

Impact de l'excès d'eau selon le stade phénologique sur le rendement et l'utilisation de l'azote minéral par la pomme de terre

Carl Boivin¹, Christine Landry¹

Collaborateurs : Julie Mainguy¹, Danièle Pagé¹, Aline Germain¹, Stéphanie Tellier², Daniel Bergeron² et Serge Bouchard²

Les conditions hydriques du sol ont une influence majeure sur la rentabilité de la production de pomme de terre et sur son impact environnemental. L'excès d'eau entraîne le lessivage des nitrates, réduit l'efficacité d'utilisation de l'azote par la pomme de terre et diminue les rendements vendables. Lors de ce projet, l'impact des excès d'eau sur le rendement vendable a varié selon le stade de développement de la culture, la période la plus sensible étant celle qui suit la floraison.

Un projet de deux ans en culture de pomme de terre (cv. Goldrush) a été implanté en 2007 au Centre de recherche de Deschambault. Ce projet visait à démontrer l'importance d'un suivi quantitatif du statut hydrique du sol tout au long de la saison et de son implication dans le cadre d'une gestion raisonnée de l'irrigation. Sachant que les besoins en eau et la sensibilité au stress hydrique des plants évoluent avec leur développement, l'essai vérifiait aussi l'impact du régime hydrique selon le stade phénologique sur le rendement et la qualité des tubercules, et l'efficacité d'utilisation de l'azote (N) des engrais par la culture. Le dispositif complètement aléatoire comprenait des parcelles témoins sans fertilisation azotée (N₀), comparées à des parcelles fertilisées en azote (150 kg N/ha en deux applications fractionnées). La tension de l'eau dans le sol était mesurée en continu dans chaque parcelle à l'aide de tensiomètres.

L'étude a bénéficié de deux saisons aux régimes hydriques contrastés. La répartition des apports d'eau de pluie a été presque idéale en 2007, tandis que l'été 2008 a présenté plusieurs périodes successives de précipitations qui ont amené des excès d'eau tout au long de la saison. Cette situation est similaire à ce qui résulterait d'une régulation surestimant les besoins en eau.

Rendement et nutrition des plants

Les conditions favorables de 2007 ont confirmé que le site permettait une forte réponse de la culture aux engrais azotés, tel qu'indiqué par l'écart de 22,8 T/ha entre les rendements totaux des parcelles N₀ et de celles recevant de l'azote (figure 1). L'importante baisse du rendement vendable observée en 2008 dans les parcelles fertilisées (30,7 T/ha en 2007 vs 21,8 T/ha en 2008) et la hausse du taux de tubercules non vendables (diamètre

< 47 mm ou > 117 mm) résultait donc d'une restriction du potentiel de production.

L'évaluation du statut nutritionnel des plants a révélé que cette perte de rendement est liée en partie à un taux d'utilisation moindre de l'azote des engrais résultant d'un prélè-

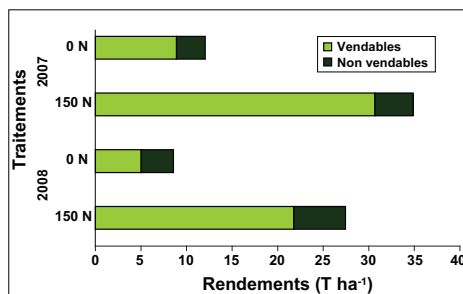


Figure 1. Rendements vendables, non vendables et totaux mesurés selon la fertilisation azotée en 2007 et 2008.

vement réduit en azote par les plants. En fait, les conditions hydriques influencent l'utilisation de l'azote des engrais de deux façons : en influant directement sur la croissance des plants, et en modifiant la dissolution et le mouvement des composés azotés dans le sol. Ainsi, bien qu'au cours des deux



années les plants fertilisés présentaient un meilleur statut nutritionnel que les plants N₀, le gain a été beaucoup plus grand en 2007. Les contenus en N_{total} de la 4^e feuille mature y étaient de 62 % et 47 % plus élevés que ceux des plants N₀ aux stades initiation des tubercules et pleine floraison, respectivement. En 2008, ces différences n'étaient que de 42 % et 32 %, respectivement.

La mesure des prélèvements totaux en N permet de calculer le coefficient d'utilisation apparente (CUA) de l'azote des engrais. Les CUA obtenus confirment que les conditions hydriques défavorables de 2008 ont réduit l'utilisation de l'azote des engrais et, par conséquent, les bénéfices pouvant en être

Tableau 1. Impact de la fertilisation N sur le bilan azoté de la culture de la pomme de terre pour les saisons 2007 et 2008 au site de Deschambault.

Fertilisation apportée (kg/ha)	Prélèvements en N			Bilan plant	CUA %
	Fanes (kg/ha)	Tubercules (kg/ha)	Totale (kg/ha)		
2007	0	10	29	- 39	
	150	32	108	9	68
2008	0	6	25	- 32	
	150	19	92	39	52

La détermination du coefficient d'utilisation apparente (CUA) de l'azote

$$\text{CUA (\%)} = \frac{(\text{Prélèvement N plants fertilisés} - \text{Prélèvement N plants témoins}) N_0 \times 100}{\text{Dose de N dans l'engrais testé}}$$

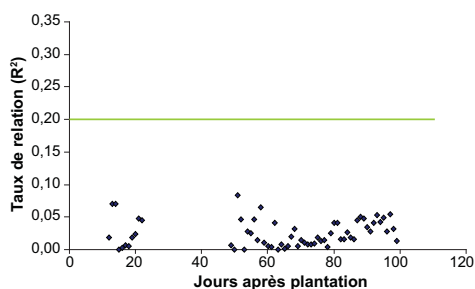


Figure 2. Progression dans le temps du taux de relation entre la tension de l'eau dans le sol et le rendement en tubercules vendables en 2007.

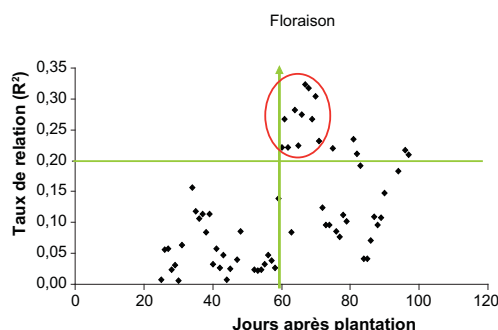


Figure 3. Progression dans le temps du taux de relation entre la tension de l'eau dans le sol et le rendement en tubercules vendables en 2008.

tirés. Ainsi, le CUA du N est passé de 68 % en 2007, à 52 % en 2008 (tableau 1). Cela signifie que sur les 150 kg N/ha appliqués, 72 kg N/ha n'ont pas été prélevés en 2008, comparativement à 48 kg N/ha en 2007. En 2008, une part plus grande des fertilisants n'a donc pas servi à la nutrition de la culture et à la production de tubercules, mais a été perdue dans l'environnement en pollution diffuse. Ce constat est corroboré par le suivi des nitrates dans le sol (figure 4).

Le CUA de l'azote est apparu très sensible aux conditions climatiques puisque des volumes d'eau similaires ont été reçus les deux années et que seule leur répartition inadéquate en 2008 a suffi pour diminuer les bénéfices de la fertilisation. La période à laquelle se produisent les excès d'eau semble donc à considérer. De la même façon qu'un retard de croissance résultant d'une carence en nutriments survenant à certains stades critiques peut être irrécupérable par la suite, il est possible que l'impact d'un stress hydrique ait une portée différente selon le stade de développement où il survient.

Afin de situer dans le temps l'impact des conditions hydriques sur le rendement final, la tension de l'eau dans le sol enregistrée à chaque jour pour chacune des parcelles fertilisées en azote a été mise en relation avec son rendement vendable (figures 2 et 3). Pour la saison 2007, les taux de relation

(R^2) obtenus ont été inférieurs à 0,10 tout au long de la saison (figure 3), suggérant que les conditions hydriques du sol n'ont pas été un facteur limitant. Par contre, en 2008, des R^2 plus grands ont été obtenus, indiquant des relations plus fortes entre les tensions en eau dans le sol et le rendement final. Les relations les plus élevées étaient concentrées dans la période débutant à la floraison des plants de pomme de terre (figure 3). Il semble donc qu'un stress hydrique subséquent à des conditions trop humides ait un impact plus grand sur les rendements finaux s'il survient durant la période suivant la floraison.

Lessivage des nitrates

Le suivi des nitrates au travers du profil de sol (figure 4) illustre bien l'impact d'apports d'eau excessifs sur la quantité d'azote disponible aux plants de pomme de terre. En 2007, l'application d'azote à la plantation a été suivie d'une hausse marquée de la teneur en nitrates dans la couche utile de sol (0-20 cm), où les racines puisent leurs nutriments. La teneur en nitrates y était alors cinq fois plus élevée dans les sols fertilisés que dans les sols N_0 . Au contraire, à la même période en 2008, il y a eu peu de différence entre les deux sols, et les teneurs en nitrates dans

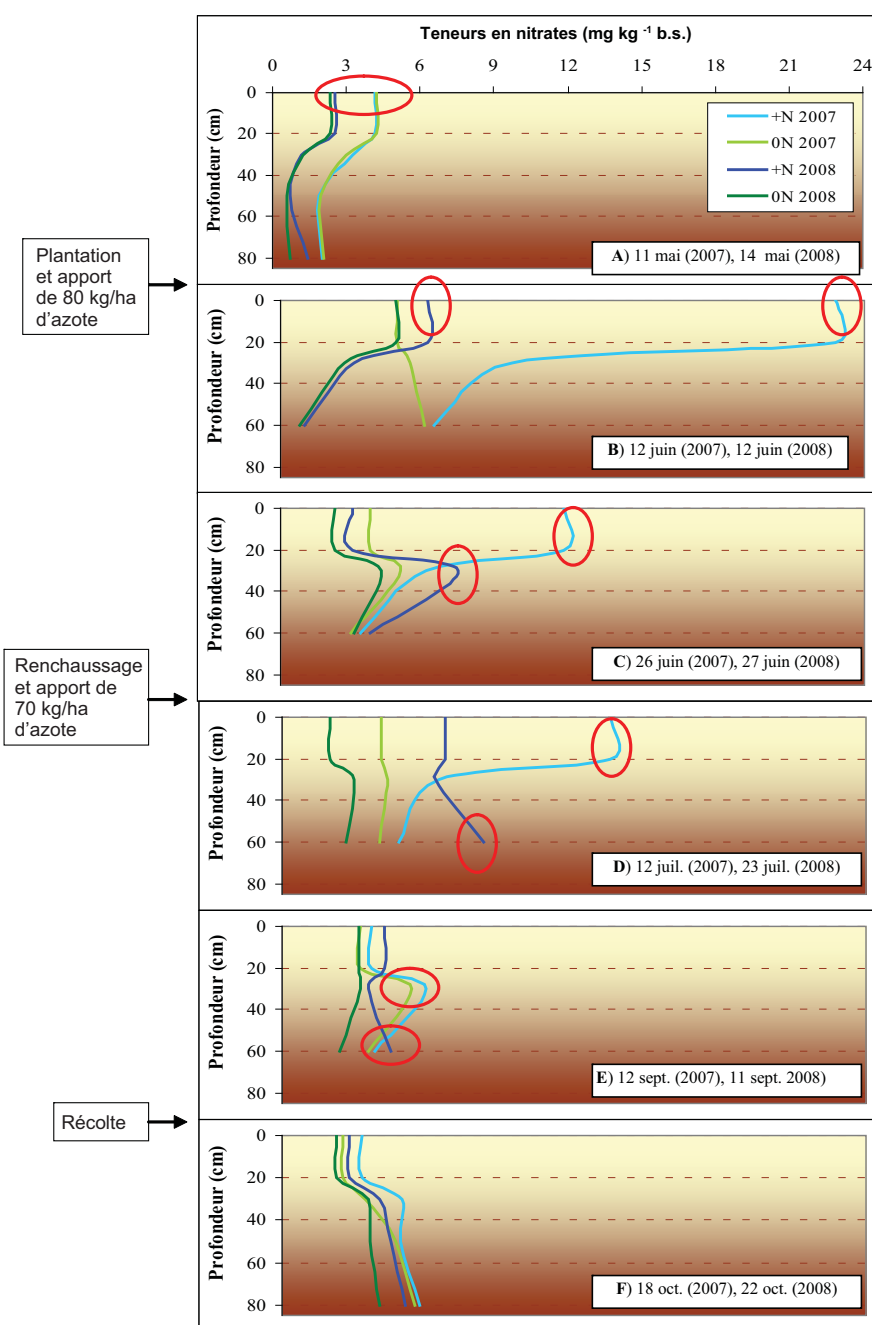


Figure 4. Dynamique des nitrates dans le profil de sol au cours des saisons 2007 et 2008.

les sols fertilisés étaient environ quatre fois moindres qu'en 2007. Ceci suggère qu'une bonne partie des nitrates appliqués au printemps de 2008 a été lessivée (figures 4A et B). Deux semaines plus tard (fin juin, figure 4C), un important front de nitrates lessivés s'observait d'ailleurs en 2008 dans la strate 20-40 cm, tandis que la disponibilité en surface avait diminué de moitié par rapport au dosage précédent. Le lessivage s'est poursuivi à la mi-juillet 2008 (figure 4D), alors que la teneur en nitrates de la couche 40-60 cm était 1,5 fois plus élevée que dans la couche 0-20 cm, malgré un 2^e apport d'azote au fractionnement. En comparaison, à la même période en 2007, les concentrations en nitrates dans la couche utile du sol fertilisé étaient encore trois fois plus grandes que dans le sol N₀, avec une diminution marquée des teneurs en nitrates en descendant dans le profil de sol.

Impact sur la rentabilité

En termes monétaires, les pertes découlant des excès d'eau de 2008 peuvent donc être considérées de 2 façons. D'une part, en tant que diminution directe des revenus par la

baisse du rendement vendable de 8,9 T/ha, soit une perte de 3 720 \$/ha (prix de 418 \$/T au 14 novembre 2008). D'autre part, en tant que hausse de la part inutilisée des engrais (+ 24 kg N/ha) et du coût non rentabilisé qui lui est rattaché de 48 \$/ha (à 2 \$/kg N), pour une perte totale en engrais azotés non utilisés de 144 \$/ha.

À l'échelle du Québec, considérant une superficie récoltée de 19 300 ha (superficiés de 2004), ceci signifierait une baisse des revenus en rendements vendables de 71,8 M \$. Une baisse du CUA telle qu'observée dans nos essais en 2008 signifierait aussi que 463 T supplémentaires d'azote payées 926 000 \$ par les producteurs québécois auraient été perdues dans l'écosystème agricole, pour une perte totale de 1 389 T d'azote valant 2,8 M\$.

Ces chiffres révèlent que des différences de CUA qui semblent a priori minces, peuvent avoir des impacts majeurs sur la rentabilité et l'impact environnemental de la production. C'est pourquoi la gestion de l'irrigation devrait être suivie de près et basée sur des critères décisionnels dont la validité est fondée afin d'optimiser l'utilisation des fertilisants.

L'eau sous tension

La tension de l'eau du sol est la force avec laquelle le sol retient l'eau, donc la force qui doit être déployée par la plante pour puiser l'eau dans le sol. Dans un sol humide, la force requise est faible, mais celle-ci augmente à mesure que le sol s'assèche. À un certain moment, la force requise peut devenir trop importante pour que la plante puisse répondre à ses besoins en eau; c'est le point de flétrissement temporaire. À partir de ce point, les besoins en eau de la plante ne sont que partiellement comblés. La plante est alors exposée à un stress hydrique, qui entraînera diverses réponses physiologiques se traduisant par une baisse de productivité.



Les tensiomètres sont des instruments capables de mesurer la tension de l'eau dans le sol de façon continue. Adaptés au contexte de production commerciale, ils permettent d'évaluer rapidement le statut hydrique du sol et d'en apprécier les variations dans le temps. Ainsi, la valeur mesurée par le tensiomètre est un critère décisionnel objectif et fiable qui sert de base à une gestion raisonnée de l'irrigation.



Partenaires de réalisation et de financement

irda
Institut de recherche
et de développement
en agroenvironnement

CDAQ
CONSEIL POUR
LE DÉVELOPPEMENT DE
L'AGRICULTURE DU QUÉBEC
financé par :
Agriculture et
Agroalimentaire Canada
Agriculture and
Agri-Food Canada
Canada

Agriculture, Pêcheries
et Alimentation
Québec

SPPTRQ

HORTAU
L'IRRIGATION SIMPLIFIÉE

**GRUPE
GOSSELIN**
FIERS DE NOS RACINES

■ Ferme Jean-Claude Prémont

Pour en savoir davantage

Carl Boivin, agr., M. Sc.
418 646-2931
carl.boivin@irda.qc.ca

**Christine Landry, agr., biologiste,
Ph. D.**
418 644-6874
christine.landry@irda.qc.ca

irda

www.irda.qc.ca