



# UTILISATION DE DONNÉES SUR LE SOL ET L'EAU SOUTERRAINE POUR ÉLABORER DES STRATÉGIES D'ADAPTATION À LA SÉCHERESSE

---

GARY PARKIN, UNIVERSITÉ DE GUELPH

*Recherche effectuée de 2013 à 2014, Rapport publié en mars 2016*



Réseau  
canadien  
de l'eau



# UTILISATION DE DONNÉES SUR LE SOL ET L'EAU SOUTERRAINE POUR ÉLABORER DES STRATÉGIES D'ADAPTATION À LA SÉCHERESSE

GARY PARKIN, UNIVERSITÉ DE GUELPH  
*Recherche effectuée de 2013 à 2014*

## POURQUOI AVONS-NOUS RÉALISÉ CETTE RECHERCHE?

Même dans un pays riche en eau comme le Canada, la sécheresse peut avoir de graves conséquences sur les approvisionnements en eau potable, les écosystèmes naturels et les cultures agricoles. En 2012, la majeure partie du sud de l'Ontario a reçu beaucoup moins de précipitations qu'habituellement, ce qui a causé une baisse importante de la production agricole<sup>1</sup>. De longues périodes de sécheresse peuvent entraîner des diminutions considérables du rendement (jusqu'à 75 %), selon le stade de développement du maïs au moment de la sécheresse<sup>1-2</sup>.

Pendant la saison de croissance, la sécheresse peut affecter considérablement le rendement des cultures et avoir des répercussions économiques subséquentes, surtout pour les grandes cultures qui ne sont pas irriguées, comme les cultures fourragères, le blé, le soja et le maïs. Les agriculteurs cherchent continuellement de meilleurs systèmes de gestion permettant d'atténuer la gravité et la variabilité des effets de la sécheresse.

Une des approches est d'adopter un système de gestion qui conserve l'humidité du sol pendant la saison de croissance. Dans certaines régions, on a recommandé la culture sans labour pour conserver l'humidité, mais les données scientifiques sont insuffisantes pour appuyer pleinement cette recommandation, surtout dans les divers contextes de rotations de cultures.

Les chercheurs se sont penchés sur des données de recherches antérieures axées sur la mesure et la modélisation des bilans hydriques du sol<sup>4-5-6-7</sup>. Ils ont utilisé les données de terrain de ces études pour évaluer les conditions climatiques et l'état du sol dans des systèmes de gestion avec et sans labour dans le sud de l'Ontario de 2001 à 2010.

En plus d'analyser les données de terrain, les chercheurs ont utilisé le modèle informatique DRAINMOD pour générer des bilans hydriques du sol sur une période de 48 années<sup>8</sup>. Puisque les données de terrain sont rarement disponibles pour de longues périodes, la modélisation sert habituellement à compléter les données de terrain. Le modèle DRAINMOD a donc été utilisé pour examiner la fréquence des conditions de sécheresse et leurs incidences sur l'humidité du sol et sur le rendement du maïs dans le sud de l'Ontario de 1954 à 2001.

### DOMMAGES CAUSÉS PAR LA SÉCHERESSE EN 2012 EN ONTARIO

- De mai à août 2012, la majeure partie du sud de l'Ontario a reçu moins de 40 % des précipitations habituelles.
- Il a fallu transporter de l'Ouest canadien le foin destiné à nourrir le bétail en Ontario.
- Le secteur de l'élevage a reçu plus de 40 millions de dollars pour faire face aux problèmes engendrés par la sécheresse.

Source : OMAFRA<sup>3</sup>



## COMMENT CETTE RECHERCHE A-T-ELLE ÉTÉ RÉALISÉE?

### ÉTUDE SUR LE TERRAIN - BILANS HYDRIQUES DES SYSTÈMES AVEC ET SANS LABOUR

Pour comparer les bilans hydriques des systèmes avec et sans labours, les chercheurs ont installé des capteurs dans des parcelles situées à la station de recherche Elora de l'Université de Guelph<sup>7</sup>. Le sol à cet endroit est un loam de Guelph constitué de 36 % de sable, 49 % de limon et 15 % d'argile, avec un pH est de 7,5 et un contenu en matière organique de 4,4 %. Chaque heure, pendant 10 ans, les capteurs placés entre la surface du sol une profondeur de 1 mètre (représentés dans le schéma de la figure 1) ont mesuré automatiquement le contenu en humidité du sol. Chaque parcelle comptait quatre capteurs. En 1999, deux des parcelles avaient été converties au système sans labour; les deux autres ont subi un labour d'automne annuel est un disquage printanier avant la plantation des cultures, jusqu'en 2010.

Du soja, du maïs et du blé d'hiver ont été cultivés en rotation dans ces quatre parcelles. On y a planté du trèfle rouge comme culture de couverture après la récolte du blé d'hiver et il y a eu épandage d'un engrais azoté en fonction des résultats des tests d'azote dans le sol dans les deux parcelles sans labour au moment où le maïs y était cultivé. Pour les parcelles avec labour, la quantité maximale d'azote recommandée a été appliquée au maïs, indépendamment des résultats des tests du sol. Ces modifications ont été faites aux parcelles sans labour pour qu'elles soient conformes à la pratique de gestion exemplaire concernant l'azote et que l'on puisse les comparer aux pratiques conventionnelles

Les chercheurs ont obtenu les données de précipitations de la station météorologique d'Environnement Canada située à la station de recherche Elora et les ont utilisées pour l'interprétation des mesures de l'humidité dans le sol.

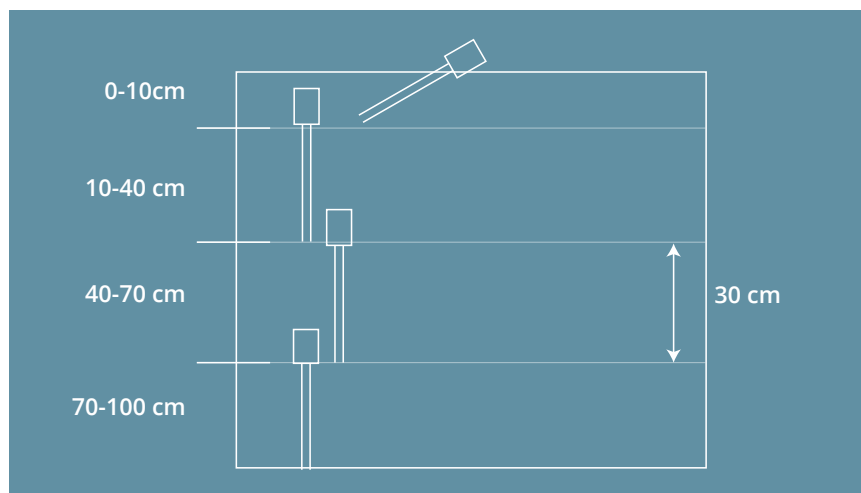


Figure 1. Schéma des capteurs d'humidité dans le sol installés entre la surface du sol et une profondeur de 100 cm

### ÉTUDE DE MODÉLISATION - EFFETS À LONG TERME DE LA SÉCHERESSE SUR LE RENDEMENT DU MAÏS

Le modèle DRAINMOD est un modèle perfectionné du bilan hydrique et de la répartition de l'azote dans le sol; il intègre les effets du drainage par canalisations souterraines et du gel et dégel du sol, lesquels sont courants dans les terres agricoles de l'Ontario. Les chercheurs ont utilisé ce modèle pour estimer le rendement du maïs et le bilan hydrique du sol de 1954 à 2001<sup>8</sup> pour la région de Guelph. Ils ont simulé dans DRAINMOD une culture de maïs chaque année ainsi que les conditions de sol locales prédominantes (loam de Guelph et sol sablonneux Pontypool). Ces deux profils de sol ont été simulés séparément avec les mêmes conditions météorologiques et de culture pour évaluer les effets de la texture du sol sur l'apparition de sécheresse et la répercussion sur le rendement du maïs (Figure 2).

Les valeurs quotidiennes de précipitations et les températures minimales et maximales de l'air ont été obtenues de la station météorologique d'Environnement Canada située à la station de recherche Elora. Le modèle DRAINMOD calcule un taux de diminution du rendement du maïs d'après le nombre de jours sans pluie pendant la saison de croissance.

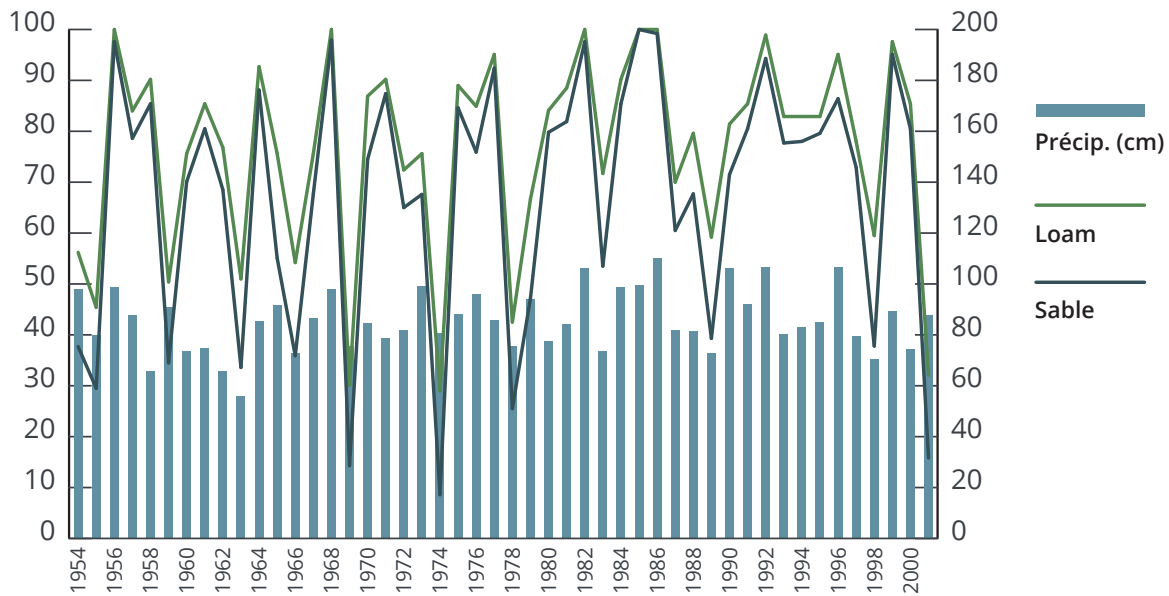


Figure 2. Comparaison du rendement relatif du maïs estimé par DRAINMO dans des sols limoneux et sableux dans la région de Guelph de 1954 à 2001.

## QUELS ONT ÉTÉ LES RÉSULTATS?

### ÉTUDE SUR LE TERRAIN - BILANS HYDRIQUES DES SYSTÈMES AVEC ET SANS LABOUR

Pendant 10 ans, le sol des parcelles sans labour contenait en moyenne plus d'humidité que les parcelles labourées (Figure 3). Pendant l'été, la capacité moyenne de stockage d'humidité était plus importante dans les parcelles sans labour (21 mm) que dans le sol labouré, pour chaque couche de sol sauf pour l'horizon de 40 cm à 70 cm de profondeur. Là, le stockage dans le sol labouré était supérieur d'environ 8 mm à celui du sol non labouré.

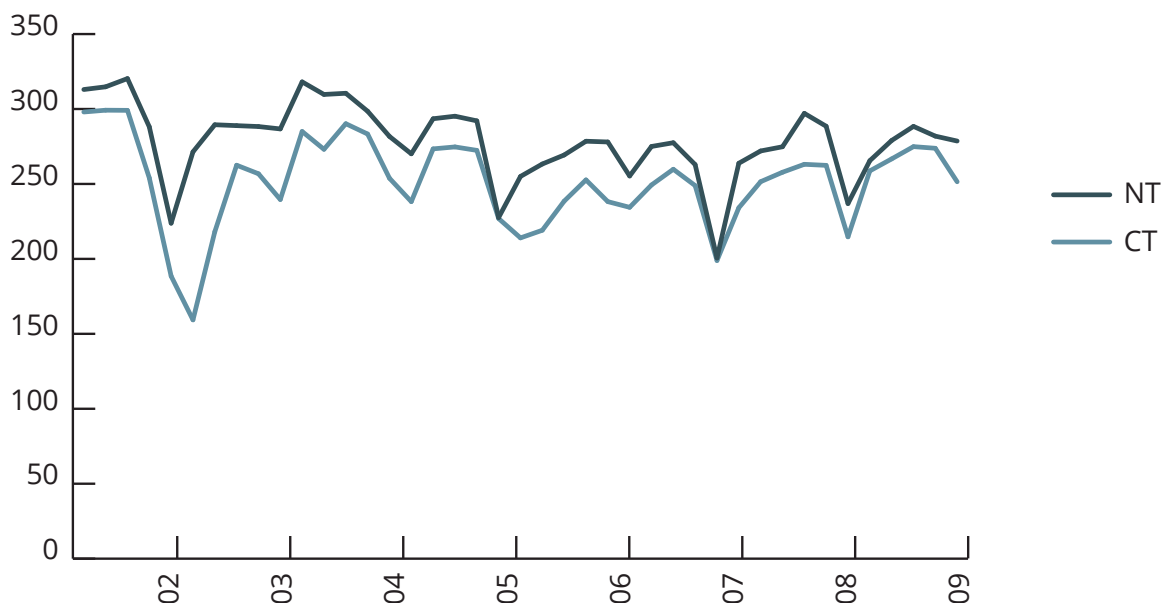


Figure 3. A comparison of soil moisture storage in no-tillage (NT) and conventionally-tilled (CT) plots over the growing seasons of 2002 (February) to 2009 (September).



La capacité du système sans labour à conserver l'humidité dans le sol serait liée à la quantité excédentaire de résidus de culture laissés à la surface du sol et à l'absence de perturbation du sol. Le travail du sol crée un système plus poreux et plus ouvert, ce qui permet une plus grande évaporation. Il se peut que de nombreux terriers stables de vers de terre se trouvent dans l'horizon de 40 à 70 cm de profondeur des sols non labourés et qu'ils causent un drainage plus important, menant à une moins grande rétention d'eau.

En 2007, il y a eu des conditions de sécheresse pendant la majeure partie de la saison de croissance (de juin à septembre), avec de précipitations de 193 mm enregistrées à la station de recherche Elora comparativement aux précipitations normales de 261 mm. Les taux d'humidité dans le sol sont demeurés supérieurs dans les parcelles sans labour pendant cette saison de croissance, ce qui a pu y accroître le développement végétal comparativement aux parcelles labourées

193 mm of recorded rainfall at the Elora Research Station, vs. the long-term normal of 261 mm. Soil moisture levels remained greater in the no-tillage plots during this growing season, which may have enhanced plant development in comparison to the tilled plots.

### ÉTUDE DE MODÉLISATION - EFFETS À LONG TERME DE LA SÉCHERESSE SUR LE RENDEMENT DU MAÏS

Le modèle DRAINMOD a estimé une réduction du rendement du maïs en conditions de sécheresse dans les deux types de sol. Cependant, l'effet de la sécheresse est constamment plus important dans le sol sablonneux, puisqu'il s'agit d'un sol mieux drainé et donc sujet à des conditions plus sèches. Sur une période de 48 ans, il y a eu réduction moyenne du rendement du maïs de 24 % dans le loam et de 33 % dans le sol sablonneux. Selon le modèle, c'est en 1974 que la sécheresse a eu le plus d'incidence sur le rendement estimé du maïs. Cette année-là, les précipitations combinées de juillet et août étaient de seulement 43 mm, comparativement à la valeur historique d'environ 150 mm pour ces deux mois dans la région de Guelph.



## QUELLES SONT LES INCIDENCES POUR LES AGRICULTEURS?

Les effets de la sécheresse sur l'humidité du sol et le rendement des cultures sont utiles pour tous les intervenants du secteur agricole, qu'il s'agisse des agriculteurs, des organisations d'agriculteurs, des agronomes professionnels et du personnel du ministère de l'Agriculture. Les résultats de la présente étude indiquent qu'un système sans labour permet généralement de conserver plus d'humidité dans le sol qu'un système avec labour. Cependant, un horizon du sol situé dans la zone racinaire de nombreuses cultures peut en fait être légèrement plus sec dans des conditions sans labour.

Il n'est pas simple de répondre à la question de savoir si la conservation de l'humidité pendant une période de sécheresse donne toujours lieu à un rendement agricole supérieur. D'autres recherches seront nécessaires. Le protocole expérimental original n'avait pas été conçu pour constituer une comparaison directe des pratiques avec et sans labour, et d'autres différences entre les deux systèmes (concernant la culture de couverture et les abonnements d'azote) peuvent aussi avoir eu une incidence sur le rendement. Les recherches à venir devraient évaluer quels sont les effets du système entier (travail du sol, rotations de cultures, cultures de couverture et doses d'engrais) sur la conservation de l'eau dans le sol.

L'utilisation du modèle DRAINMOD pour évaluer l'effet de la sécheresse a fourni plusieurs résultats d'intérêt pour le milieu agricole. Le modèle a démontré qu'en 48 années de rendements estimés pour le maïs, à cause de la sécheresse, le rendement potentiel de 90 % ou plus n'a été atteint que pour 13 années pour le maïs cultivé dans des sols limoneux et pour 8 années pour le maïs cultivé dans des sols sablonneux. La sécheresse a eu un certain impact pendant la majorité de ces années, ce qui indique qu'il est nécessaire d'avoir des mesures pour conserver l'humidité du sol et d'autres stratégies d'adaptation à la sécheresse. À l'avenir, il pourrait s'avérer plus important encore de déterminer des pratiques exemplaires pour conserver l'humidité du sol, puisque la hausse des températures due aux changements climatiques pourrait accroître l'évaporation et diminuer encore plus l'humidité disponible dans le sol.

**POUR JOINDRE LE CHERCHEUR, PRIÈRE DE LE FAIRE PAR COURRIEL À  
RESEARCHSPOTLIGHT@CWN-RCE.CA. CONSULTEZ NOTRE RÉPERTOIRE DE PROJETS À CWN-RCE.CA**

### ÉQUIPE DE RECHERCHE

GARY PARKIN, Université de Guelph  
DAVID RUDOLPH, Université de Waterloo

GLORIA SUAREZ, Université de Waterloo  
PETER VON BERTOLDI, Université de Guelph

BRONWYNNE WILTON, Université de Guelph

### PARTENAIRES

ASSOCIATION POUR L'AMÉLIORATION DES SOLS ET  
DES RÉCOLTES DE L'ONTARIO

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DE L'ALIMENTATION  
ET DES AFFAIRES RURALES DE L'ONTARIO

### RÉFÉRENCES

<sup>1</sup> HASHAM, ALYSHAH. « Ontario's corn crop withers under drought », Toronto Star 20, publication Web de juillet 2012.

<sup>2</sup> MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DE L'ALIMENTATION ET DES AFFAIRES RURALES DE L'ONTARIO. Conséquence possibles du temps sec sur le maïs. 13 juillet 2012. Publication Web.

<sup>3</sup> MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DE L'ALIMENTATION ET DES AFFAIRES RURALES DE L'ONTARIO. 2012 Ontario Dry Weather Damage: Summary of AgriRecovery Assessment, publication Web du 3 juin 2015. (n.d. en français).

<sup>4</sup> POUR EN APPRENDRE DAVANTAGE SUR LE BILAN HYDRIQUE, consulter : <https://dspace.lib.uoguelph.ca/xmlui/handle/10214/2180>

<sup>5</sup> PARKIN, G.W., C. WAGNER-RIDDLE, D.J. FALLOW ET D.M. BROWN (1999). « Estimated Seasonal and Annual Water Surplus in Ontario », Canadian Water Resources Journal, vol. 24, p. 277-292.

<sup>6</sup> FALLOW, D.J., D.M. BROWN, J.D. LAUZON ET G. PARKIN (2007). « Variation in risk of environmental contamination of manure/nutrient application during winter conditions across Ontario », Journal of Environmental Quality, vol. 36, p. 31-43.

<sup>7</sup> MCCOY, A.J., G. PARKIN, C. WAGNER-RIDDLE, WARLAND, J. LAUZON, P. VON BERTOLDI, D. FALLOW ET S. JAYASUNDARA (2006). « Using automated soil water content and temperature measurement systems to estimate soil water budgets », Canadian Journal of Soil Science, vol. 86, no 1, p. 47-56.

<sup>8</sup> D. MURRAY BROWN, HUMAIRA DADFAR, DAVID J. FALLOW, ROBERT J. GORDON, JOHN D. LAUZON ET GARY W. PARKIN, « Temporal and Spatial Variability of Water Surplus in Ontario, Canada », ISRN Soil Science, vol. 2013, Article ID 362895, 7 p. <http://www.hindawi.com/journals/isrn/2013/362895/abs/>