



Une initiative du Comité
légumes

COLLOQUE SUR L'IRRIGATION L'EAU, SOURCE DE QUALITÉ ET DE RENDEMENT

Le vendredi 10 février 2006, Hôtel Mortagne, Boucherville

Outils de gestion de l'irrigation

Jean CARON, professeur

Physique et hydrodynamique des sols

Université Laval, Pavillon de l'Envirotron

Centre de recherche en horticulture et département des sols

et de génie agroalimentaire

Sainte-Foy (Québec)

Note : Cette conférence a été présentée lors de l'événement
et a été publiée dans le cahier des conférences.



OUTILS DE GESTION DE L'IRRIGATION

L'eau d'irrigation représente environ les deux tiers de la consommation d'eau potable sur la planète et les superficies en culture irriguées augmentent année après année, afin d'accroître la productivité globale des superficies. La régie adéquate de l'eau demeure un facteur de production fondamentale dont la pertinence ne peut être contredite. De façon générale, on note avec une gestion adéquate de l'irrigation des gains de croissance et des diminutions des délais de production, une réduction de l'utilisation des fertilisants et des pesticides, une réduction des pertes d'eau vers la nappe phréatique ou par ruissellement et enfin, une diminution du risque de développement de certaines maladies du feuillage et des racines.

Différents outils existent pour faire la gestion de l'eau (tableau 1). Certains outils prennent des mesures directement reliées au transfert d'eau du sol vers la plante, d'autres des mesures indirectes.

Tableau 1. Outils d'évaluation du statut hydrique

Niveau de mesure		Plante	Atmosphère	Sol
Type de mesures	Directes	Rendement Photosynthèse Potentiel du xylème		Potentiel matriciel
	Indirectes	Température Fluorescence	Demande d'évapotranspiration	Teneur en eau

Ceux-ci peuvent être basés sur des mesures dans le sol, dans la plante ou dans l'atmosphère, ou bien sur une opération par minuterie. Les contrôles opérant par minuterie sont très basiques et requièrent des ajustements réguliers. Ils sont basés tout simplement sur l'observation visuelle de l'intervalle d'arrosage nécessaire pour éviter tout dessèchement excessif. Ils sont donc très approximatifs. Ils sont quand même assez répandus.

Ceux qui mesurent directement dans la plante (mesure de l'eau perdue par la plante par transpiration, de la photosynthèse et de la conductance stomatale, qui est cette facilité avec laquelle l'eau sous forme vapeur sort par ces ouvertures à la surface des feuilles appelées stomates) sont principalement utilisés en recherche à cause de leur prix élevé et des hauts niveaux techniques requis pour les opérer. On s'en sert cependant comme outil de référence pour caler les appareils basés sur les mesures prises dans le sol, en trouvant les valeurs de potentiel matriciel ou de teneur en eau permettant la photosynthèse maximale. On peut aussi faire des mesures indirectes de température foliaire et de fluorescence de la plante. Cependant, la performance de tels appareils reste affectée par un ensemble de facteurs, ce qui fait que cette approche demeure encore largement expérimentale.

À des coûts nettement moindres, mais pour obtenir plus de précision qu'avec les minuteries, on privilégie depuis longtemps une régie d'application de l'eau basée sur la quantité d'eau évaporée et transpirée par la plante, l'évapotranspiration (ETP), c'est-à-dire la quantité d'eau évaporée du sol et transpirée par la plante. Celle-ci consiste à estimer la quantité d'eau à appliquer au sol en fonction de paramètres météorologiques comme la température, la radiation nette, la vitesse des vents, le stade de la culture. Ces données peuvent être calculées à partir de logiciels publics, de formules mathématiques sur Excel ou de prévisions de stations météorologiques. Cette approche est largement utilisée en Amérique du Nord bien que certains États américains demandent maintenant de les caler avec des mesures dans le sol pour en augmenter la précision.

Parmi les mesures prises dans le sol, il est depuis longtemps reconnu que les mesures de potentiel matriciel (ou tension) seront à privilégier par rapport au contenu en eau pour avoir une idée des quantités d'eau disponible à la plante, puisque la tension est la facilité avec laquelle l'eau peut être soutirée du sol par la plante et détermine les quantités d'eau transpirée, selon les principes de thermodynamique, en l'absence d'effets importants de salinité. Les mesures de tension sont donc de mesures directes. Lorsque le sol s'assèche, c'est ce que la plante « voit » ou subit comme tension alors que son contenu en eau s'abaisse. Il faut donc irriguer avant que ce stress ne devienne trop important.

Les valeurs de tension de référence pour initier l'irrigation sont assez bien connues (tableau 2). Celles-ci sont générales et peuvent varier selon la demande d'évapotranspiration, les propriétés hydrauliques du sol, la distribution racinaire et le contenu en sels du sol.

Tableau 2. Consignes de départ pour différents sols, substrats et cultures

Culture	Substrat	Potentiel de départ
Légumes de champ	Sols sableux-loam	- 15 à - 25 kPa
Légumes de champ	Sols argileux	- 30 à - 60 kPa
Tomate de serre	Laine de roche (sèche)	- 1,5 kPa le jour - 2,5 kPa la nuit
Tomate de serre	Sciure	- 2,0 kPa le jour - 3,0 kPa la nuit
Tomate de serre	Substrat tourbeux Fibre de coco	Autour de - 2 à - 3 kPa le jour Autour de - 3 kPa le jour et - 4 kPa la nuit
Pépinières	Mélange tourbe-écorce (30 %/60 %)	- 3 à - 10 kPa
Plantes en pot	Substrat tourbeux (60 % de tourbe et plus), fibre de coco	- 3 à - 10 kPa

N.B. Ces valeurs sont données à titre indicatif seulement, ces valeurs variant avec la salinité du sol, la plante, l'ensoleillement et, par conséquent, devraient être interprétées de façon relative. De plus, en période nuageuse et pour activer la floraison, des potentiels plus bas (valeurs plus négatives) devraient être utilisés.

Par conséquent, pour encore plus de précision, ces valeurs devraient être calées sur le site même du producteur, car cela a permis d'aller chercher davantage de rendement pour différentes expériences que nous avons faites. Ce calage se fait habituellement en mettant en relation la tension matricielle avec la photosynthèse, parce que celle-ci est habituellement reliée au rendement. Cela se fait en établissant une relation entre l'activité de la plante et le potentiel matriciel en cours de culture, comme celle de la figure 1.

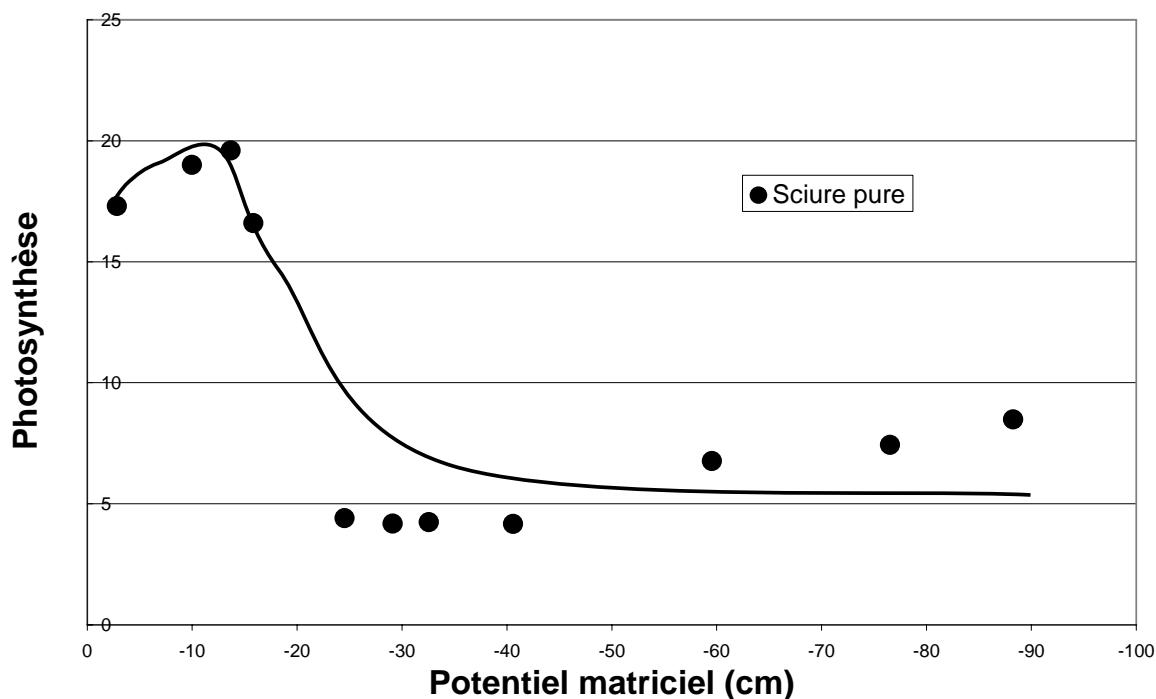


Figure 1. Relation entre le potentiel matriciel et la photosynthèse pour la tomate de serre en cours de culture durant une journée

Pour l'arrêt de l'irrigation, celui-ci est habituellement contrôlé après un temps donné ou un volume appliqué. Cependant, au champ il arrive aussi fréquemment qu'on l'arrête en évaluant le potentiel en surface. Dans ce cas, la vérification est faite à partir d'une lecture de tension sous la profondeur racinaire. On arrête l'irrigation lorsque l'on détecte des valeurs de potentiel à cette profondeur atteignant des valeurs supérieures à la capacité au champ (habituellement entre - 25 et - 10 kPa).

Les principaux défauts des mesures de tension sont un petit volume de mesure, son besoin d'entretien et la nécessité d'effectuer un calage de l'appareil (pour les lecteurs électroniques) et un ajustement de la mesure. Les deux dernières difficultés ont été éliminées sur des modèles récents introduits sur le marché.

Comme les quantités d'eau décroissent avec l'augmentation de tension, on peut effectuer des mesures de teneur en eau pour gérer cette irrigation. Il s'agit alors de mesures indirectes. La venue récente de sondes de réflectométrie temporelle et fréquentielle permet cette mesure sur de forts volumes de sol, à des coûts réduits. Cette approche est très populaire lorsque combinée à l'utilisation de modèles ETP aux États-Unis. L'approche consiste à mesurer le profil hydrique (teneur en eau en fonction de la profondeur) au moment où le sol a subi une forte pluie suivie d'un drainage, et à initier l'irrigation à partir d'un seuil qui correspond aux valeurs « seuil de potentiel matriciel » mesurées avec des tensiomètres (figure 2).

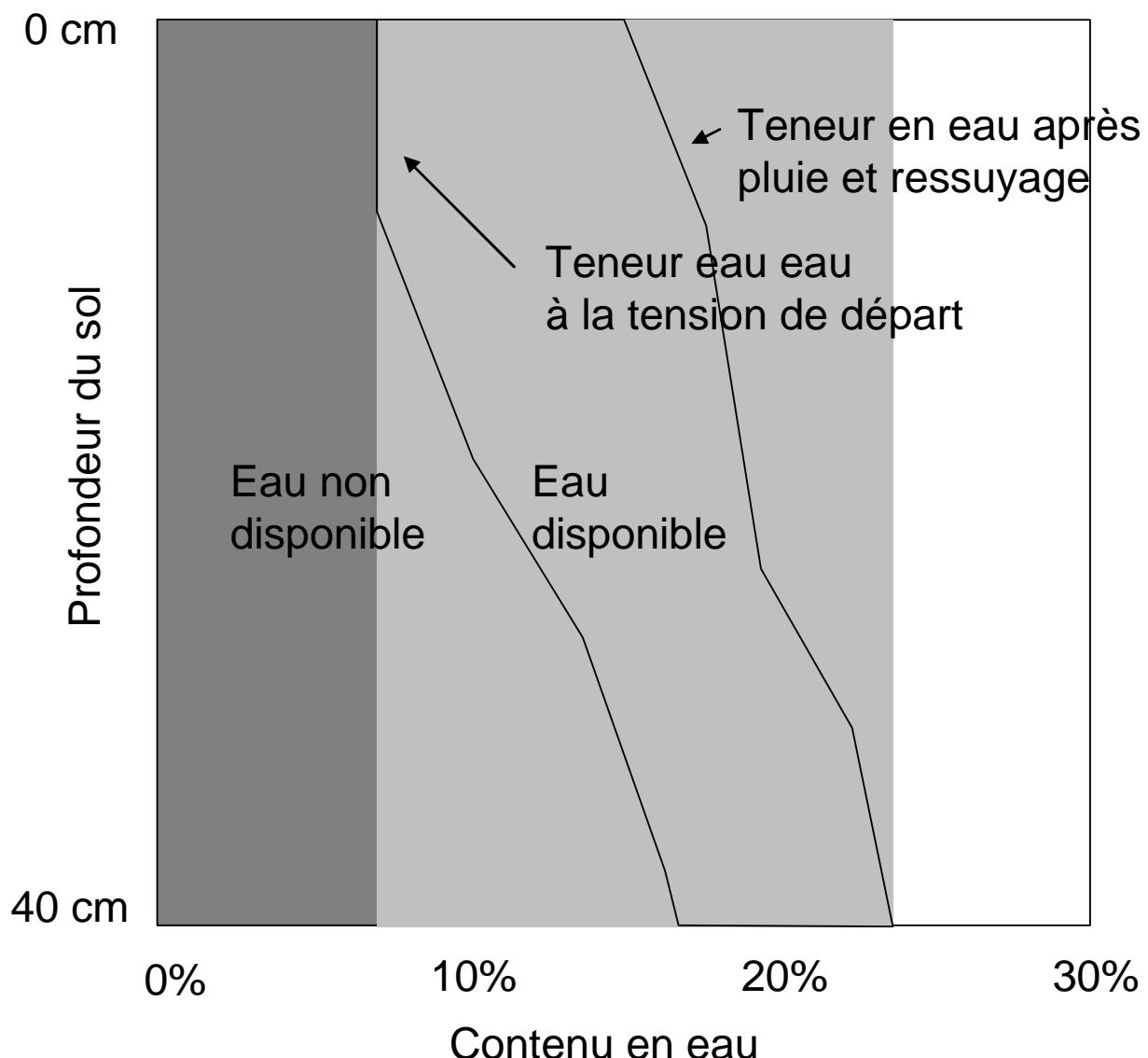


Figure 2. Exemple d'un profil hydrique après une pluie et un ressuyage et après assèchement par la plante en cours de saison

Cette approche demande un calage spécifique par type de sol, car la teneur en eau observée au potentiel matriciel critique du tableau 2 va varier avec le type de sol, et on peut difficilement utiliser des valeurs de référence pour guider cette irrigation puisque celles-ci vont varier en fonction de la teneur en eau au champ après saturation et drainage et lors du début de flétrissement. De plus, cette approche de mesure est sensible à la salinité et beaucoup d'imprécisions de mesure en résulte. Enfin, les écarts entre les valeurs sèches (départ de l'irrigation) et les points humides (arrêt) sont très petits. Il faut donc avoir une excellente précision pour l'utiliser, surtout en sol sableux.

Peu importe le type d'approche choisie (mesure de teneur en eau ou mesure de potentiel), les approches appuyées par des mesures de sol ou d'évaporation, qu'elles opèrent l'irrigation ou servent à la guider, montrent des performances supérieures à l'approche basée sur l'évapotranspiration en serre et au champ ou par rapport à l'approche manuelle. Il faut donc s'attendre dans le futur à voir la proportion d'outils de mesure dans le sol augmenter, d'autant plus qu'on observe une évolution importante vers une rationalisation de l'utilisation de l'eau, en Europe et en Amérique du Nord.

Dans le futur, on peut également s'attendre à voir augmenter le nombre d'outils complémentaires de mesure pour optimiser cette régie. Ainsi, il faut s'attendre à ce que les mesures de potentiel osmotique (potentiel généré par la salinité et pouvant stresser la plante), de concentration en nitrates, en oxygène et en CO₂, deviennent des outils supplémentaires de gestion de l'irrigation, couplés avec des systèmes de mesure de flux d'eau et de température dans la plante. Enfin, comme ce fut le cas en agriculture de précision, ces différents outils vont pouvoir être utilisés à différents endroits au champ (spatialement) pour prendre en compte des besoins ponctuels d'irrigation zonée, qui entraîneront une redéfinition du réseau d'irrigation mis en place. Aux États-Unis, c'est le concept de gestion locale de l'eau (« hydrozoning »). C'est en partie en obtenant de l'information sur cette répartition spatiale, ainsi que par des mesures complémentaires comme des sondes de salinité, que des gains importants d'efficacité d'utilisation de l'eau pourront être réalisés. Ainsi naîtra l'irrigation de précision.