

Le pilotage raisonné de l'irrigation : pour maximiser la rentabilité et réduire l'impact environnemental

Auteurs : Carl Boivin¹, Christine Landry¹ et Luc Belzile¹

Collaborateurs : Paul Deschênes¹, Julie Mainguy¹, Danièle Pagé¹, Stéphane Nadon¹, Laurence Simard-Dupuis¹, Daniel Bergeron² et Serge Bouchard²

Au Québec, la pomme de terre se cultive principalement sur des sols sableux qui se drainent rapidement et qui ont une faible capacité de rétention en eau. Or, la pomme de terre est sensible aux stress hydriques, qu'ils soient consécutifs à un surplus ou à un déficit en eau. Par ailleurs, la pomme de terre requiert d'importants apports en azote (N) puisqu'elle est peu efficace à prélever l'azote des engrais et que les sols sableux en fournissent peu. Cette situation renforce le besoin de raisonner la gestion de l'irrigation afin de réduire le risque de lessiver l'azote chèrement payé. Pour être raisonnée, la gestion de l'irrigation doit reposer sur des mesures objectives du statut hydrique du sol et sur des critères décisionnels validés. Le pilotage tensiométrique de l'irrigation répond à cet impératif. Cette méthode est basée sur la mesure de la tension de l'eau dans le sol à l'aide de tensiomètres qui indiquent la condition hydrique réelle au champ. La clé consiste à déterminer un seuil optimal de déclenchement de l'irrigation, ainsi que sa durée. Le seuil de déclenchement est un certain degré d'assèchement du sol, exprimé en pourcentage restant de la réserve en eau utile du sol (RU). À ce seuil correspond une valeur de tension qui diffère d'un sol à l'autre, car elle dépend de propriétés physiques spécifiques à chaque sol. La RU a été calculée en soustrayant la valeur de la teneur en eau à la capacité au champ (5 kPa) à celle au point de flétrissement permanent (1500 kPa). La mesure de ces propriétés est donc une étape préalable essentielle. Lorsque ces balises sont précisées, le pilotage tensiométrique peut être appliqué aisément en conditions de production commerciale.

Modes d'irrigation et fertilisation azotée à l'essai

Un projet de deux ans a été conduit en 2009 et 2010 au Centre de recherche de Deschambault de l'IRDA afin d'étudier l'effet de différentes consignes de déclenchement de l'irrigation sur le coefficient d'utilisation apparente (CUA) de l'azote des engrais par la pomme de terre et la perte de nitrates par lessivage. Des parcelles des cultivars Norland et Russet Burbank ont été soumises aux traitements suivants qui étaient répétés 4 fois :

- Témoin non irrigué et non fertilisé en N (I_0-N_0);
- Témoin irrigué et non fertilisé en N – irrigation déclenchée à 65 % de la RU ($I_{65\%}-N_0$);
- Témoin non irrigué et fertilisé en N (I_0-N);
- Irrigué et fertilisé en N – irrigation déclenchée à 50 % de la RU ($I_{50\%}-N$);
- Irrigué et fertilisé en N – irrigation déclenchée à 65 % de la RU ($I_{65\%}-N$).

Les propriétés physiques du sol ont été analysées avant le début des essais afin de déterminer les tensions qui correspondent aux seuils de déclenchement de l'irrigation et les volumes d'eau à apporter de façon à ramener le sol à la capacité au champ. Pour les 30 premiers centimètres de sol (loam sableux, 2,1 % de matières organiques), la RU équivaut à 94 mm d'eau. Conséquemment, lorsque le seuil de 65 % de la RU est atteint, cela indique que 33 mm d'eau ont été utilisés par la plante ou perdus par évaporation. Chacune des parcelles était munie d'un tensiomètre et d'un système d'irrigation contrôlé

individuellement (figure 1). Ainsi, une parcelle était irriguée dès que la tension de l'eau dans le sol atteignait le seuil prescrit. Par ailleurs, chaque parcelle a aussi été équipée d'un lysimètre afin de mesurer les nitrates lessivés sous les 60 premiers centimètres de sol. Le CUA a été calculé en comparant l'azote prélevé par la culture dans les parcelles fertilisées en azote, en comparaison de celles non fertilisées en azote, la différence étant ramenée sur la quantité d'azote apporté dans les parcelles fertilisées. Les différents CUA étaient ensuite comparés à celui du traitement étalon (I_0-N) afin de calculer l'efficacité fertilisante (CE) obtenue selon les diverses régies d'irrigation.



Figure 1. Disposition des tensiomètres, des lysimètres et du système d'irrigation par aspersion.

Nombre d'épisodes d'irrigation

Près de 87 % des épisodes d'irrigation ont été réalisés en 2010, l'été 2009 ayant été davantage pluvieux. Un peu plus de 60 % des épisodes d'irrigation de 2010 ont été effectués durant la première moitié de la saison. Les parcelles du cultivar Russet Burbank ont nécessité plus d'épisodes d'irrigation que celle de Norland et ce, dans une proportion 60-40 pour les deux saisons (tableau 1). Ce constat s'explique en partie par la saison de croissance plus étendue de la Russet Burbank.

Tableau 1. Nombre moyen d'épisodes d'irrigation selon la dose d'apport d'engrais azoté et la régie d'irrigation, en 2009 et 2010.

| Traitement | Norland | | Russet Burbank | |
|------------------|---------|------|----------------|------|
| | 2009 | 2010 | 2009 | 2010 |
| $I_{65\%} - N_0$ | 1,8 | 11,8 | 3,8 | 20,0 |
| $I_{50\%} - N$ | 0,5 | 2,3 | 1,3 | 3,8 |
| $I_{65\%} - N$ | 2,3 | 19,0 | 1,8 | 18,3 |

Excès d'eau : perte d'azote et baisse de rendement

La consigne de déclenchement de l'irrigation la plus hâtive (65 % de la RU) a favorisé le lessivage des nitrates au détriment de la nutrition en azote des plants. En effet, à la floraison en 2010, les plants fertilisés en azote et irrigués à 65 % de la RU ($I_{65\%}\text{-N}$) avaient un statut nutritionnel azoté (N foliaire) inférieur à celui des plants non irrigués ($I_0\text{-N}$) et des plants irrigués à 50 % de la RU ($I_{50\%}\text{-N}$) et ce, pour les deux cultivars. De plus, la teneur en nitrates dans la couche arable des parcelles $I_{65\%}\text{-N}$ était plus faible, tandis que celle de l'eau lessivée était plus élevée. Les prélèvements en azote des plants étaient également inférieurs pour ce traitement, d'où un plus faible CUA de l'azote de l'engrais. À l'opposé, les plants fertilisés en azote et irrigués à 50 % de la RU ($I_{50\%}\text{-N}$) avaient de meilleurs CUA de l'azote de l'engrais et tendaient à être les plus développés.

En 2009, l'irrigation n'a pas eu d'effet significatif sur le rendement commercialisable des plants fertilisés en azote (figures 2A et 3A). Ce constat est conséquent au nombre limité d'épisodes d'irrigation et à leur concentration en fin de saison. Néanmoins, le rendement commercialisable des plants de Russet Burbank irrigués à 50 % de la RU ($I_{50\%}\text{-N}$) tendait à être plus élevé que celui des plants non irrigués ($I_0\text{-N}$). De plus, le CUA final de l'azote de l'engrais des plants $I_{50\%}\text{-N}$ était supérieur, avec 23 kg de N ha^{-1} de plus de prélevés (tableau 2).

En 2010, pour le cultivar Norland, le rendement commercialisable des plants fertilisés et irrigués à 65 % de la RU ($I_{65\%}\text{-N}$) était de 4,0 t ha^{-1} inférieur à celui des plants non irrigués ($I_0\text{-N}$) ou irrigués à 50 % de la RU ($I_{50\%}\text{-N}$) (figure 2B). Pour le cultivar Russet Burbank, le rendement commercialisable des plants irrigués à 50 % de la RU ($I_{50\%}\text{-N}$) était de 4,6 t ha^{-1} supérieur à celui des plants non irrigués ($I_0\text{-N}$) (figure 3B). Ce gain de rendement est d'autant plus positif que pour les deux cultivars, l'irrigation à 50 % de la RU n'a pas entraîné de baisse du CUA final de l'azote de l'engrais, ni de hausses des teneurs en nitrates des eaux lessivées, comparativement au traitement $I_0\text{-N}$ (tableau 2)

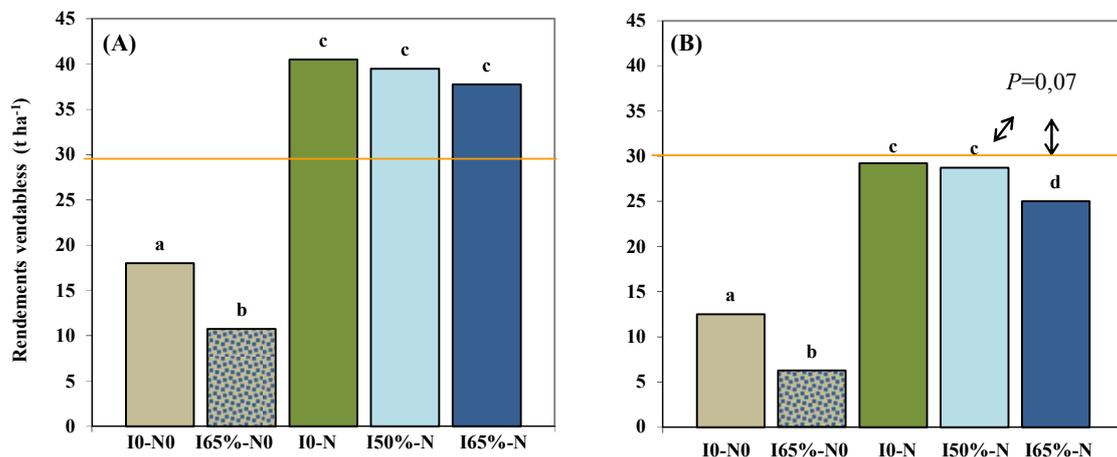


Figure 2. Rendements commercialisables en pommes de terre pour la Norland en 2009 (A) et 2010 (B) selon la dose d'apport d'engrais azoté et la régie d'irrigation. Les colonnes ne portant pas la même lettre sont statistiquement différentes au seuil de $P < 0,05$ à moins d'indication contraire. La ligne jaune indique le rendement moyen provincial.

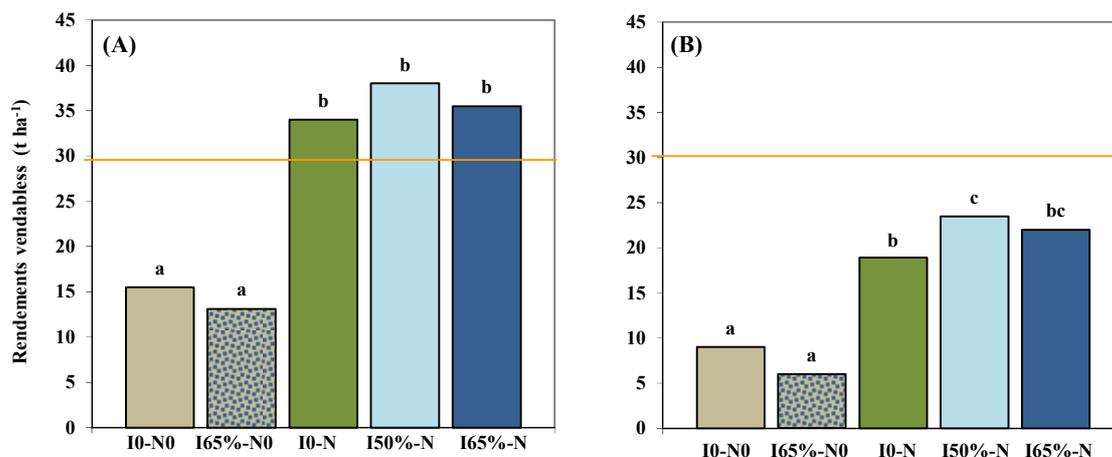


Figure 3. Rendements commercialisables en pommes de terre pour la Russet Burbank en 2009 (A) et 2010 (B) selon la dose d'apport d'engrais azoté et la régie d'irrigation. Les colonnes ne portant pas la même lettre sont statistiquement différentes au seuil de $P < 0,05$ à moins d'indication contraire. La ligne jaune indique le rendement moyen provincial.

Tableau 2. Prélèvements et utilisation globale du N des engrais par la culture selon la dose d'apport d'engrais azoté et la régie d'irrigation.

| Cultivar | Année | Irrigation (% RU) | Fertilisation (kg N ha ⁻¹) | Prélèvements (kg N ha ⁻¹) | | | CUA [§] (%) | CE [§] Irr./non irr. |
|----------------|-------|----------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------|------------|-------------------|-------------------------|----------------------------------|
| | | | | Plants | Tubercules | Total | | |
| Norland | 2009 | Aucune | 0 | 11 | 41 | 52 ^{a†} | | |
| | | 65 | 0 | 7 | 26 | 33 ^a | | |
| | | Aucune | 150 | 29 | 122 | 151 ^b | 66 | |
| | | 50 | 150 | 25 | 121 | 146 ^b | 63 | 95 |
| | | 65 | 150 | 30 | 112 | 142 ^b | 60 | 91 |
| | 2010 | Aucune | 0 | 11 | 38 | 49 ^a | | |
| | | 65 | 0 | 10 | 20 | 30 ^{b‡} | | |
| | | Aucune | 150 | 41 | 112 | 153 ^c | 69 | |
| | | 50 | 150 | 36 | 110 | 146 ^c | 65 | 94 |
| | | 65 | 150 | 41 | 74 | 116 ^d | 45 | 64 |
| Russet Burbank | 2009 | Aucune | 0 | 13 | 53 | 66 ^a | | |
| | | 65 | 0 | 14 | 56 | 70 ^a | | |
| | | Aucune | 150 | 28 | 125 | 153 ^b | 58 | |
| | | 50 | 150 | 45 | 131 | 176 ^c | 73 | 126 |
| | | 65 | 150 | 25 | 124 | 149 ^b | 55 | 95 |
| | 2010 | Aucune | 0 | 13 | 46 | 58 ^a | | |
| | | 65 | 0 | 9 | 29 | 38 ^b | | |
| | | Aucune | 200 | 41 | 117 | 156 ^c | 49 | |
| | | 50 | 200 | 39 | 121 | 159 ^c | 50 | 103 |
| | | 65 | 200 | 29 | 107 | 136 ^{d‡} | 39 | 79 |

[†] Les valeurs ne portant pas la même lettre sont statistiquement différentes au seuil de $P < 0,05$, sauf indication contraire.

[‡] Les traitements I_{65%-N₀} (Norland) et I_{65%-N} (Russet Burbank) sont différents à $P = 0,06$ du traitement I_{0-N}, mais à $P < 0,001$ des autres traitements.

[§] CUA : coefficient d'utilisation apparente. CE : coefficient d'efficacité.

Analyse économique

L'analyse économique des traitements fertilisés en azote démontre que les profits n'ont pas augmenté avec l'irrigation pour la Norland. Par contre, pour la Russet Burbank, ils ont augmenté de 12 et 23 % en 2009 et 2010, respectivement, pour la consigne à 50 % de la RU, alors que la consigne d'irrigation à 65 % de la RU a entraîné une baisse des profits pour les deux saisons (figure 4).

Les bénéfices économiques de l'irrigation sont donc compatibles avec les gains environnementaux lorsque la gestion de l'irrigation est raisonnée, ce qui est d'autant plus important que l'irrigation donne des résultats différents selon les cultivars et les saisons.

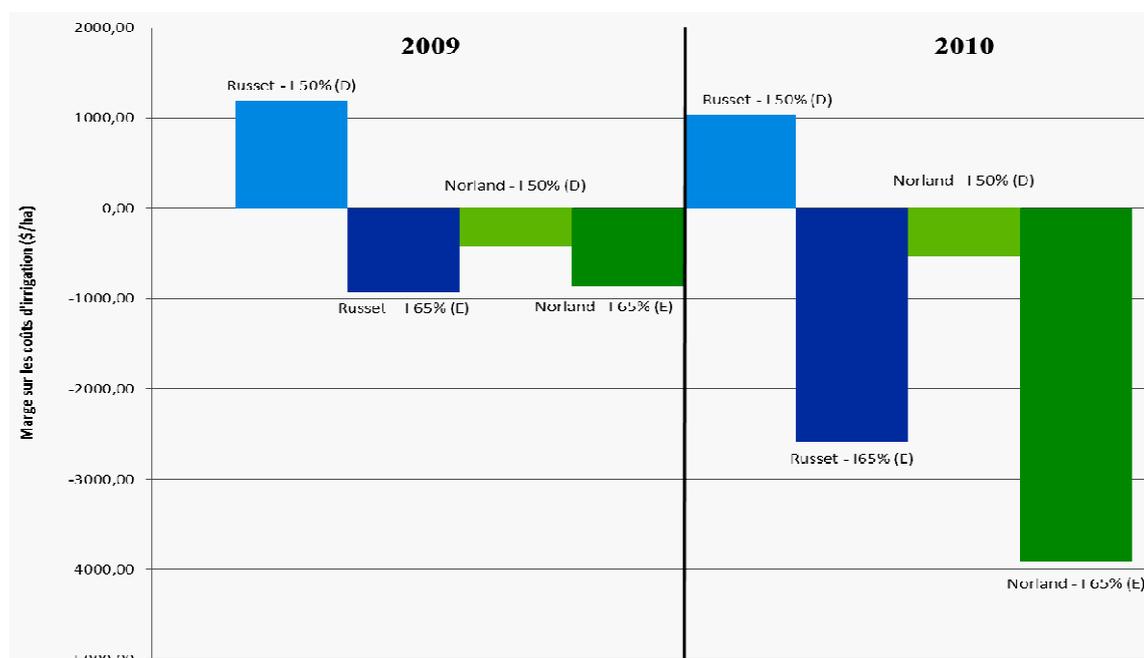


Figure 4. Profit à la marge de l'irrigation de la pomme de terre.

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