

Retour d'expérience

Quel potentiel d'économie d'eau pour les stratégies d'irrigation des paysages de moraines du land de Brandebourg, en Allemagne ?

Les sols morainiques du land de Brandebourg présentent une forte hétérogénéité pédologique liée aux apports fluctuants de sédiments glaciaires et fluvio-glaciaires au cours du temps. De par leur nature sableuse, l'exploitation agricole et horticole de ces sols nécessite une irrigation soutenue dans un contexte d'accès aux ressources en eau de plus en plus restreint. Dans cet article, les auteurs font un point critique des différentes stratégies d'économie d'eau en irrigation menées au cours des dernières années, avec pour certaines expériences innovantes des résultats plus ou moins concluants liés notamment aux épisodes de sécheresses récurrents de 2018 et 2019.

Dans le land de Brandebourg, situé à l'est de l'Allemagne, un bilan hydrique climatique négatif durant la période de végétation se surajoute à la texture sablonneuse de la plupart des sols. Un nombre croissant d'exploitants agricoles investissent donc dans de nouvelles infrastructures d'irrigation ou réhabilitent d'anciennes infrastructures, construites sous l'ex-République démocratique allemande (RDA). À ce jour, environ deux pour cent de terres arables du land sont irriguées principalement pour la production de pommes de terre, de légumes de plein champ, de maïs, de blé d'hiver et d'autres céréales. Comme dans les autres lands d'Allemagne, réaliser des économies d'eau en irrigation s'avère de plus en plus important, notamment en raison de l'augmentation de la demande globale en eau de l'agriculture et de l'horticulture et de l'approvisionnement limité ou localement en baisse des nappes phréatiques.

En 2016, nous avons lancé un Partenariat européen d'innovation (PEI) avec l'objectif de développer une solution simple pour piloter une irrigation durable et de précision. Dans l'exploitation d'un de nos partenaires, nous avons alors sélectionné un champ d'environ 30 ha, irrigué par un pivot central. Pour le projet, nous avons pourvu deux travées de la machine d'un système d'irrigation à débit variable qui consiste en des vannes pour réguler la pression de l'eau dans chaque asperseur et une unité de contrôle séparée.

L'irrigation de précision n'est utile que lorsque les conditions du site ou sa gestion varient au sein d'un même champ. Dans le land de Brandebourg, l'hétérogénéité du sol est principalement due à la variation des sédiments glaciaires et fluvio-glaciaires et à leur transport ultérieur. Par exemple, la présence ou l'absence d'un horizon limoneux dans des sables, par ailleurs purs, peut déterminer la disponibilité en eau dans le sol pour les plantes dans la zone des racines (photo 1).

En vue de cartographier cette variation, nous avons échantillonné le sol après en avoir effectué une étude de détection proximale. Tout d'abord, nous avons réalisé une cartographie géoélectrique avec un système de cartographie mobile afin d'enregistrer, sur un maillage systématique, la résistance électrique apparente à des profondeurs de sols variables. Cette opération a été suivie d'une étude intensive du sol.

L'analyse statistique de ces données a révélé quatre zones de gestion de l'irrigation (ou ZGI), qui sont basées

sur une carte de la capacité de rétention en eau du sol pour les plantes (figure 1). Afin de déterminer le moment et la quantité d'eau nécessaire pour chaque ZGI et pour chaque jour durant la saison d'irrigation, nous avons utilisé le modèle « *Irrigama steering* », modèle d'humidité du sol et d'évapotranspiration (connu sous le nom de BEREST dans une version antérieure) couplé à un module de pilotage de l'irrigation. Les données d'entrée du modèle comprennent les conditions climatiques actuelles, les prévisions météorologiques ainsi que les paramètres du sol et des plantes. La recommandation pour chaque zone de gestion est traduite en une carte d'application qui est ensuite transférée à l'unité de contrôle du pivot (figure 1).

Dans le cadre de notre projet, nous avons déjà testé l'irrigation de précision sur notre champ d'essai en 2018 et 2019. En 2018, lorsque l'Allemagne et presque toute l'Europe ont souffert d'une grave sécheresse agricole, le champ a été semé avec du maïs d'ensilage. La demande globale en eau d'irrigation était très élevée (278 à 287 mm), quelle que soit la zone de gestion, car le fort potentiel de transpiration l'emportait sur les différences de la capacité de stockage de l'eau du sol. En d'autres termes, chaque goutte d'eau était transpirée immédiatement. Il n'est donc pas surprenant que la différence de besoins en eau d'irrigation entre les zones soit très faible et limitée au début de la saison. Au total, l'irrigation de précision du maïs a permis d'économiser moins de 1 % de l'eau en 2018.

1 Betteraves endommagées plantées sur un sol entièrement sablonneux dans le voisinage direct de cultures poussant normalement sur du sable avec un sous-sol argileux.



© R.Schlepphorst

En 2019, année également très sèche, le champ a été semé avec du blé d'hiver. Le volume d'eau utilisée pour l'irrigation variait entre 174 à 175 mm. Les variations de besoin en eau d'irrigation entre les ZGI étaient une fois de plus minimales et limitées au début de la saison ; en conséquence, l'irrigation de précision n'a de nouveau généré que des économies d'eau inférieures à 1 % de l'eau d'irrigation. Au cours de la même année, nous avons également testé une stratégie d'irrigation déficitaire régulée qui prévoit une situation de stress hydrique avant que ne soit pratiquée l'irrigation. Grâce à cette stratégie, il a été possible de réaliser des économies d'eau à hauteur de 15 %, ce qui en fait une alternative intéressante à une irrigation complète, surtout lorsque la disponibilité de l'eau est limitée.

Comme la quantité des données de terrain est limitée, nous avons utilisé notre modèle de pilotage de l'irrigation pour simuler les besoins en eau d'irrigation pour une rotation de cultures sur douze ans composée de maïs d'ensilage, de blé d'hiver, de pois fourrager et de pomme de terre. Ces espèces ont été cultivées virtuellement dans le même champ que celui utilisé pour les essais pratiques, c'est-à-dire dans les mêmes conditions locales de climat et de sol. Les résultats ont révélé que les économies réalisées grâce à l'irrigation de précision varient considérablement d'une culture à l'autre et d'une année à l'autre pour une culture donnée. En ce qui concerne les variations d'une année à l'autre, des économies plus importantes sont souvent réalisées durant les années plus humides, et vice-versa. Comme mentionné plus haut, cela est probablement dû à l'interaction entre la transpiration potentielle et le stockage de l'eau dans le sol, celui-ci n'étant important que dans les situations où le sol a atteint ou presque sa capacité de rétention au champ. Globalement, les économies potentielles simulées de l'irrigation de précision sont plutôt limitées et souvent inférieures à 10 %.

Nous avons également simulé les potentiels d'économies d'eau pouvant être réalisées par le biais de notre stratégie d'irrigation déficitaire : bien que le potentiel d'économies varie selon les cultures et les années, elles se situent toujours au-delà de 10 % et dans certains cas peuvent atteindre 50 %. Il est évident que cela a un coût : chaque millimètre d'eau appliquée en irrigation au bon moment est converti en biomasse et donc en rendement. Dans le cadre de notre recherche, lors de notre expérimentation de deux ans sur le terrain, nous avons également évalué les stratégies d'irrigation sur le plan économique. Nous avons constaté que quelles que soient la culture et la zone de gestion de l'irrigation, l'irrigation conduit toujours à un accroissement du rendement. Mais lorsque les coûts d'irrigation sont aussi élevés que dans notre cas, cette dernière n'est pas toujours rentable. Dans le cadre de notre expérimentation, l'irrigation uniforme a toujours produit de meilleurs résultats que l'irrigation de précision, ce qui n'est pas surprenant si l'on considère les faibles économies en eau (et par conséquent en énergie) comparé au coût élevé des équipements additionnels requis. Avec l'irrigation déficitaire du blé d'hiver en 2019, nous avons observé une baisse du rendement par rapport à la technique d'irrigation complète (rendement en grains, irrigation complète : 5,1 Mg/ha ; rendement en grains, irrigation déficitaire : 4,4 Mg/ha ; rendement en grain en l'absence d'irrigation : 2,2 Mg/ha). Il est intéressant de noter que l'effet sur le rendement observé de l'irrigation déficitaire par rapport à l'irrigation complète était plus prononcé dans la ZGI où les conditions du sol étaient défavorables (ZGI, figure 1), qui pourtant semble bénéficier dans une plus large mesure d'une irrigation

complète que les zones ayant une plus grande capacité de rétention d'eau. En moyenne, l'irrigation complète et l'irrigation déficitaire se sont avérées rentables dans ce cas. De plus, nous sommes partis de l'hypothèse selon laquelle dans les régions où les coûts en eau sont bien plus élevés que ceux relatifs à notre étude (0,115 euros/m³), toutes les stratégies d'irrigation mentionnées plus haut produiront d'autres résultats économiques, au moins pour l'irrigation déficitaire.

En résumé, nous avons obtenu les résultats suivants :

- d'infimes économies en eau avec une irrigation à taux variable (de précision) par rapport à une irrigation uniforme ;
- les années où les précipitations sont faibles en cours de saison, il est difficile de réaliser des économies en eau au moyen de l'irrigation de précision car c'est la transpiration potentielle qui dicte les besoins en irrigation. Aucun bénéfice économique de l'irrigation de précision n'a été observé dans le cadre de notre étude en raison du déséquilibre entre le coût élevé des équipements et les faibles économies en eau et en énergie ;
- des économies plus importantes pourraient être possibles si les différences de sol à l'intérieur du champ étaient plus importantes que dans notre champ d'essai ;
- un potentiel d'économie d'eau plus important grâce à l'irrigation déficitaire, mais une stratégie optimale reste à établir.

En définitive, dans le cadre de la réalisation d'une irrigation durable en agriculture, il est tout aussi important d'investir dans un équipement d'irrigation adéquat, d'utiliser des variétés de cultures résistantes à la sécheresse et d'utiliser des systèmes d'aide à la décision pour le pilotage de l'irrigation. ■

Les auteurs

Beate ZIMMERMANN et Rainer SCHLEPPHORST

Research Institute for Post-Mining Landscapes e.V.,
Brauhausweg 2, D-03238 Finsterwalde, Allemagne.
✉ b.zimmermann@fib-ev.de / ✉ r.schlepphorst@fib-ev.de

Veikko JUNGHANS

Universität Humboldt de Berlin,
Unter den Linden 6, 10117 Berlin, Allemagne.
✉ veikko.junghans@agrar.hu-berlin.de

❶ À gauche : carte des zones de gestion d'irrigation. ZGI 1 a une capacité moyenne en rétention d'eau de 59 mm dans le voisinage des racines, alors que dans la zone 4, cette capacité se chiffre à 75 mm. À droite : illustration d'une carte d'application. L'irrigation de précision est possible pour une partie de la surface irriguée (longueur de deux travées), site sur lequel les surfaces non-irriguées de référence sont aussi situées.

