

Cultures intermédiaires

La protection des eaux pour un surcoût de 20 à 45 €/ha

En comparaison à un sol nu, les cultures intermédiaires occasionnent un surcoût de 20 à 45 €/ha. Ceci inclut les frais liés à la semence, à l'implantation et à la destruction du couvert. La protection des cultures est peu modifiée. Ces coûts peuvent être minimisés en intégrant au maximum la gestion du couvert dans l'itinéraire habituel de travail du sol.



À l'heure où les charges d'exploitation sont examinées avec de plus en plus d'attention, les cultures intermédiaires ne peuvent pas y échapper. Leur coût brut (semences, implantation et destruction) est souvent d'environ 70-100 euros par hectare. Il ne faut cependant pas oublier, à titre de comparaison, qu'il faut aussi dépenser de l'argent pour garder un sol « nu ».

Des essais longue durée riches d'enseignements

Des effets variés des cultures intermédiaires doivent aussi être pris en compte pour réaliser un bilan économique le plus complet possible : rendement, ravageurs, fertilisation...

Dans cet article, nous allons examiner l'effet des couverts végétaux sur la marge directe, en comparaison à des sols restés nus, à partir de quatre exemples concrets qui proviennent d'expérimentations de longue durée. Même si les résultats dégagés ne peuvent pas être généralisés, ils ont le mérite de correspondre à des situations où de nombreux éléments constitutifs de la marge ont été enregistrés sur de longues périodes (rendements, charges opérationnelles...).

Il est important de souligner que les cultures intermédiaires sont mises en place pour des raisons environnementales et agronomiques. Ces éléments ne sont pas chiffrables sur un plan économique, mais doi-

Laisser un sol "nu" engage également des charges d'entretien en terme de gestion des mauvaises herbes.

vent bien sûr être pris en compte (*encadré 1*).

En pratique, de nombreux agriculteurs ont bénéficié de dispositifs de financement de leurs couverts (CTE puis CAD, contrats ruraux, indemnité compensatoire pour la couverture des sols dans les zones d'actions complémentaires de l'ouest de la France...). Même si ces aides vont peu à peu disparaître, l'obligation de couverture des sols subsistera dans de nombreuses situations (via la directive nitrates par exemple). La question posée est donc celle de la gestion des couverts végétaux

Jérôme Labreuche
j.labreuche@arvalisinstitutduvegetal.fr

François Laurent
f.laurent@arvalisinstitutduvegetal.fr

Michel Moquet
m.moquet@arvalisinstitutduvegetal.fr

Pierre-Vincent Protin
pv.protin@arvalisinstitutduvegetal.fr

Gérard Aubrion
g.aubrion@arvalisinstitutduvegetal.fr

ARVALIS-Institut du végétal

pour bénéficier de leurs atouts agronomiques, avec un impact économique le plus favorable ou le moins défavorable possible.

Les cultures intermédiaires sont de bons pièges à nitrate

Nous allons nous appuyer sur trois essais de longue durée qui ont été mis en place au début des années 90. Leur objectif premier était d'étudier l'impact de différentes pratiques culturales sur les fuites de nitrate. Différents facteurs ont été étudiés : couverture du sol, niveau de fertilisation azotée, rotation, travail du sol, apport de lisier. Pour chacun de ces trois essais, la technique la plus efficace pour limiter les fuites d'azote en profondeur est la couverture automnale des sols avec des cultures intermédiaires (parfois nommées CIPAN : cultures intermédiaires pièges à nitrate). La sous fertilisation ou les techniques sans labour ont eu un impact bien plus modeste.

Le premier essai est basé à Thibie, près de Châlons-en-Champagne dans la Marne. Il est localisé sur un sol de craie, avec une rotation betterave-pois-blé. Cet essai a l'avantage de comparer les trois cultures de la rotation chaque année, depuis l'automne 1990. Le radis fourrager ou une céréale d'hiver font office de couvert végétal. Le labour est systématiquement mis en œuvre pour planter chaque culture de la rotation, les couverts l'étant sur un simple déchaumage.

Le deuxième essai est localisé à Bignan, dans le Morbihan : sol de limon sur schiste avec une rotation maïs-blé (une seule culture est présente chaque année). L'essai a débuté en 1992-1993. Les cultures sont systématiquement implantées sur labour, et le ray-grass d'Italie est présent (ou non) dans les intercultures blé-maïs.

Le dernier essai est localisé à Boigneville, dans l'Essonne, sur un limon argileux. Cet es-

sai, initié à l'automne 1991, est conduit dans le cadre d'une rotation pois-blé-orge de printemps (une seule culture présente chaque année). Une moutarde est systématiquement implantée dans toutes les intercultures. Deux régimes de travail du sol sont mis en œuvre pour l'implantation des cultures principales : labour ou semis direct.

Les charges de mécanisation peuvent être très limitées lorsque l'implantation et la destruction du couvert rentrent dans la gestion habituelle de l'itinéraire.

Pas d'économie sur l'azote

Nous avons pris en compte dans nos calculs tous les critères qui permettent de calculer une marge directe (la marge brute moins les charges de mécanisation et de main-d'œuvre). Aucune aide financière des cultures intermédiaires n'est prise en compte.

Pour chacun des trois essais (*encadrés 2 à 4*), nous avons pris en compte les rendements mesurés sur les périodes d'étude (ainsi que les teneurs en sucre de la betterave et en protéine des céréales).

Nous avons également essayé de chiffrer l'impact des couverts sur les charges opérationnelles (y compris le coût des semences des couverts végétaux). La protection phytosanitaire n'a pas été modifiée, sauf dans deux cas. A Boigneville, en semis direct, nous avons pu observer une plus forte activité des limaces après moutarde (surcoût chiffré à un anti-limaces de plus dans la rotation, pour moitié sur blé, pour moitié sur orge). Par contre, dans les traitements labourés de cet essai de Boigneville ou sur les sites de Thibie et Bignan, aucune activité supplémentaire de ces ravageurs n'a été observée après les couverts pièges à nitrate. Concer-

Les repousses du colza donnent un excellent couvert sans charge.

Les atouts des couverts végétaux ne sont pas tous chiffrables

1

- Protection de l'environnement : les couverts permettent de limiter la quantité d'azote minéral du sol avant la période de drainage hivernal. La couverture du sol est aussi un atout pour éviter le ruissellement hivernal dans les zones sensibles à l'érosion hydrique, avec des répercussions sur la qualité de l'eau. Les couverts sont également favorables au petit gibier, en lui apportant un abri et une source de nourriture (végétaux, insectes...).
- Image de l'agriculture : les atouts environnementaux des couverts aident certains agriculteurs à parler positivement de leur métier et de leurs pratiques.
- « Fertilité » du sol : on attribue de nombreuses vertus agronomiques aux couverts. Ils ont un impact positif sur la structure du sol. Les couverts favorisent aussi l'activité biologique, comme celle des vers de terre, et apportent un peu de matières organiques au sol. Ces effets sur les sols méritent cependant d'être relativisés car les couverts ont une croissance souvent limitée (3 mois de croissance pour 2 t/ha de matière sèche). Les effets des couverts semblent les plus significatifs en situation de sol fragile battant et en non labour continu. La notion de « fertilité » des sols est en partie prise en compte dans nos calculs au travers des rendements.
- Epanchages de produits organiques en bonnes

conditions : dans de nombreuses régions, l'épandage de certains produits organiques (fumiers, vinasses...) est autorisé en été, à condition d'implanter une culture intermédiaire. En l'absence de couvert, les effluents ne peuvent être épanchés qu'au printemps, sur des sols souvent mal ressuyés. Les couverts ont ici un impact indirect mais positif sur la structure du sol et sur la simplification des itinéraires. En revanche, l'azote des apports organiques sera mieux valorisé avec un apport de printemps.

- Favoriser ou défavoriser certaines interventions culturales : en limitant le patinage en conditions humides, les couverts peuvent faciliter certaines opérations comme des labours d'hiver. A l'inverse, les prélèvements d'eau nécessaire à la croissance de ces couverts peuvent constituer un handicap en début d'automne sec, comme c'est fréquemment le cas pour les labours derrière des repousses de colza. En situation de non labour derrière des couverts, le ressuyage de surface est plus lent. Ce constat oblige à retarder de quelques jours le semis, notamment en semis précoce de printemps dans les sols argileux.
- Production de fourrage : en zone d'élevage, un couvert végétal peut devenir une culture dérobée et fournir du fourrage pour le cheptel (ensilage ou pâturage).



2 **Essai de Thibie (51)**

Cet essai a été mis en place par l'AREP (association régionale d'étude des productions céréalières et betteravières en Champagne crayeuse). En terme opérationnel, cet essai est géré par ARVALIS-Institut du végétal, avec l'appui de l'ITB, de Cristal Union et de l'INRA. L'objectif de cet essai, mis en place l'automne 1990, était de mesurer l'effet à long terme de différentes pratiques culturales sur les fuites de nitrate.

Il est localisé sur des sols de craie, près de Châlons-en-Champagne (51). La rotation étudiée est betterave-pois de printemps-blé tendre d'hiver, (chacune de ces trois cultures est présente chaque année). L'implantation des cultures est réalisée après un labour. Les couverts sont implantés sans labour, après un déchaumage.

Cet essai a permis de montrer que les cultures intermédiaires réduisent fortement les fuites de nitrate. La réduction d'un tiers de la fumure azotée, en comparaison à une fumure raisonnée, a un effet beaucoup plus limité. La suppression du pois de la rotation n'a pas non plus d'effet très important sur les fuites

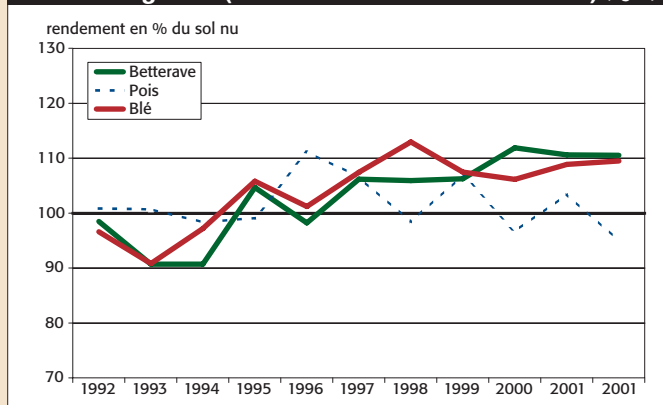
d'azote. Ces résultats, bien connus aujourd'hui mais novateurs il y a une dizaine d'années, montrent que la culture intermédiaire est la technique présentant le meilleur rapport coût/efficacité.

Lors des premières années de l'essai, jusqu'en 1995, du dactyle était implanté au printemps sous couvert du pois. Cette graminée se développait très rapidement dès la récolte de cette culture et était détruite par le labour précédent l'implantation du blé. Les betteraves étaient implantées en semis direct dans le mulch du radis, sachant que ce dernier était détruit tardivement soit par le gel hivernal ou chimiquement en février.

Les couverts végétaux ont généré des chutes de rendement lors de ces premières années (figure 3). Une graminée fortement développée avant l'implantation d'un blé semble avoir été pénalisante. La destruction tardive du radis a également pénalisé la betterave suivante.

Cette première expérience négative a imposé une modification des pratiques. Désormais, du radis est implanté pendant l'interculture pois-blé ainsi qu'entre le blé et la betterave. Ce couvert est détruit dans

Écarts de rendements obtenus à Thibie derrière des couverts végétaux (en % de ceux obtenus sur sol nu) (fig. 3)



ce cas fin novembre et la betterave suivante est implantée avec labour. En ce qui concerne l'interculture betterave-pois, c'est un escourgeon ou un blé qui font office de couvert. Ils sont implantés à la mi-octobre, dès la récolte des betteraves et détruits au printemps juste avant l'implantation du pois. Ces couverts sont en réalité peu efficaces car ils sont implantés trop tard pour se développer correctement. La culture précédente de betterave laisse également peu d'azote minéral dans le sol.

Suite à ces modifications d'itinéraires techniques, des

augmentations de rendement ont été constatées, plus particulièrement sur le blé et la betterave. Les éléments explicatifs ne sont pas bien identifiés, mais ne sont en aucun cas imputables à des seuls effets azote (figure 4) : les courbes de réponse du blé à l'azote ont montré que les rendements augmentent après radis sans que la dose optimale ne soit modifiée.

Pour réaliser notre calcul économique, nous nous sommes d'abord appuyés sur les rendements observés entre les campagnes 1996 et 2002. Les rendements, pénalisés par une conduite non adaptée des

nant le désherbage, seul le problème de maîtrise des sétaires dans le maïs est apparu à Bignan derrière ray-grass (semences sans doute importées avec celles du couvert).

Concernant la fertilisation azotée, de nombreuses mesures ont eu lieu sur chacun des trois essais pour établir des bilans complets de l'azote (minéralisation, lessivage, absorption). Des courbes de réponses à l'azote ont été mises en place à Thibie et Bignan. Des comparaisons de situations fertilisées à l'optimum et non fertilisées ont eu lieu à Boigneville. Ces divers résultats présentés dans les encadrés 2 à 4 montrent qu'en moyenne pluri-annuelle, les couverts n'ont pas permis d'économie substantielle d'azote. Si les couverts limitent les

fuites de nitrate les hivers pluvieux, ils ne restituent pas la totalité de l'azote piégé, d'où un impact limité sur la fumure à apporter. Il faut préciser que l'intérêt de ces essais de longue durée est d'intégrer des effets à court, moyen et long terme.

Concernant la fumure phos-

phatée et potassique, nous avons appliqué la méthode et les seuils Comifer - ARVALIS-Institut du végétal : seules les éventuelles différences de rendement sont susceptibles de faire varier les doses PK dont le calcul repose en partie sur les exportations des parties récoltées.

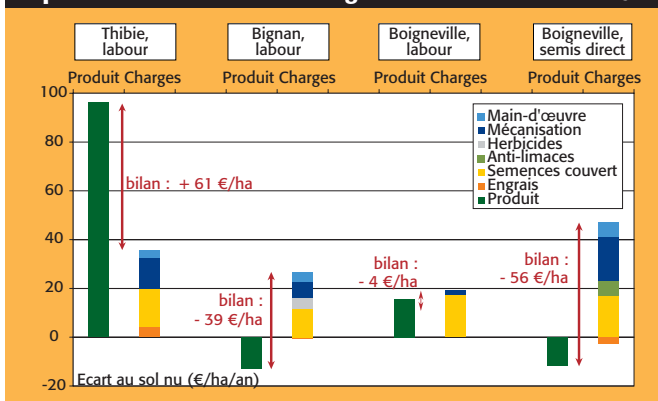
Les coûts d'implantation et de destruction des couverts ont été intégrés dans les charges de mécanisation. Nous avons également ajouté un coût de main-d'œuvre, sur une base de 10 €/h. Comme pour les autres charges, nous comparons l'itinéraire "avec couvert" à celui "avec sol nu".

L'ensemble de nos calculs se font par année et sont ensuite moyennés sur les 2 ou 3 années de la rotation.

Des charges en hausse de 20 à 45 €/ha

Selon les essais, les charges liées à la mise en place de cultures intermédiaires augmentent de 20 à 45 euros par hectare et par an (résultat moyenné sur l'ensemble de la rotation), en comparaison aux sols nus (figure 1).

Impact des couverts sur la marge directe dans 4 essais (fig. 1)



couverts les années précédentes, peuvent probablement être évités aujourd'hui, grâce à l'expérience acquise depuis. En nous appuyant sur les courbes de réponse à l'azote, nous avons considéré qu'il n'était pas pertinent de moduler les doses d'azote, selon la présence ou non d'un couvert végétal.

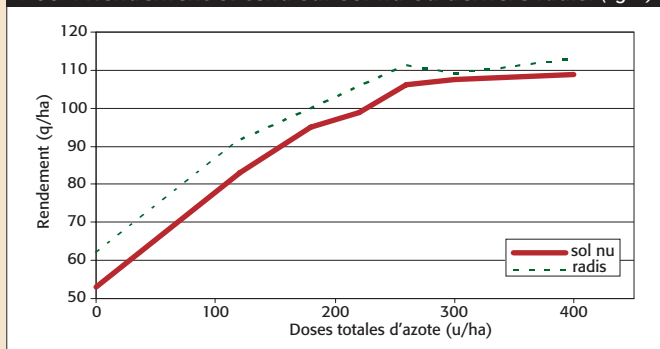
Les observations au champ n'ont pas montré qu'il était nécessaire de renforcer ou d'alléger le désherbage derrière les couverts. Le radis est assez difficile à détruire, mais la présence d'un labour a permis de le contrôler, malgré l'absence d'herbicide non sélectif. Les ravageurs n'ont pas

provoqué d'attaque préférentielle sur certaines parcelles.

Pour calculer le coût des itinéraires de travail du sol-semis, nous avons considéré qu'il n'y avait pas de couverts entre les betteraves et le pois, étant donné leur peu d'intérêt. L'itinéraire de conduite des parcelles avec radis (entre pois et blé et blé et betterave) a été calé sur les pratiques locales, à partir du dépouillement d'une enquête réalisée dans la région en 2002.

La hausse des rendements constatée après les couverts végétaux conduit à une forte élévation du produit de près de 100 €/ha/an. La hausse des charges de 35 €/ha/an est donc très largement compensée.

Courbe de réponse à l'azote réalisée sur blé à Thibie en 2002. Rendement obtenu sur sol nu ou derrière radis. (fig. 4)



Une forte proportion de ces charges, 40 à 90 %, peut être imputée à l'achat des semences de couvert. Le coût de ces dernières a été estimé à 17 €/ha dans le cas de la moutarde, à 23 €/ha pour le radis et le ray-grass d'Italie.

Les conséquences des couverts sur les autres charges opérationnelles ont été très limitées, entre 0 et 6 €/ha.

Les charges de mécanisation augmentent légèrement, de 2 à 18 €/ha. Cette fourchette donne des valeurs plutôt limitées dans la mesure où nous avons retenu des itinéraires où la conduite du couvert végétal s'intègre le plus possible dans la gestion habituelle des sols (déchaumages, labours...). C'est le cas pour l'essai de Boigneville avec labour. Un déchaumage permet de semer le

couvert, le labour d'hiver de le détruire. Le seul surcoût est lié à l'amortissement d'un dispositif d'épandage pneumatique des semences posé sur le déchaumeur (valeur à neuf d'environ 1500 €). Des opérations spécifiques sont par contre nécessaires pour les autres situations, par exemple le semis du couvert avec un semoir à semis direct (Boigneville, semis direct). La destruction du couvert peut aussi donner lieu



L'itinéraire technique de l'essai de Thibie (tab. 1)

Itinéraire betterave de blé	Sol nu	Radis
1 ^{er} août		Cover crop
1 ^{er} septembre		Porte-outil + Nodet Radis 10 kg/ha
10 septembre	Cover crop	
15 novembre		Canadien
1 ^{er} avril		Labour Porte-outil Semoir monograine
Itinéraire pois de betterave	Sol nu	Escourgeon
20 octobre		Cover crop
1 ^{er} mars		Labour Porte-outil + semoir
Itinéraire blé de pois	Sol nu	Radis
1 ^{er} août		Cover crop
20 août		Porte-outil + Nodet Radis 10 kg/ha
1 ^{er} septembre	Cover crop	
1 ^{er} octobre		Labour Porte-outil + semoir

Moyenne pluriannuelle des rendements obtenus à Thibie (tab. 2)

	Sol nu	Radis
Rendement barème betterave (t/ha)	78,5	83,8
Rendement pois (q/ha)	48,8	49,7
Rendement blé (q/ha)	91,9	99,0



à une opération spécifique, comme à Thibie avant betterave où le radis est détruit par un passage de cultivateur en novembre, le labour n'ayant lieu qu'au printemps.

Les opérations spécifiques étant plutôt limitées, le temps de travail supplémentaire consacré aux couverts végétaux est plutôt faible. En moyenne, il est

L'effet des couverts sur le rendement des cultures suivantes est très faible dans la plupart des cas.

de 12 mn par hectare (de 0 à 24 mn selon les essais).

Des effets contrastés sur les rendements

Sur trois situations (Bignan, Boigneville avec labour ou semis direct), la marge directe est affectée de 4 à 56 €/ha/an (moyenne de 33 €/ha). Les charges ont augmenté dans ces essais de 20 à 45 €/ha, alors que le rendement est peu modifié (de -1,5 % à +2 %).

Le cas de Thibie est plus atypique. Le rendement augmente de 6 %, en moyenne sur les 3 cultures de la rotation. Cela génère une hausse du produit de près de 100 €/ha. Avec un coût de 35 €/ha, la marge directe est améliorée de 60 €/ha grâce aux couverts.

L'effet des couverts sur le rendement des cultures suivantes

4 Essai de Boigneville (91)

Le sol est un limon argileux de 70 cm à 100 cm d'épaisseur posé sur un sous-sol de calcaire fissuré. Le site est équipé de bougies poreuses qui permettent de prélever la solution du sol en profondeur dans chaque parcelle. Des cases lysimétriques permettent par ailleurs de mesurer les volumes d'eau percolée, sous sol nu ou sous couvert de moutarde.

Cet essai, initié l'automne 1991, se fait sur la base d'une

rotation pois-blé-orge de printemps (une seule culture présente chaque année). Le couvert est la moutarde, systématiquement implantée dans chacune des trois intercultures de la rotation. Chacun de ces deux traitements expérimentaux (sol nu - moutarde) est par ailleurs conduit sous deux régimes de travail du sol : labour ou semis direct (utilisés en continu pour l'implantation des cultures principales et de la moutarde).

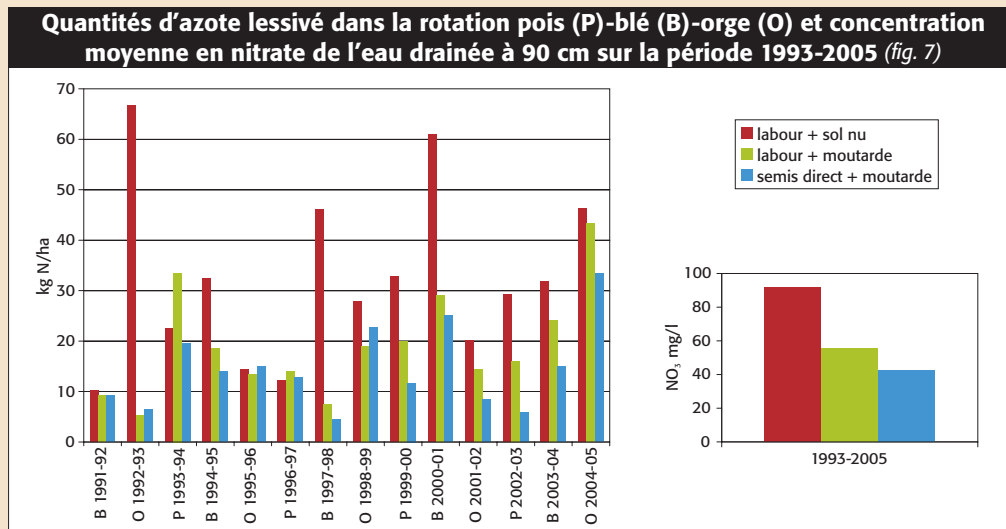
Pour limiter les fuites de nitrates, la présence d'un couvert végétal est la seule technique qui permette de rapprocher la teneur moyenne des eaux de drainage de la valeur de 50 mg NO₃/l. Le semis direct continu (absence totale de travail du sol) permet une diminution du lessivage, mais mérite cependant d'être complété par l'implantation d'une culture intermédiaire.

Après une quinzaine d'années d'implantation systématique de

cultures intermédiaires sur ce site, les bilans d'azote sol + plante permettent de conclure que l'économie possible d'azote est de ± 10 kg N/ha selon les années. Ces faibles valeurs sont à resituer dans le contexte du site où les croissances des moutardes sont en moyenne de 1,0 t MS/ha, correspondant à des absorptions d'azote par les parties aériennes de 35 kg N/ha. L'efficacité des couverts pour l'absorption de l'azote du sol est telle que le reliquat sortie hiver est inférieur de 7 kg N/ha par rapport au sol nu, malgré la minéralisation précoce de ces couverts après destruction (+12 kg N/ha entre novembre et février). Le supplément de minéralisation sous la culture principale est en moyenne de 5 kg N/ha.

Dans cet essai, les couverts ont peu d'effet sur le rendement des cultures. La comparaison sol nu / moutarde donne des valeurs très proches, à travail du sol comparable (figure 8). Le travail du sol a plus d'impact sur la productivité des cultures, notamment celle du pois. L'absence de déchaumage a gêné le positionnement des graines du pois, avec des conséquences fâcheuses les années 1994 et 1997 (début de printemps sec). Les rendements des pois n'ont pu être pris en compte les années suivantes, pour cause de très fortes pertes à la récolte, l'été humide 2000 et de gros dégâts de pigeons en 2003.

Les limaces, un peu plus fréquentes derrière moutarde en régime de semis direct, n'ont pas été observées avec labour. Le maintien des résidus du couvert en surface est favorable à l'activité de ces mollusques, que l'enfouissement par un labour permet de limiter. D'après nos observations disponibles sur le blé et l'orge de printemps, un anti-limaces de plus mériterait d'être utilisé derrière moutarde une année sur deux. Les pois sont indemnes d'attaque de limaces dans cet essai.



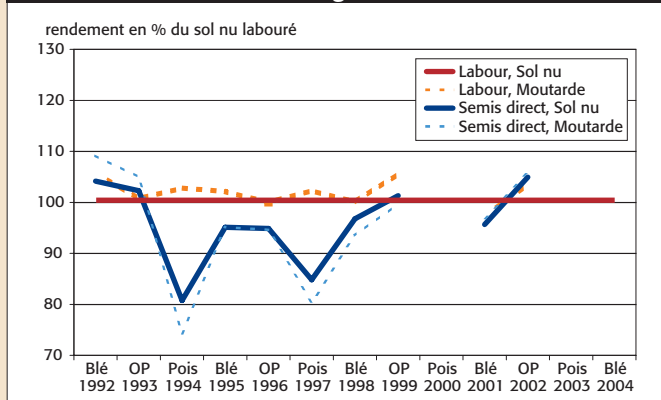
L'itinéraire technique de l'essai de Boigneville (tab. 5)

Itinéraire blé de pois	Labour, sol nu	Labour, moutarde	Semis direct, sol nu	Semis direct, moutarde
1 ^{er} août	Cover crop		Glyphosate 2 l/ha	
20 août			Glyphosate 2 l/ha	
20 août	Cover crop	Cover crop + Delimbe + Moutarde 10 kg/ha	Unidrill + Moutarde 10 kg/ha	
10 octobre	Labour		Glyphosate 2 l/ha	
10 octobre	Herse rotative-semoir		Unidrill	
Itinéraire pois ou orge de paille	Labour, sol nu	Labour, moutarde	Semis direct, sol nu	Semis direct, moutarde
1 ^{er} août	Cover crop		Glyphosate 2 l/ha	
20 août	Cover crop	Cover crop + Delimbe + Moutarde 10 kg/ha	Glyphosate 2 l/ha	Unidrill + Moutarde 10 kg/ha
15 novembre	Labour		Glyphosate 2 l/ha	
20 février	Herse rotative-semoir		Glyphosate 2 l/ha	
20 février			Unidrill	

Moyenne pluriannuelle des rendements obtenus à Boigneville (tab. 6)

	Labour, sol nu	Labour, moutarde	Semis direct, sol nu	Semis direct, moutarde
Rendement pois (q/ha)	61,6	63,1	51,1	47,9
Rendement blé (q/ha)	88,3	89,4	85,9	85,5
Rendement orge (q/ha)	74,1	75,9	74,7	75,0

Écarts de rendements observés à Boigneville derrière des couverts végétaux (fig. 8)



Dans le scénario avec labour, le couvert de moutarde s'intègre parfaitement bien dans l'itinéraire habituel de travail du sol. Il est semé à l'occasion d'un déchaumage, à l'aide d'un épandeur pneumatique à petites graines et est détruit grâce au labour, sans passage spécifique (nos moutardes font 50 cm de haut environ). Le surcoût de l'itinéraire avec moutarde est quasiment limité au coût de la semence du couvert. Un léger gain de rendement, d'environ

1,5 q/ha pour les trois cultures de la rotation, ramène l'écart de marge directe à seulement - 4 €/ha/an.

Dans le scénario avec semis direct, le semis du couvert est une opération spécifique. Le surcoût d'anti-limaces est limité à 6 €/ha/an. Si les charges augmentent ici de 44 €/ha/an, le produit est légèrement pénalisé sur pois. En régime de semis direct, les couverts pénalisent la marge directe de 56 €/ha/an



Si les couverts limitent les fuites de nitrates les hivers pluvieux, ils ne restituent pas la totalité de l'azote piégé.

3 Essai de Bignan (56)

Cet essai est installé sur un limon sableux profond sur schiste, riche en matières organiques (3,0%). La rotation est maïs grain-blé. Le rendement du maïs a cependant été évalué sur la production de matière sèche (fourrage). Une seule culture est présente chaque année.

L'essai a débuté en 1992/1993. Les cultures sont systématiquement implantées sur labour, contrairement au couvert de ray-grass d'Italie présent entre le blé et le maïs. Ce couvert est détruit en février.

Les quantités d'azote lessivées sont estimées à partir des fréquentes mesures d'azote minéral du sol couplées au modèle de calcul Lixim. Les lessivages moyens annuels calculés entre 1994 et 2004 sont de 66 kg N/ha/an sous sol nu

contre 45 sous RGI : on confirme l'efficacité des couverts vis-à-vis de la limitation des transferts d'azote (réduction de 32%).

Les rendements sont peu modifiés par la couverture du sol (figure 5). En moyenne, le ray-grass d'Italie pénalise le rendement du maïs fourrage de 0,5 t/ha de matière sèche et améliore celui du blé de 0,3 q/ha.

Chaque année, de 1993 à 2003, une courbe de réponse à l'azote a été réalisée sur cet essai, en comparant sol nu et couvert. La culture concernée était donc alternativement du maïs ou du blé. Les courbes « sol nu » et « RGI » étaient systématiquement très proches, indiquant un potentiel de rendement et une dose optimale de fumure azotée identiques (figure 6).

Le couvert de RGI a peu d'impact sur les charges opérationnelles. Les limaces sont quasi absentes du site d'essai de Bignan, même derrière un ray-grass. Nous avons observé pendant 2 années sur maïs une infestation de sétaires derrière RGI alors que cette adventice était absente sur sol nu. Nous supposons que les semences de cette graminée estivale ont été apportées par celle du couvert. Dans nos calculs économiques, nous intégrons donc une année sur deux le surcoût d'un rattrapage anti-graminées en post-levée (Milagro 0,5).

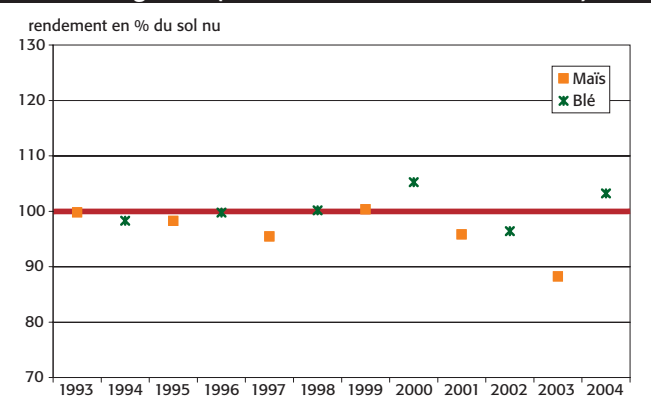
Les itinéraires présentés essayent d'intégrer au maximum la conduite du couvert dans

l'itinéraire normal de travail du sol. Le semis du couvert est combiné à un déchaumage. Par contre, sa destruction mécanique étant plutôt difficile, elle donne lieu à un passage supplémentaire de déchaumeur.

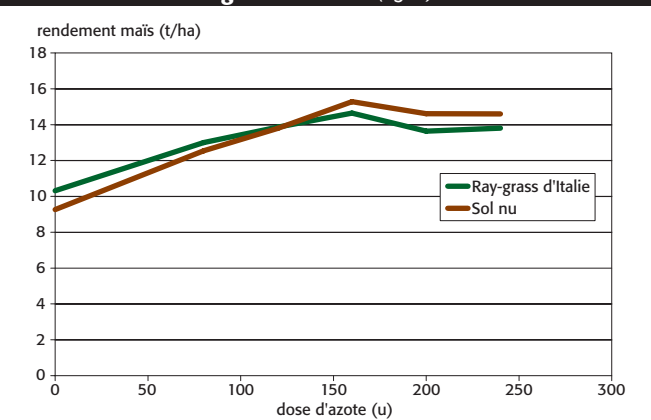
Nos calculs économiques sont réalisés pour la rotation maïs-blé dans son ensemble, avec donc un couvert présent une année sur deux.

La marge directe est pénalisée de 39 €/ha/an, un tiers de cette perte provient du coût des semences de RGI, un autre tiers des autres postes (surcoût herbicide, passage supplémentaire de cover crop au printemps) et le dernier tiers est dû à la légère chute de rendement du maïs.

Ecart de rendements observés à Bignan derrière des couverts végétaux (en % de ceux obtenus sur sol nu) (fig. 5)



Courbe de réponse à l'azote réalisée sur maïs à Bignan en 2001. Rendement obtenu sur sol nu ou derrière ray-grass d'Italie. (fig. 6)



L'itinéraire technique de l'essai de Bignan (tab. 3)

Itinéraire blé de maïs	Sol nu	Ray-grass d'Italie
5 novembre		Labour
		Herse rotative-semoir
Itinéraire maïs de blé	Sol nu	Ray-grass d'Italie
1 ^{er} août		Cover crop
5 septembre		Cover crop + Delimbe + RGI 15 kg/ha
20 septembre	Cover crop	
15 février		Epandage fumier
		Cover crop
1 ^{er} mars		Cover crop
1 ^{er} mai	Labour	
		Herse rotative-semoir

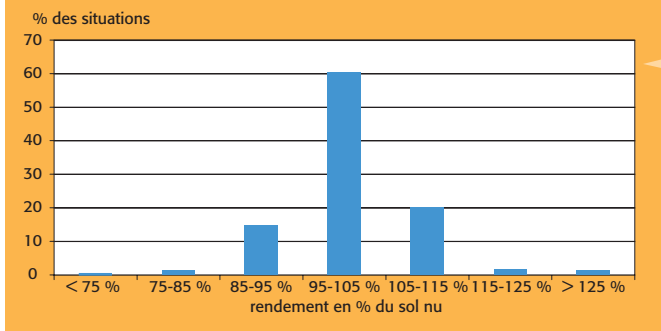
Moyenne pluriannuelle des rendements obtenus à Bignan (tab. 4)

	Sol nu	Ray-grass d'Italie
Rendement maïs (t/ha)	13,4	12,9
Rendement blé (q/ha)	94,0	94,3



Les opérations spécifiques étant limitées, le temps de travail consacré aux cultures intermédiaires est en moyenne de 12 minutes par hectare dans nos essais.

Impact du couvert sur le rendement de la culture suivante (toutes cultures, 287 situations) (fig. 2)



L'effet des couverts sur le rendement est assez variable, avec une moyenne de +1,0 %. Les essais sont annuels ou pluriannuels et proviennent de toute la France.

Il faut commencer par intégrer au maximum la conduite du couvert dans l'itinéraire de travail du sol, pour limiter les passages (cette option a été retenue dans 2 des 3 essais). Différents montages, proposés par des constructeurs ou imaginés par les agriculteurs, combinent le semis du couvert à un passage de déchaumeur. Un caisson de semoir d'occasion posé sur l'outil de travail du sol peut faire office, de même qu'un épanneur à petites graines. Le semis du couvert sous la barre de coupe de la moissonneuse est une autre option plutôt économique.

La destruction du couvert génère parfois un surcoût,

lorsque le couvert est très développé ou lorsqu'il doit être détruit à une période où le sol n'est pas habituellement travaillé. Certaines pistes sont actuellement explorées pour limiter les coûts, par exemple en ayant recours à des couverts très gélifs comme le tournesol. Le roulage sur végétation gelée est également en test, avec comme objectif de réduire les coûts par rapport à un broyage.

Le choix du type de couvert a aussi un impact sur la marge. Certains agriculteurs optent par exemple pour les repousses, de colza ou de céréales, pour piéger les nitrates. La réduction extrême des coûts d'implantation et de semences les aide à franchir le pas, malgré quelques interrogations sur le plan sanitaire. Les légumineuses sont également à l'étude en interculture avec comme objectif d'améliorer le bilan azoté pour la culture suivante. ■

est très faible dans la plupart des cas. La synthèse de 287 situations différentes, présentée figure 2, en témoigne. Le gain de rendement « moyen » est de 1,0 %. Derrière cette moyenne se cachent des résultats assez variables. Nous ne sommes pas, avec les connaissances actuelles, en mesure de définir à l'avance quel sera l'effet des couverts sur le rendement dans vos parcelles. Selon tou-

te probabilité, il risque d'être très limité, même si le cas de Thibie suscite toujours quelques espoirs...

Quelques perspectives d'amélioration...

Quelques pistes, que nous n'avons pu aborder au travers des exemples présentés, peuvent être mentionnées dans l'objectif d'améliorer le bilan économique des couverts végétaux.