

Rotation céréales - colza

Implantations précoces cont



Un colza implanté tôt et des repousses de colza laissées avant blé : les clés de maîtrise des fuites de nitrate dans les successions colza blé.

Dans les rotations céréalières intégrant du colza, sur des sols perméables, réduire les pertes de nitrate exige de piéger l'azote minéral en fin d'été. Régulariser la réussite de l'implantation du colza permet de limiter les pertes sous celui-ci. Le maintien des repousses de colza limite les pertes sous le blé. Sans repousses, la maîtrise de la fertilisation azotée du colza est nécessaire, au risque d'observer des pertes plus importantes sous le blé suivant. Cette maîtrise reste secondaire pour les blés précédant un colza tant que l'on réussit régulièrement l'implantation précoce du colza.

Alain Bouthier, a.bouthier@arvalisinstitutduvegetal.fr, ARVALIS – Institut du végétal
Raymond Reau, reau@grignon.inra.fr, INRA
Luc Champolivier, champolivier@cetiom.fr, CETIOM

Les auteurs remercient J.P. Bonnifet, A. Briand, P. Fauvin, C. Motard, T. Levengoux, qui ont conduit l'essai, ainsi que D. Wagner, C. Gigandon, S. Vallade et E. Berthelin pour leur contribution.

L'expérimentation du Magneraud a bénéficié des financements de l'agence AGRICE, animée par l'ADEME, et de l'ONIDOL.

Le colza est le plus souvent associé aux céréales d'hiver. En 2005, la rotation colza-blé-2^e céréale (blé ou orge) dominait en France avec 60 % des surfaces de colza. La rotation courte colza-blé concernait alors 10 % des parcelles (CETIOM, enquêtes postales 2005). Ces systèmes de culture se retrouvent essentiellement sur des sols caillouteux reposant sur une roche mère calcaire. Ceux-ci possèdent des réserves en eau assez réduites et une forte perméabilité. Ils sont donc sensibles aux pertes d'azote nitrique par lessivage.

Ces dernières constituent la principale voie de pertes d'azote. Elles surviennent quand la réserve en eau du sol est pleine. La pluie est alors essentiellement évacuée par infiltration dans le sous-sol calcaire, en automne et en hiver.

▶ Le volume drainé constitue le premier facteur de variation des quantités d'azote lessivées.

L'expérimentation réalisée en association par ARVALIS-Institut du végétal et le CETIOM sur le site du Magneraud entre 1995 et 2001 a permis d'identifier les sources de perte et de tester la faisabilité et l'efficacité de techniques culturales susceptibles de réduire ce risque de lessivage.

et repousses re le lessivage

Sous le colza, le drainage varie de 127 mm à 532 mm en 2000-01, une campagne à pluviosité hivernale exceptionnellement élevée.

Le drainage diffère peu entre le colza et le blé sauf en cas de faible pluviosité automnale. Dans ce cas, le drainage sous le colza, qui croît plus vite et consomme plus d'eau que le blé durant l'automne, est plus tardif et plus faible.

Le volume drainé constitue le facteur de variation le plus important des quantités d'azote lessivé. Dans la conduite de référence (voir encadré), les pertes annuelles avec la rotation colza-blé varient de moins de 20 kg N/ha à 57 kg/ha, pour une moyenne de 41 kg N/ha.

La levée doit être précoce

Les concentrations en nitrate et le lessivage les plus forts s'observent sous le blé après le colza, avec une moyenne de 50 kg N/ha/an pour seulement 27 kg N/ha/an de pertes sous le colza après le blé. Ces résultats confirment des études précédentes. Le stock d'azote minéral est en effet souvent plus élevé après le colza et le blé piège moins d'azote que ce dernier à l'automne.

En général, le lessivage sous le colza est bien moins élevé que sous le blé, sauf si le colza lève tard et pousse mal, ou si le drainage précoce est important. Pour réduire les pertes sous le colza, la levée

doit donc être assez précoce. Mais sur ces sols très filtrants, même avec un colza bien implanté, l'azote minéral du sol peut être lessivé avant qu'il n'ait le temps d'être absorbé, si le drainage est important dès le mois de septembre, ce qui s'est produit en 1999 mais qui reste peu fréquent.

La réduction de la dose d'engrais azoté ne protège pas l'environnement tout en pénalisant les rendements.

La réduction de la dose d'azote (- 50 kg N/ha) par rapport à la dose calculée selon les préconisations régionales est pénalisante pour les deux cultures puisque le rendement a perdu en moyenne 3 q/ha en colza et 12 q/ha en blé. Elle n'a par contre aucun impact significatif sur le niveau de lessivage, aussi bien sous le blé que sous le colza. La réduction de la fertilisation en dessous de la dose optimale n'a donc aucune efficacité environnementale tout en pénalisant, parfois lourdement, le rendement et la marge des cultures, ce que confirment de nombreuses études.

Le renforcement de la dose d'azote sur le blé et sur le colza augmente fortement les pertes en azote par lessivage (tableaux 1 et 2), sauf quand la dose prévisionnelle est inférieure à la dose optimale dans la conduite de référence.

Effet du renforcement de la dose d'azote sur blé de 50 kg N/ha sur le rendement et les pertes d'azote par lessivage sous le colza suivant le blé (tab. 1)

Année de récolte	Dose d'azote (kg N/ha)	Rendement (q/ha)	Pertes par lessivage l'hiver suivant (kg N/ha)
1999	180	88,2	54
	230	89,8	116
2000	180	93,9	44
	230	101,2	60

Effet du renforcement de la dose d'azote sur colza de 50 kg N/ha ou 100 kg N/ha sur le rendement et les pertes d'azote par lessivage sous le blé suivant le colza (tab. 2)

Année de récolte	Dose d'azote (kg N/ha)	Rendement (q/ha)	Pertes par lessivage l'hiver suivant (kg N/ha)
1999	200	27,6	59
	250	39,5	67
2000	166	28,2	64
	272	24,4	95

Eviter la surfertilisation.

Toute sur-fertilisation accroît donc les pertes sans bénéfice pour la production.

Les repousses limitent les pertes

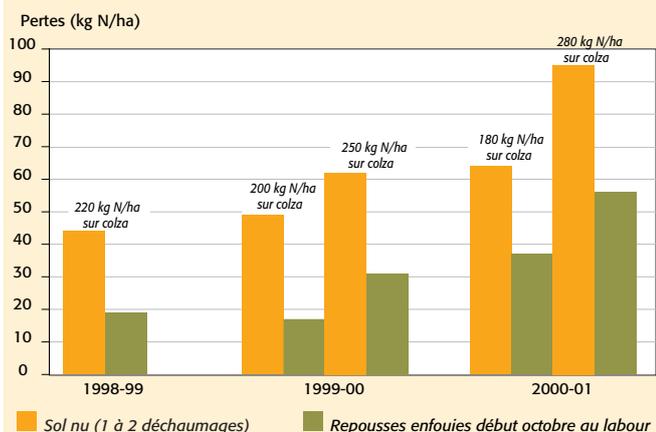
La croissance des repousses de colza varie selon les années et le niveau de fertilisation azotée du colza. Elles absorbent entre 20 et 60 kg N/ha. Un couvert de repousses bien développées assèche plus qu'un sol nu, comme l'a montré le réseau d'essais « repousses »

des Chambres d'Agriculture et d'Agrotransfert de Poitou-Charentes de 2001 à 2004. À la destruction, le sol peut présenter un déficit de 20 à 40 mm, surtout dans la couche labourée. Mais, si ce dessèchement du sol plus important derrière repousses peut poser problème en automne sec pour la destruction des repousses et l'implantation du blé, les essais n'ont pas montré d'effets négatifs sur sa levée et sa croissance.

Les effets positifs des repousses de colza s'observent tôt dans le blé.



Un effet positif incontestable des repousses (fig. 1)



L'effet du mode de gestion de l'interculture entre colza et blé sur les pertes en azote sous blé est net (Le Magneraud, 17).

La mise en place de repousses permet de réduire de plus de 50 % les pertes par lessivage : le lessivage moyen passe de 81 kg N/ha après sol nu à 44 après repousses (figure 1). La perte annuelle moyenne à l'échelle de la rotation colza-blé, pour les systèmes avec fertilisation raisonnée et repousses de colza, représente en moyenne 32 kg N/ha. Cet effet des repousses s'observe

La mise en place de repousses réduit de plus de 50 % les pertes par lessivage.

quel que soit le niveau de fertilisation du colza. Ainsi, elles limitent les pertes même après une surfertilisation. Cette réduction des pertes, du même ordre de grandeur que la quantité d'azote absorbé par les re-

pousses, peut paraître surprenante car il est établi que 20 à 50 % de l'azote absorbé par un couvert semé en interculture est minéralisé pendant les 2 ou 3 mois qui suivent sa destruction. Des repousses carencées en azote lors de l'enfouissement expliquent probablement la faible part minéralisée. Les essais « repousses de colza » ont d'ailleurs montré que celles-ci sont le plus souvent carencées en azote notamment dans les terres de groies.

Pour le blé qui suit le colza, la fourniture du sol en azote, évaluée par l'absorption d'une parcelle non fertilisée, était supérieure de 10 kg N/ha après repousses, un écart mis en évidence dès le stade épi 1 cm.

Toutefois, les années à hiver sec, le lessivage est limité et le stock d'azote minéral sous le blé après un sol nu est plus élevé qu'après repousses. Les principes de la fertilisation raisonnée conduisent alors à augmenter la dose d'azote de 20 à 30 kg N/ha sur le blé par rapport à un sol nu.

Dans tous les cas, les effets repousses se manifestent



précocement et sont comptabilisés dans le reliquat sortie hiver.

Par ailleurs, le rendement du blé dont la fertilisation azotée a été ajustée par un outil de pilotage du 3^e apport, reste identique avec ou sans repousses au cours de l'interculture précédente.

Peu d'effet du travail du sol simplifié et du semis précoce de blé

Le travail superficiel (au rotalabour) sur 10 cm a été également testé dans le cadre de cette rotation pour en évaluer les effets sur le lessivage de nitrate, par comparaison à une parcelle labourée. La fertilisation azotée était identique et les repousses de colza ont été maintenues. Les rendements du blé ont été identiques entre ces deux techniques mais les rendements du colza ont été légèrement pénalisés certaines années. Comme cela avait été vu antérieurement au Magneraud (17) sur d'autres dispositifs, le travail superficiel ne modifie pas les pertes d'azote.



© J.P. Bonnier, ARVALIS-Institut du végétal



Vue de 3 bougies poreuses installées dans l'essai rotation du Magneraud pour prélever l'eau à 1 m de profondeur (il y avait 9 bougies poreuses par traitement donc 126 bougies au total pour les 14 traitements).

Par ailleurs, une autre stratégie associait le semis précoce du blé à la mise en place de repousses. On faisait l'hypothèse que le blé semé plus tôt (tout début octobre) aurait, par sa croissance automnale plus importante, une meilleure capacité de piégeage de l'azote minéralisé après l'enfouissement des repousses. Malgré une conduite de culture adaptée (variété, protection, fertilisation azotée), le blé semé tôt a vu son rendement pénalisé en moyenne de 10 q/ha. Cette technique n'a pas eu d'effet significatif sur le lessivage sous blé. De plus, les pertes d'azote sous colza ont pu être plus élevées certaines années en raison d'un bilan azoté excédentaire sur le blé : situation de sur-fertilisation *a posteriori* malgré une fertilisation raisonnée *a priori*. ■

Six ans d'essais

Dispositif conduit de 1995 à 2001 sur le site ARVALIS du Magneraud (17).

Sols : Groie moyenne à profonde, réserve en eau estimée à 120 mm sur 1 m de profondeur.

Climat : excédent hivernal moyen (P-ETP) de 350 mm.

Rotation colza-blé. Les deux cultures sont présentes chaque année.

Parcelle élémentaire de 12 m sur 40 m.

Pas de répétitions.

Pailles de blé restituées chaque année (broyage et incorporation au sol par déchaumage).

Sur les trois premières campagnes (tableau 3) : mesure de l'impact d'une fertilisation azotée réduite de 50 kg N/ha sur le blé et le colza, technique de travail du sol sans labour (travail superficiel sur 10 cm). Comparaison avec une conduite de référence (labour et fertilisation azotée gérée selon les préconisations régionales en trois apports sur le blé et en deux apports sur le colza). Sol nu durant l'interculture.

Sur les trois campagnes suivantes (tableau 4) : évaluation de l'impact de stratégies combinant deux niveaux de fertilisation azotée (fertilisation dite raisonnée selon les préconisations régionales, ou renforcée de 50 kg N/ha) ; 2 modes de gestion de l'interculture entre le colza et le blé (sol nu ou repousses de colza détruites début octobre avant le semis du blé) ; 2 modalités de travail du sol (labour ou travail superficiel sur 10 cm) ; 2 dates de semis du blé (une date « normale », entre le 25 et le 30 octobre et une date précoce début octobre).

Les parcelles destinées à être conduites avec des repousses n'ont pas été déchaumées après la récolte du colza au cours des deux premières campagnes. On observe parfois, comme en 1999, la levée d'un « tapis » de petites repousses. Le déchaumage préalable, réalisé en 2000, a permis de mieux contrôler le peuplement de repousses, d'augmenter la biomasse et la quantité d'azote absorbée. Les repousses sont détruites

tous les ans par déchaumage, tout début octobre ou enfouies directement avec le labour lorsqu'elles ne sont pas trop développées.

En conduite raisonnée, les doses d'azote apportées sur le blé ont peu varié au cours des 6 années (entre 170 et 200 kg N/ha). Sur le colza, elles étaient plus élevées en première période. En seconde période, la dose d'azote a été adaptée selon la présence de repousses et la date de semis du blé. La modulation n'a porté que sur 10 à 20 kg N/ha.

Les rendements ont été mesurés sur trois zones de 10 m² par parcelle.

En conduite raisonnée, les rendements moyens du colza sont élevés au cours de la première phase expérimentale (41 à 43 q/ha) mais moyens sur la seconde (27 à 34 q/ha). Les rendements du blé sont plus stables et proches de l'objectif. Cinq années d'expérimentation sur 6 n'ont pas connu de sécheresse marquée au printemps.

Modalités de conduite des cultures et rendements moyens obtenus de 1994-1995 à 1996-1997 sur l'essai du Magneraud. (tab. 3)

Fertilisation azotée	Interculture colza/clé	Travail du sol	Dose azote colza (kg N/ha)	Rendement moyen colza (q/ha)	Dose azote blé (kg N/ha)	Rendement moyen blé (q/ha)
Réduite	Sol nu	Labour	187	39,2	125	74,7
*Raisonnée	Sol nu	Labour	243	41,8	187	86,8
Raisonnée	Sol nu	Superficiel	247	42,6	187	85,0

* conduite de référence

Les rendements ont exprimés aux normes

Une sous-fertilisation n'apporte rien à l'environnement et pénalise la production.

Modalités de conduite des cultures et rendements moyens obtenus de 1998-1999 à 2000-2001 sur l'essai du Magneraud (tab. 4)

Fertilisation azotée	Interculture Colza/Blé	Semis blé	Travail du sol	Dose azote colza (kg N/ha)	Rendement moyen colza (q/ha)	Dose azote blé (kg N/ha)	Rendement moyen blé (q/ha)
*Raisonnée	Sol nu	Normal	Labour	183	27,8	193	97,6
Raisonnée	Repousses	Normal	Labour	192	33,4	183	96,7
Raisonnée	Repousses	Normal	Superficiel	192	30,6	183	98,8
Raisonnée	Repousses	Précoce	Labour	216	33,8	177	90,3
Renforcée	Sol nu	Normal	Labour	261	31,9	227	100,3
Renforcée	Repousses	Normal	Labour	269	29,4	217	95,5

* conduite de référence

Les rendements ont exprimés aux normes

La surfertilisation pénalise l'environnement sans aucun intérêt pour les rendements.