



## Rotation

# Valoriser le non-labour avec les protéagineux

L'azote est un facteur limitant en non-labour. Rien que le fait d'introduire un protéagineux dans la rotation peut pallier cet inconvénient. Mais ces légumineuses ont aussi d'autres atouts : des résidus faibles et facilement décomposables, un système racinaire complémentaire de celui des graminées, une interruption des cycles parasitaires dans les rotations céréalières et même une séquestration efficace de carbone. On aurait tort de s'en priver.

82 q/ha en labour, 75 q/ha en travail superficiel et 81 q/ha en semis direct (SD). Voici les rendements moyens, sur six ans (1997 à 2002), d'une monoculture de blé en limon argileux (sud bassin parisien). Diversifions maintenant cet assolement en introduisant des cultures de printemps : un pois protéagineux et une orge de printemps. En moyenne, sur quatre ans, le rendement du blé est nettement amélioré. Il atteint 89 q/ha en labour, 92 q/ha en TCS et 96 q/ha en SD.

À lui seul, cet exemple (tiré d'un essai de longue durée mené par Arvalis à Boigneville entre 1997 et 2002 – figure 1) montre combien diversifier et réintroduire des légumineuses dans la rotation est essentiel, d'autant plus quand on passe en TCS ou en SD où l'azote est un facteur limitant.

### Les avantages des protéagineux dans une rotation sans labour

→ Ils sont déjà d'excellents précédents dans une stratégie de travail simplifié par le peu et la qualité des résidus qu'ils génèrent. De ce fait, l'implantation de la culture suivante devient plus aisée. Leurs résidus à C/N bas sont beaucoup plus « friables » que ceux d'un blé, d'un maïs, d'un tournesol ou d'un colza et se décomposent plus vite.

→ En rotation, le système racinaire des protéagineux complète efficacement celui des graminées car il explore le sol de manière différente. C'est cette alternance de systèmes racinaires différents qui conduit à l'obtention d'une meilleure structure du sol.

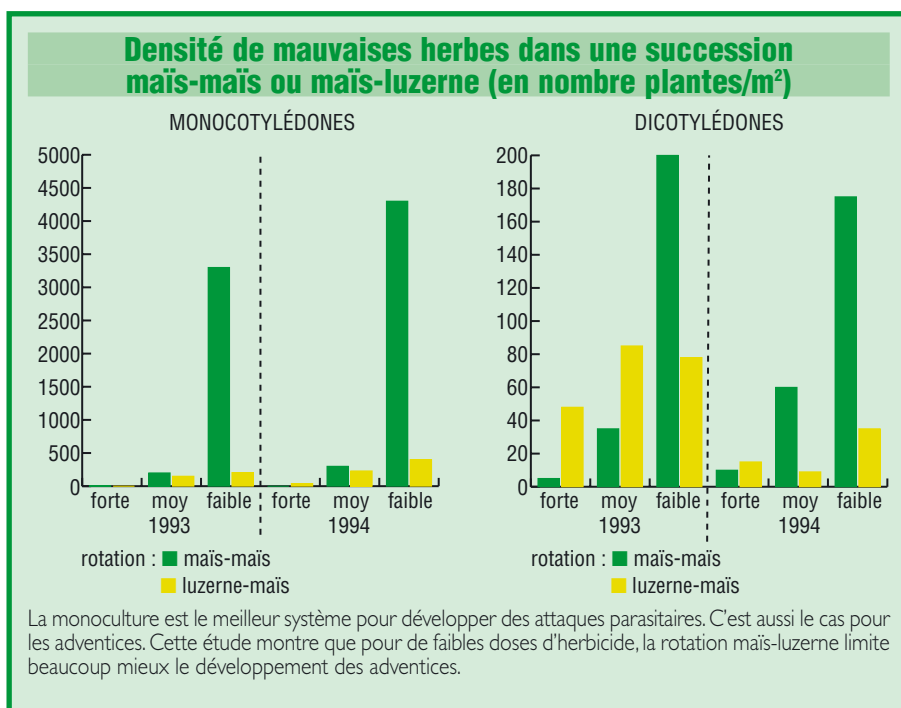
→ Les protéagineux, cultivés au printemps, viennent couper les cycles parasitaires d'une rotation céréalière. Ils ont, à ce sujet, un effet très net sur les adventices des céréales d'automne. Ils prennent ainsi les graminées adventices à « contre-pied » et facilitent leur contrôle au printemps, avec un antigraminé utilisé sur culture de dicotylédone.



Jean-Luc Marx, agriculteur dans la Nièvre, règle ses problèmes de brome de la façon suivante (sa rotation est blé-colza-blé-pois) : désherbage classique sur blé, un traitement anti-dicotylédones sur colza et, sur pois, utilisation d'antigraminées à base de FOP pour maîtriser d'éventuelles levées. Entre le blé et le pois, il sème un couvert d'avoine. L'agriculteur a développé une autre stratégie dans sa rotation à base de maïs (maïs-maïs-blé-colza). Il a réintroduit le soja entre le deuxième maïs et le blé. « L'introduction d'un seul protéagineux dans cette rota-

tion me permet de couper totalement le cycle des fusarioses » constate-t-il.

→ Les protéagineux, appartenant à la famille des légumineuses, ne consomment pas d'intrants azotés. Leur faculté à fixer efficacement l'azote de l'air permet d'alimenter, au moins en partie, la culture qui suit. Celle-ci peut récupérer entre 20 à 40 unités d'azote. Un couvert de tournesol semé derrière pois a ainsi produit chez Jean-Luc Marx entre 1 et 1,5 tonne de MS/ha supplémentaires. Un blé derrière un pois peut facilement pro-





## CULTURES

### Compétitivité par rapport aux adventices Pois, féverole ou lupin ?

Par rapport aux adventices, le pois est nettement plus compétitif que la féverole et le lupin. Une étude comparative, menée entre 2001 et 2003 en Pays de Loire par la chambre d'agriculture, l'Esa d'Angers, Terrena et la Fnams, a donné les taux moyens de réduction du salissement suivants : 73 % pour le pois, 63 % pour la féverole et seulement 55 % pour le lupin.

Ce plus fort impact du pois sur les adventices vient déjà de la durée de son cycle végétatif, plus court que les deux autres légumineuses. Alors que le pois se récolte le plus tôt en juillet, suivi de la féverole, le lupin ne se récolte qu'en août, donnant plus libre cours au développement des mauvaises herbes. Par ailleurs, le pois possède un plus fort indice de recouvrement du sol que la féverole et encore plus par rapport au lupin. Enfin, l'étude montre aussi que, en moyenne, les pertes entre le nombre de grains semés et le nombre de pieds récoltés donne un avantage au pois (24 % de pertes) et à la féverole (20 %) sur le lupin (37 %). Néanmoins, l'étude a aussi révélé que lorsque l'implantation du lupin est soignée, avec des parcelles propres, il donne de bien meilleurs résultats, à la fois en termes de compétitivité par rapport aux mauvaises herbes mais aussi en productivité.

Dans l'étude, en moyenne, les rendements obtenus ont été de 33 q/ha pour le pois, 31 q/ha pour la féverole et 22 q/ha pour le lupin, avec une très forte variabilité au sein de chaque espèce. Le lupin a le taux moyen de protéines le plus élevé : 38 % en moyenne. La féverole arrive derrière avec 27 % puis le pois avec seulement 21 % de protéines. Enfin, l'étude n'a pas mis en évidence de différences significatives entre les cultures sur l'arrière effet azoté. Le taux de fixation atmosphérique est similaire. Cette étude est bien entendu limitative puisqu'elle s'est bornée aux conditions pédo-climatiques des Pays de Loire. On sait très bien aussi que le lupin s'adapte beaucoup mieux aux terres acides. La féverole et le pois n'ont pas de préférences. Néanmoins, l'étude met en évidence des différences assez généralisables entre ces trois espèces, notamment au niveau de leur impact sur le salissement dont on connaît l'importance en non-labour.



**La luzerne aurait la capacité naturelle d'inhiber la germination de certaines adventices (phénomène d'allélopathie).**

- duire 4 à 5 q/ha de plus. Son taux en protéines est aussi amélioré : parfois jusqu'à 1 à 1,5 point supplémentaire. Mais ce n'est pas seulement la culture qui suit la légumineuse qui bénéficie de cet apport azoté naturel, c'est l'ensemble de la rotation qui en bénéficie, surtout en TCS et en SD.

→ Les légumineuses ont un effet positif sur l'activité biologique du sol. Elles relarguent d'importantes quantités de sucres (énergie) pour alimenter l'activité fixatrice. Ceci explique, bien qu'elles ne fassent pas de biomasse importante, qu'elles sont tout de même très efficaces en matière de séquestration du carbone.

→ Plusieurs études ont aussi montré le rôle essentiel des légumineuses sur la lixiviation des nitrates. Citons cette étude menée par l'Inra de Châlons-sur-Marne, entre 1982 et 1992, sur la luzerne (source : J. Mazet et J. Wéry

de l'Inra de Montpellier). Après dix ans de rotation luzerne-blé-betterave (trois années de luzerne), la concentration en nitrate des eaux de drainage était de 20,8 mg/l (264 kg N/ha lessivés pour 1 273 mm de drainage) alors qu'elle avait atteint un niveau de 27,2 mg/l pour la rotation blé-betterave (331 kg N/ha pour 1 217 mm de drainage). Plusieurs raisons expliquent cette diminution du risque de lixiviation : la luzerne est présente toute l'année, les racines vont très loin en profondeur (jusqu'à 2,50 m) et aucun travail du sol n'intervient dans la parcelle pendant trois ans. On estime que les quantités d'azote stockées dans le système racinaire de la luzerne représentent près de 200 kg de N/ha.

→ Les protéagineux représentent enfin moins d'avance de trésorerie que les cultures d'automne du fait de leur moindre consommation en intrants. Ils sont aussi un complément protéique intéressant en système d'élevage.

### Les conditions de réussite en non-labour

Les protéagineux s'adaptent parfaitement au non-labour (plus en TCS qu'en SD, beaucoup plus délicat) et le non-labour le leur rend bien : moins de cailloux en surface et un sol mieux nivelé pour une récolte plus facile. Les sols, plus portants, facilitent également les interventions phytosanitaires notamment herbicides. Néanmoins, certaines précautions sont à prendre lorsqu'on plante une culture protéagineuse de printemps. À cette époque, il est, d'une part, indispensable d'attendre que le sol soit suffisamment ressuyé et, d'autre part, il faut souvent sécuriser l'implantation par une ouverture du sol afin que celui-ci puisse se réchauffer. Ces deux conditions (ressuyage et réchauffement) doivent être obtenues au minimum sur 4-5 cm, profondeur de semis du pois. Ouvrir le sol à cette époque est aussi important pour l'oxygéner et permettre un



### Astuce

Chaque légumineuse, pour fixer l'azote atmosphérique, a besoin de la présence de la bactérie symbiotique qui lui est associée. Il est d'ailleurs parfois nécessaire de procéder à l'inoculation d'un sol pour que la symbiose puisse fonctionner (exemple du soja). Pourquoi alors ne pas introduire dans un mélange de couvert un peu de cette légumineuse en avance ? Elle permettra de doper le développement du peu de rhizobium déjà présent dans le sol et l'activité fixatrice de la légumineuse, avant de semer la culture qui pourra en profiter. Par ailleurs, en Amérique du Sud, certains conseillent de semer une graminée fortement exigeante en azote avant le semis d'une légumineuse. En appauvrissant ainsi le profil en azote et en le structurant avec un enracinement fasciculé puissant, l'activité fixatrice d'azote de la légumineuse est encouragée. C'est plus d'azote pour la culture mais ce sera également plus d'azote fixé au total, apportant une économie sur la rotation. Voici des réflexions non dénuées de sens et donc intéressantes à creuser.

meilleur fonctionnement des nodosités, très sensibles à la compaction.

Un sol compacté présente, en effet, deux inconvénients pour une légumineuse. Premièrement, il limite l'enracinement et donc la nutrition minérale de la culture. Deuxièmement, il limite la fixation de l'azote de l'air par les nodosités. Pour que les bactéries fonctionnent bien, il leur faut un sol aéré avec de bons échanges avec l'atmosphère. On comprend donc ici pourquoi les sables répondent souvent mieux avec des légumineuses ou protéagineux que les limons et les argiles. On l'aura compris : mieux vaut sécuriser le semis d'un pois de printemps en réalisant une ou plusieurs reprises superficielles du sol. Pas trop car il ne faut pas non plus créer trop de terre fine. Dominique Lachaud, conseiller au sein des Établissements Ruzé (89), insiste aussi sur le choix variétal : « Je conseille souvent, en pois protéagineux de printemps, des variétés à floraison indéterminée. Suite à des problèmes de levée, la culture aura toujours la possibilité de refluer en cas de stress et donc de compenser une éventuelle perte de rendement. »

Les protéagineux cumulent donc des atouts agronomiques indiscutables dans une rotation et, à condition de respecter certaines règles, ils s'adaptent très bien au non-labour. Leur introduction dans l'assolement est aussi intéressante économiquement. Alors : à user sans modération ? Une des mesures de la conditionnalité des aides concerne la diversification des assolements. Voici, peut-être, une première réponse à la question. Quant au champignon aphanomyces sur pois, véritable frein à la production lorsqu'il est présent, nous n'avons pas d'informations concernant son impact en système sans labour. À ce propos, n'hésitez pas à nous communiquer vos éventuelles observations et expériences.

Cécile WALIGORA

## Intérêt économique des rotations diversifiées en non-labour

Résultats de l'essai longue durée sur limon argileux de Boigneville (91)

Type de rotation		Monoculture de blé (Moyenne de 1997 à 2002)			Rotation <sup>(1)</sup> (Moyenne pois-blé-orge de printemps de 1999 à 2002)		
		Labour	Travail superficiel	Semis direct	Labour	Travail superficiel	Semis direct
Rendements q/ha	Blé	82	75	81	89	92	96
	Pois	-	-	-	54	53	52
	Orge	-	-	-	75	73	75
Charges d'intrants	euros/ha	365	445	448	387	407	408
dont herbicides <sup>(2)</sup>	euros/ha	33	95	95	24	33	33
Marge brute	euros/ha	787	647	699	851	826	842
Charges de mécanisation <sup>(3)</sup>	euros/ha	273	263	236	310	290	245
Marge nette hors main d'œuvre	euros/ha	177	74	137	198	195	244
Temps de travail	heure/ha/an	3,9	3,3	3,1	4,1	3,3	2,7
dont en octobre	heure/ha/an	1,6	0,7	0,5	0,6	0,4	0,3

ARVALIS-INSTITUT DU VÉGÉTAL

Les résultats de cet essai sont nets. La monoculture de blé est pénalisée par ses rendements (guère améliorés par la simplification du travail du sol) et par une marge rognée par un surcoût d'herbicides (d'autant plus importants qu'on passe en non labour).

La solution est de diversifier la rotation en introduisant une culture de printemps protéagineuse (ici un pois). Le blé est plus productif et la charge en herbicides bien moindre. Une meilleure marge brute est assurée qui peut ou doit être considérée comme une prime à la culture du pois.

Si on tient compte des charges de mécanisation, le semis direct s'en sort très nettement avec la meilleure marge nette (hors main-d'œuvre) à l'hectare.

(1) Rotation sur quatre ans : betterave, orge de printemps, pois de printemps, blé (chaque culture est présente chaque année). Pour la comparaison économique avec la monoculture, seule la moyenne des cultures pois-blé-orge est utilisée.

(2) Les charges d'herbicides élevées en monoculture sans labour s'expliquent par le recours à deux herbicides spécifiques (à l'automne et au printemps) pour lutter contre le ray-grass. Pour la conduite de l'essai, toutes les parcelles d'une même culture ont la même protection sanitaire. Le coût du programme herbicide des parcelles avec labour a été estimé à dire d'expert, à partir du niveau d'infestation observé.

(3) Charges de mécanisation calculées à partir des valeurs d'amortissement d'achat de tous les outils neufs.

## L'intérêt d'associer un protéagineux avec une graminée

Les agriculteurs biologiques pratiquent assez souvent les mélanges associant une graminée et un protéagineux, surtout en élevage. La première apporte l'énergie et le second, les protéines. Les associations les plus fréquentes sont constituées de triticale et de pois fourrager. Les débouchés sont donc relativement limités. Dans le cadre d'un programme européen (Danemark, Royaume-Uni, Allemagne, France et Italie), l'Esa d'Angers a mené une étude sur d'autres associations qui auraient des débouchés plus variés.

Ce type d'association a déjà un grand intérêt pour la maîtrise des adventices et plus généralement des pressions parasitaires. Ajoutons à cela que la céréale fait office de tuteur pour le pois. Les problèmes de verse sont donc limités. Les associations sont alors bien moins coûteuses en intrants que les cultures pures. L'association explore aussi beaucoup mieux les ressources du sol grâce à l'action différente des deux types de systèmes racinaires.

Les recherches ont ainsi montré des gains de rendements des associations par rapport aux cultures pures (+ 20 % en moyenne) et même des gains de protéines dans les céréales associées (+ 2 % à 4 %). Ces mêmes études ont montré que les performances de la céréale sont fonction du niveau de disponibilité de l'azote minéral. Un apport d'azote profite ainsi plus à la céréale qu'au pois. L'Esa d'Angers a également montré que l'activité fixatrice d'azote du pois était dopée par la présence de la graminée. Globalement, il en résulte une meilleure assimilation de l'azote par l'association



en rapport aux cultures pures.

Le choix variétal est évidemment primordial. Il est important de choisir des variétés dont le cycle végétal coïncide, ainsi que des variétés de pois hautes et couvrant bien le sol. Question densités de semis, tout est fonction des objectifs fixés (mélange équilibré ou avantage au protéagineux). Ces densités se raisonnent par rapport aux densités en culture pure. « Pour un mélange équilibré en pois d'hiver et blé, on peut cibler des densités de 45 grains/m<sup>2</sup> pour le pois et 165 grains/m<sup>2</sup> pour le blé. Si l'avantage est donné au pois, on passe à 60-

80 grains/m<sup>2</sup> de pois contre 100 grains/m<sup>2</sup> de blé. Dans un mélange orge de printemps et pois de printemps, 60 à 90 grains/m<sup>2</sup> de pois peuvent être associés à 80-100 grains/m<sup>2</sup> d'orge », estime ainsi Guénaëlle Corre-Hellou de l'Esa d'Angers.

On voit donc tous les atouts des associations céréale-protéagineux, en particulier en TCS (maîtrise des adventices, rupture des cycles parasitaires, meilleure exploration du sol, obtention d'une meilleure structure...). Mais qu'en sera-t-il des débouchés ? Les organismes collecteurs acceptent-ils de trier ?