4 t MS/ha. Ils ne sont pas significativement différents. Mais les modalités luzerne associée avec de l'avoine et avec de l'orge présentent des rendements inférieurs de plus de 1 t MS/ha.

Les résultats de cet essai montrent que les semis de luzerne à l'automne en pure ou associée présentent un salissement important. Les semis de luzerne associée avec de l'avoine, de l'orge ou du trèfle incarnat montrent que l'espèce associée concurrence la luzerne et limite fortement son installation. Quant au trèfle violet, même semé à faible dose, il domine complètement la luzerne.

Installer une luzerne au printemps sans désherbage est possible. La luzerne s'installe plus rapidement et semble moins concurrencée par les adventices, sachant que la flore présente est différente et moins couvrante qu'à l'automne. Le semis de luzerne associée avec le trèfle incarnat ne semble pas apporter un grand intérêt notamment pour la limitation du salissement. Le semis sous couvert d'avoine ou d'orge de printemps à la dose de 30 kg/ha semble pénaliser l'implantation et le rendement de la luzerne. L'association avec du trèfle violet à 6 kg/ha paraît intéressante. La récolte d'une dérobée avant le semis de luzerne permet de compenser le rendement inférieur d'un semis de printemps.

Ces résultats devront être consolidés par des mesures sur d'autres années climatiques. L'essai présenté ici a été reconduit : semis automne 2014 et printemps 2015. Deux modalités supplémentaires sont testées : une luzerne semée en pure désherbée et une luzerne associée avec du trèfle blanc. Par ailleurs, des essais complémentaires sont conduits en Mayenne (Chambre d'Agriculture de la Mayenne), en Loire-Atlantique à la station de la Jaillièrre (ARVALIS Institut du végétal) et en Vendée à la station des Etablières (Chambre d'Agriculture de Vendée) pour apporter des réponses dans différentes conditions pédoclimatiques.

FIGURE 8 – Rendement annuel des 5 modalités testées en 2014 pour le semis d'automne 2013 et le semis de printemps 2014. Le rendement de la dérobée RGI (3,8 t MS/ha) avant les modalités semées au printemps n'est pas pris en compte. Station expérimentale de Mauron (Chambre d'Agriculture de Bretagne).



Conclusion

Les légumineuses fourragères et prairiales possèdent des atouts qui en font des espèces incontournables pour des systèmes fourragers productifs et économes. Néanmoins, du fait de la petite taille de leur graine et du peu de réserves disponibles, la période d'implantation est une phase critique pendant laquelle il convient de tout mettre en œuvre pour une mise en place de l'appareil végétatif et racinaire la plus rapide possible. Il faut satisfaire des exigences en termes de lumière, de température, d'éléments nutritifs tout en respectant des règles strictes de préparation du lit de semences. La date de semis et la mise en œuvre de techniques comme l'implantation sous couvert présentées dans cet article peuvent apporter des solutions intéressantes. Des expérimentations en cours avec des observations sur la durée de production de la légumineuse et dans des situations climatiques ou de types de sol différents permettront de conclure sur l'efficacité de ces techniques.

Nous remercions l'Europe, les Régions Bretagne et Pays de la Loire qui ont initié et soutiennent financièrement ces travaux dans le cadre du plan SOS PROTEIN mené par le Pôle agronomique de l'Ouest.

Références bibliographiques

- ARVALIS - INSTITUT DU VÉGÉTAL, AGRIAL, CAM56, CAVAC, CAM, COOPAGRI BRETAGNE, COOP DE BOONS, COOPÉRATIVE GARUN-PAYSANNE, CECAB, EOLYS, EVEN AGRI, GNIS, LE GOUESSANT, TERRENA, VEGAM (2010), « les légumineuses : comment ça marche ? », 8p.
- ARVALIS - INSTITUT DU VÉGÉTAL, (2013), Protection des prairies : lutte contre les mauvaises herbes, dépliant.
- ARVALIS - INSTITUT DU VÉGÉTAL (2015), « La culture de la luzerne », 84p.
- COOP DE FRANCE DÉSHYDRATATION, “ LUZERNE Références”, 2016-2018. 113p.
- COOP DE FRANCE DÉSHYDRATATION, CDER, CHAMBRE D'AGRICULTURE DE LA MARNE (2014), « La luzerne en Champagne-Ardenne », synthèse d'enquêtes culturelles 2007, 2009, 2011 et 2013, 25p.
- BORDELEAU L, BERTRAND J-F., (1977), « L'inoculation des légumineuses », Agriculture Canada Station de recherche de Sainte-Foy, Ministère de l'Agriculture du Québec, Service des Productions Végétales, 12p.
- DENEUFBOURG F. (2016), « Semis sous couvert : un levier complémentaire pour maîtriser les adventices », Bulletin Semences 247, p23-26.
- DENEUFBOURG F., BOUET S. (2015), « Production de semences fourragères : intérêt d'un semis sous couvert pour la maîtrise des adventices », Rencontre GIS GCHP2E, poster FNAMS.
- GIST ET MOTT (1957), in PFITZENMEYER C. (1963) « La luzerne : culture et fertilisation », Annexe I, 251 p.
- SCHNEIDER A., HUYGHE C. (2015), « Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables », 473p.
- THÉLIER-HUCHÉ L., FARRUGGIA A., CASTILLON P., 1999 : L'analyse d'herbe, un outil pour le pilotage de la fertilisation des prairies temporaires et permanentes, Plaquette COMIFER-ACTA, Institut del'Elevage-ITCF, 31p.
- UNDERSANDER D., H.HALL M., VASSALOTTI P., COSGROVE D., “Alfalfa Germination & Growth”, 2011, 18p.
- UNDERSANDER D., COSGROVE D., CULLEN E., GRAU C., E.RICE M., RENZ M., SHEAFFER C., SHEWMAKER G., SULC M., “Alfalfa Management Guide”, 2011, 59p.