

Bilan de l'engrais azoté dans la pomme de terre sous différentes rotations

Adrien N'Dayegamiye¹, Judith Nyiraneza² et Anne Drapeau¹

L'intégration des engrais verts dans les rotations avec la pomme de terre est indiquée pour maintenir ou accroître rapidement la productivité des sols et augmenter l'efficacité des engrais azotés.



Au Québec, les sols cultivés en pomme de terre sont généralement sablonneux et pauvres en matière organique. Ces caractéristiques conduisent à une faible efficacité d'utilisation de l'azote, et d'importantes quantités d'engrais azotés sont nécessaires pour assurer des rendements élevés.

De bonnes cultures de rotation peuvent cependant augmenter l'efficacité des engrais azotés et les rendements, tout en réduisant les risques de pollution environnementale par les nitrates. Aussi, l'intégration d'engrais verts d'été ou d'automne dans les rotations suscite beaucoup d'intérêt, car ils peuvent valoriser l'azote résiduel après la récolte de la pomme de terre et enrichir le sol en azote au profit de la culture suivante.

Douze rotations à l'étude

Ce projet a donc comparé l'effet des cultures de rotation conventionnelles, des engrais verts d'été et des engrais verts d'automne sur le rendement et la qualité de la pomme de terre, l'efficacité d'utilisation de l'engrais azoté et les pertes de nitrates.

En 2007, 36 parcelles de pomme de terre implantées à Deschambault ont été fertilisées avec un engrais azoté marqué ¹⁵N (3,1 % atomes) à une dose de 150 kg N/ha. Puis en 2008, douze cultures différentes ont été implantées en trois répétitions. Celles-ci incluaient trois cultures de rotation conventionnelles (maïs, orge, avoine), trois engrais verts d'été (millet perlé, moutarde jaune, millet sibérien), cinq engrais verts d'automne (avoine, blé, moutarde jaune, seigle, millet sibérien) et la pomme de terre en culture continue comme témoin. La bio-

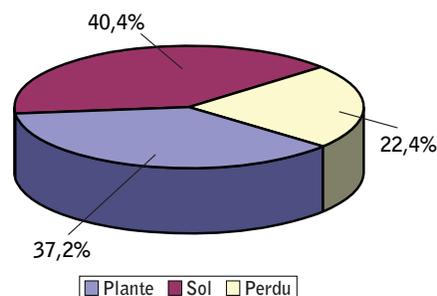


Figure 1. Répartition de l'azote marqué ¹⁵N en 2007.

masse des engrais verts et les résidus des cultures de rotation ont été incorporés au sol en 2008.

En 2009, toutes les parcelles ont de nouveau été cultivées en pomme de terre et subdivisées pour recevoir cinq doses d'engrais azoté (0, 50, 100, 150 et 200 kg N/ha). Une sixième sous-parcelle a reçu une dose de 150 kg N/ha sous forme de ¹⁵NH₄NO₃, 1 % atomes de ¹⁵N.

Avant le défanage et la récolte de la pomme de terre en 2007, des échantillons de tubercules, de tiges et de feuilles ont été récoltés à la main dans les sous-parcelles ayant reçu l'engrais marqué ¹⁵N, puis séchés et broyés afin de déterminer leurs teneurs en azote total et en ¹⁵N. Des échantillons de sols ont également été prélevés après la récolte de pomme de terre en 2007 ainsi qu'aux printemps 2008 et 2009, aux profondeurs de 0-30 cm, 30-60 cm et 60-90 cm. Les teneurs en ¹⁵N dans la plante et le sol ont été déterminées par spectrométrie de masse au laboratoire UC Davis Stable Isotope Facility, Davis, Californie.

Bilan d'azote

Le bilan de l'azote a été déterminé en mesurant l'enrichissement en ¹⁵N, provenant de

Tableau 1. Proportion de ¹⁵N (%) retrouvé dans le sol en 2009.

Traitement *	Sol printemps			Total
	0-30	30-60	60-90	
	----- (cm) -----			
Pomme de terre	16,9	9,6	2,3	28,7
Orge	31,3	11,7	4,4	47,3
Mais-grain	26,0	6,7	3,4	36,1
Avoine	33,4	8,3	1,0	42,7
Moutarde	29,2	13,8	5,3	48,3
Millet sibérien	21,6	7,2	2,1	30,8
Millet perlé	36,9	10,3	1,2	48,4
Pdt-moutarde	27,5	11,0	4,8	43,3
Pdt-blé	32,8	10,7	1,5	45,0
Pdt-seigle	19,4	5,5	3,1	27,9
Pdt-avoine	27,4	7,1	0,9	35,3
Pdt-millet sibérien	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Moyenne	27,5	9,3	2,7	39,4

l'engrais marqué, dans la plante et dans le profil de sol (0-90 cm).

En 2007, les coefficients réels d'utilisation d'azote (^{15}N) par la pomme de terre étaient de 37,2 %, l'azote restant dans le sol (0-90 cm) à l'automne était de 40,4 % et les pertes étaient de 22,4 % (figure 1).

Au printemps 2008, 43 % de l'azote ^{15}N appliqué se retrouvait dans le profil de sol (0-90 cm). Cette proportion demeurerait élevée au printemps 2009, soit 39 % en moyenne (tableau 1). Environ 70 % de cet azote ^{15}N retrouvé dans le profil de sol (0-90 cm) se trouvait dans la couche arable (0-30 cm).

Les cultures de rotation et les engrais verts ont utilisé seulement entre 0,37 % et 2,7 % de cet azote résiduel. Les résultats indiquent que même si les cultures de rotation et les engrais verts ont utilisé une faible partie de l'engrais azoté ^{15}N , elles ont toutefois aidé à réduire les pertes d'azote, probablement préservé sous forme organique dans leur biomasse aérienne et racinaire. En effet, les quantités d'azote du sol prélevées par les engrais verts étaient importantes, variant de 52 à 95 kg N/ha, selon les espèces.

Avantages des engrais verts

En raison des pluies abondantes pendant la saison 2009, les coefficients réels d'utilisation de l'azote de l'engrais étaient faibles. Par conséquent, les doses optimales d'engrais azotés étaient élevées (tableau 2), étant parfois supérieures à la dose recommandée pour cette culture (125 à 175 kg N/ha).

Malgré cela, la plupart des cultures de rotation et des engrais verts ont augmenté significativement les coefficients réels d'utilisation de l'engrais azoté, en comparaison avec la pomme de terre en continu (tableau 2). Les cultures de rotation et les engrais verts ont aussi accru de plus de 30 % en moyenne les rendements vendables en tubercules par rapport à la pomme de terre en continu.

Les bénéfices sur la productivité du sol et l'efficacité de l'engrais azoté ont été plus importants avec les engrais verts qu'avec les cultures de rotation conventionnelles. Les effets ont été similaires entre les engrais verts d'été et d'automne.

Enfin, dans les parcelles en rotation avec le maïs-grain, les rendements en pomme de terre étaient relativement faibles malgré une dose optimale d'azote élevée. Ceci indique que le maïs-grain n'est pas une culture de rotation idéale pour la pomme de terre.

Les différents systèmes culturaux

Les cultures de rotation conventionnelles sont récoltées, générant ainsi un revenu l'année de leur culture. Leurs résidus (pailles ou tiges très lignifiées) sont enfouis au labour.

Les engrais verts d'été sont semés au printemps pour être enfouis à la floraison, généralement au mois d'août. Ils ne génèrent donc aucun revenu l'année de leur culture. Leur biomasse est jeune et abondante, mais après leur enfouissement hâtif, il reste une longue période de minéralisation automnale. Une bonne partie de l'azote contenu dans leur biomasse sera donc libérée en fin de saison et probablement perdue par lessivage des nitrates.

Les engrais verts d'automne sont implantés en août, après la récolte de variétés hâtives de pomme de terre, pour être enfouis au labour. Ainsi, ils peuvent s'insérer entre deux cultures de pomme de terre sans affecter les revenus. Ils produisent moins de biomasse que les engrais verts d'été, mais à cause de leur enfouissement tardif, ils sont essentiellement minéralisés au printemps. Presque tout l'azote mis en réserve dans leur biomasse sera donc libéré à une période correspondant avec les besoins de la culture de pomme de terre suivante.

Tableau 2. Coefficients réels d'utilisation de l'engrais ^{15}N , rendements optimaux et doses optimales (2009).

Traitement	Coefficients réels d'utilisation de N			Rendement optimal (t/ha)	Dose optimale (kg N/ha)
	Tiges	Tubercules	Total plants		
	------(%)-----				
Pomme de terre	8	24	32	31,4*	200
Orge	14	28	42	42,9*	200
Maïs-grain	7	24	31	37,2*	200
Avoine	14	22	36	45,7**	180
Moutarde	13	20	32	44,7 NS	0
Millet sibérien	7	32	39	40,0**	178
Millet perlé	12	22	34	40,5**	156
Pdt-moutarde	12	16	33	33,3 NS	0
Pdt-blé	19	23	42	44,0 NS	0
Pdt-seigle	11	28	39	42,2*	200
Pdt-avoine	14	20	34	44,6**	165
Pdt-millet sibérien	n.d.	n.d.	n.d.	---	0

* Indique un effet linéaire.

** Indique un effet quadratique.

- Cette étude a démontré que les effets bénéfiques des engrais verts n'étaient pas reliés aux quantités d'azote qu'ils apportaient au sol, mais probablement à l'amélioration de certaines propriétés du sol qui ont favorisé une meilleure croissance de la pomme de terre et une meilleure absorption de l'engrais minéral.

Pour en savoir davantage

Adrien N'Dayegamiye, agronome, Ph. D.

418 644-6845

adrien.ndaye@irda.qc.ca

Partenaires de réalisation et de financement