

CALENDRIER D'IRRIGATION : QUAND IRRIGUER ET EN QUELLES QUANTITÉS



Pour une irrigation efficace, il faut connaître les besoins en eau de la culture et savoir quand elle en a besoin.

L'irrigation a pour but de fournir à la culture un apport en eau suffisant, au moment où elle en a besoin, de manière à produire un effet optimal, et ce au moindre coût possible et en réduisant au minimum les répercussions sur l'environnement.

Voici quelques principes fondamentaux utiles pour assurer une irrigation efficace :

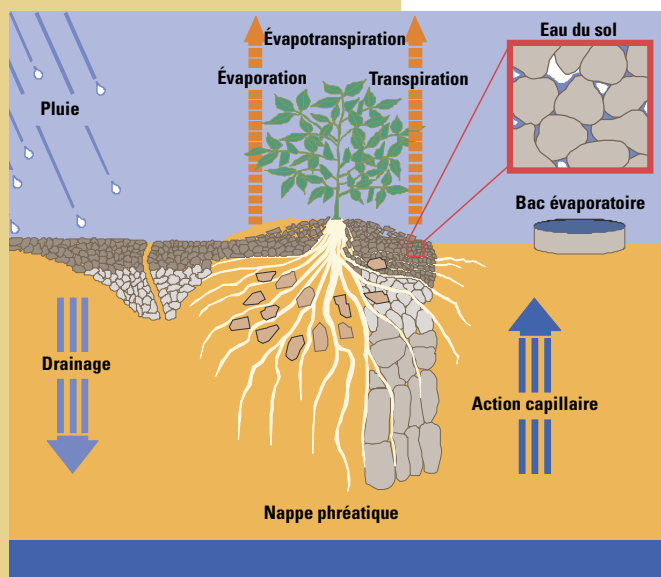
- ▶ Déterminer comment l'eau circule à travers le champ et autour du champ.
- ▶ Évaluer la quantité d'eau disponible dans le sol pour les cultures.
- ▶ Calculer les besoins en eau de la culture et le moment d'irriguer.
- ▶ Savoir estimer et prévoir les besoins en eau de la culture, d'une manière pratique et peu coûteuse.

La présente section explique :

- ▶ Le moment opportun d'irriguer.
- ▶ La façon d'évaluer les besoins en eau des cultures, au moyen de méthodes pratiques et précises.
- ▶ Le moyen de modifier la quantité d'eau, en fonction de différents types de sol sur l'exploitation.
- ▶ Une méthode pour tenir compte des précipitations au moment d'estimer les besoins en eau de la culture.

CYCLE DE L'EAU

Connaître les mouvements de l'eau peut aider à faire un usage plus efficace de l'eau d'irrigation et ceci, à de moindres risques pour les sources d'alimentation en eau.



L'eau du sol provient de la neige, de la fonte des neiges et de la pluie. Dans un champ type, la majeure partie (soit 66 %, d'avril à octobre) de cette eau finit par s'évaporer dans l'atmosphère. Environ 25 % ruisselle à la surface du sol vers les cours d'eau, les ruisseaux, les drains, les lacs et les réservoirs.

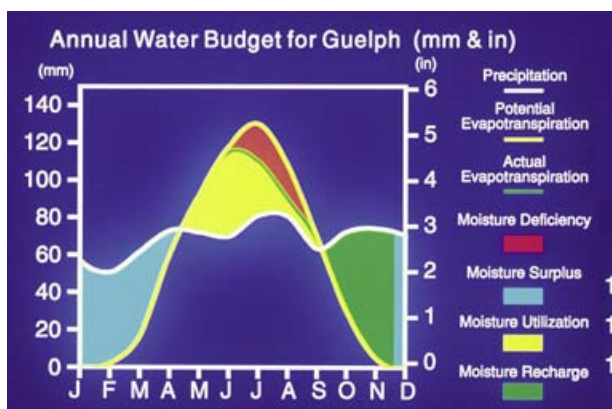
Les 9 % restants pénètrent (« s'infiltrent ») dans le sol. Cette eau peut s'écouler jusqu'aux eaux souterraines, être stockée sous forme d'humidité du sol ou retourner dans l'atmosphère sous l'effet de la transpiration des plantes. L'eau souterraine alimente la nappe phréatique (aquifères peu profonds), descend vers les aquifères profonds ou retourne dans les eaux de surface comme les cours d'eau et petits ruisseaux.

L'irrigation doit se faire juste avant que l'effet combiné de l'évaporation et de la transpiration (évapotranspiration) soit supérieur à l'humidité du sol nécessaire pour répondre aux besoins de la culture. Le trajet parcouru par l'eau d'irrigation, en particulier celle provenant d'un système d'aspersion sur frondaison, est similaire à celui emprunté par les précipitations (décrit ci-dessus). La principale différence tient au fait que l'eau d'irrigation provient des eaux superficielles ou souterraines et que ces ressources peuvent être menacées, s'il y a prélèvement ou gaspillage excessifs lorsque les réserves sont faibles.

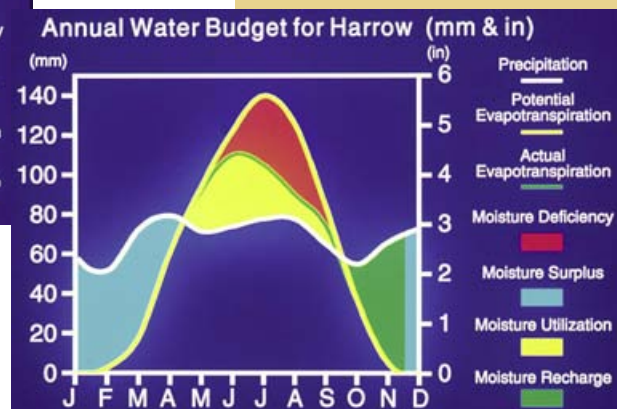
CALENDRIER D'IRRIGATION : QUAND IRRIGUER ET EN QUELLES QUANTITÉS

BILAN HYDRIQUE : PRÉCIPITATIONS ET BESOINS DES CULTURES

C'est dans le Sud de l'Ontario que l'on retrouve le plus de réseaux d'irrigation, les précipitations annuelles s'y établissant en moyenne entre 26,0 et 40,2 pouces (660–1020 mm). Dans le Sud-Ouest de la province, les besoins en eau des cultures sont d'environ 20 à 24 pouces (500–600 mm) durant la saison de croissance, mais les précipitations ne sont en moyenne que 12 à 16 pouces (300–400 mm) durant cette période. Lors d'une année type, il y a donc déficit hydrique. Malheureusement, il y a également des années où les précipitations sont inférieures à la normale et où le déficit hydrique est donc encore plus grand.



Le bilan hydrique annuel pour Guelph montre comment se fait l'approvisionnement et l'utilisation de l'eau sur l'ensemble de l'année. On remarquera que chaque année, en juillet et en août, le déficit hydrique (sécheresse) à Guelph peut atteindre jusqu'à 2 pouces (50 mm).



À noter l'ampleur du déficit hydrique (sécheresse) : plus de 3 pouces (75 mm) par mois, durant la presque totalité de la saison de croissance à Harrow.

EAU DU SOL

Chaque type de sol et chaque champ possède des propriétés hydriques distinctes qui déterminent la quantité d'eau retenue et la quantité d'eau disponible pour la croissance des cultures. À la lumière de cette information, il est possible de déterminer la quantité d'eau à fournir et la fréquence des arrosages. Les deux principales propriétés que nous examinerons sont le **taux d'infiltration de l'eau** et la **réserve en eau disponible**.

CALENDRIER D'IRRIGATION : QUAND IRRIGUER ET EN QUELLES QUANTITÉS

Taux d'infiltration (d'absorption) – fait référence à la rapidité avec laquelle le sol peut absorber l'eau.

- Plus les particules du sol sont grosses, plus l'infiltration est rapide.
- L'eau s'infiltré plus rapidement dans les sols de texture grossière que dans les sols de texture fine.
- Une bonne structure améliore l'infiltration (le succès tient à la formation d'agrégats dans le sol) – en particulier dans les sols loameux, les loams limoneux et les sols argileux.
- Les plantes couvre-sol ou les résidus de culture peuvent protéger le sol et ralentir le ruissellement, augmenter le taux d'infiltration et maintenir la structure du sol simultanément.

- La pente, le degré de compactage du sol et le travail du sol influent également sur la rapidité des mouvements de l'eau dans le sol.

- ▷ Dans les sols plus lourds, le producteur de pommes de terre peut passer le chisel entre les rangées butées pour améliorer l'infiltration.

- La présence de macropores, attribuable par exemple à une population élevée de vers de terre, peut avoir un effet très bénéfique sur le taux d'infiltration.

- L'eau appliquée à un taux supérieur au taux d'infiltration peut provoquer la formation de flaques, ce qui entraînerait l'érosion par ruissellement et se traduirait par un gaspillage de l'eau d'irrigation.

Réserve en eau utile – désigne la quantité d'eau retenue dans le sol et disponible pour la culture.

- La texture du sol détermine la quantité d'eau qui peut y être retenue. L'eau pouvant être utilisée par la culture est qualifiée d'**eau disponible*** (ou biodisponible), et l'eau non disponible liée aux particules du sol et qualifiée d'**eau liée**.

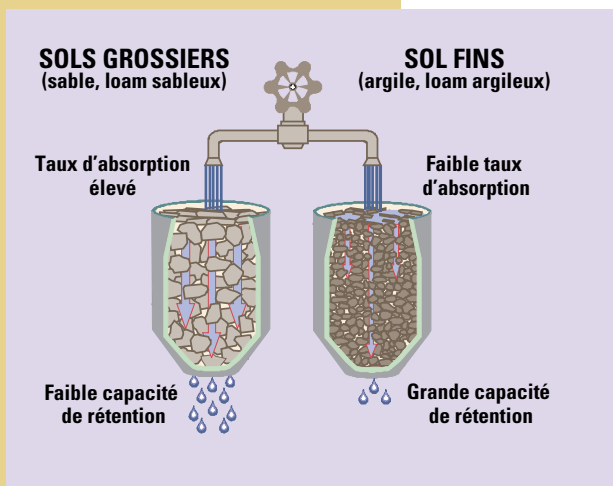
- Les sols de texture grossière retiennent moins l'eau, de sorte que les arrosages doivent y être plus fréquents.

- La **capacité au champ** désigne la quantité d'eau retenue dans le sol après que l'excédent s'est écoulé, après des précipitations ayant complètement saturé le sol.

- Le **point de flétrissement permanent** correspond à la quantité d'eau retenue dans le sol, au moment où les plantes cultivées sur ce sol affichent un flétrissement irrémédiable.

Pour obtenir d'autres renseignements sur l'eau du sol et sur le cycle de l'eau, consulter les fascicules de la série des Pratiques de gestion optimales intitulés *Gestion du sol* et *La gestion de l'eau*.

* L'eau disponible peut être exprimée en pouces d'eau disponible par pouce de sol (ou millimètres d'eau disponible par mètre de sol).



Les sols de texture grossière, comme le sable et le gravier, ont un taux d'infiltration élevé et renferment le moins d'eau disponible pour les plantes après leur saturation. Dans les sols de texture fine (argile), le taux d'infiltration est lent et la quantité d'eau disponible y est plus élevée. Cependant, les sols de texture moyenne (loams) contiennent le plus d'eau disponible pour les plantes lorsqu'ils sont saturés.

TYPE DE SOL	VITESSE DE DÉPLACEMENT DE L'EAU DANS LE SOL	
	SOL NU	SOL AVEC COUVERT VÉGÉTAL
SABLE	rapide	rapide
LOAM LIMONEUX	modérée	rapide
LOAM	modérée	rapide
LOAM ARGILEUX	modérée	modérée
ARGILE	lente	lente

CALENDRIER D'IRRIGATION : QUAND IRRIGUER ET EN QUELLES QUANTITÉS

BESOINS EN EAU DES CULTURES

L'eau disponible dans le sol est utilisée à la fois par la plante (transpiration) et par le sol (évaporation), deux phénomènes qui, ensemble, forment l'**évapotranspiration (ET)**.

- ▶ On exprime le phénomène en millimètres ou pouces d'eau utilisés par jour.
- ▶ Son taux varie en fonction de la température, de l'intensité lumineuse, du vent, de l'humidité, du couvert végétal et du stade de croissance de la culture.
- ▶ Le tableau de la page 45 montre les valeurs généralement acceptées pour l'ET en différents endroits de l'Ontario pour une saison de végétation type.
- ▶ On évalue de façon plus précise l'ET maximale au moyen des données sur l'évapotranspiration obtenues d'Environnement Canada, d'une station météorologique locale ou de lectures faites sur place.

Le **facteur cultural** sert à corriger les valeurs estimées à partir des données sur l'évapotranspiration maximale, en fonction de la quantité d'eau utilisée par une culture en particulier et de son stade de croissance. On multiplie alors la valeur estimée d'ET par le facteur cultural aux fins de l'établissement du calendrier d'irrigation.

- ▶ Ce facteur peut être obtenu de tableaux déjà existants (voir la page 45).
- ▶ Il varie selon le type de culture (espèce, plante annuelle c. plante vivace) et le stade de croissance.
 - ▷ Dans le cas des annuelles, le facteur augmente graduellement à partir de la levée jusqu'à ce que le couvert végétal atteigne 50–80 %, il se maintient par la suite à un niveau maximal pendant 2 à 5 semaines, puis il diminue.

Les **besoins en eau de la culture** font référence à la quantité d'eau requise pour pallier les pertes par évapotranspiration.

- ▶ L'eau qui s'échappe du sol par évapotranspiration est habituellement renouvelée par la pluie, la rosée ou l'irrigation fournie en quantités suffisantes pour répondre aux besoins de la culture à une période donnée.
- ▶ L'irrigation doit assurer le maintien d'une quantité minimale d'eau disponible dans le sol – si on attend qu'il y ait flétrissement pour irriguer, la plante aura déjà subi des dommages et son rendement ou sa qualité pourraient être réduits.
- ▶ La fréquence et la profondeur d'irrigation varient selon les propriétés du sol et les besoins en eau de la culture, ainsi que selon sa profondeur d'enracinement (voir le tableau 2 de la page 41 pour plus d'information sur la profondeur d'enracinement).



Les stations météorologiques font une estimation du taux d'évapotranspiration par la méthode du bac évaporatoire, laquelle mesure les pertes quotidiennes d'eau par évaporation. Comme l'évaporation depuis une surface d'eau libre est plus élevée lorsqu'il y a du vent, que l'humidité relative est faible et que le temps est chaud et ensoleillé, les mesures d'ET seront nécessairement plus grandes dans de telles conditions.

CALENDRIER D'IRRIGATION : QUAND IRRIGUER ET EN QUELLES QUANTITÉS

ÉTABLISSEMENT DU CALENDRIER D'IRRIGATION

L'établissement du calendrier d'irrigation est un exercice de planification et de garantie d'un apport en eau suffisant pour les cultures, au moment où elles en ont besoin. L'agriculteur doit pour ce faire bien surveiller la culture, tenir des dossiers et faire des calculs pour déterminer la capacité au champ, les pertes et les gains. Il compense finalement les pertes nettes par l'irrigation. Ce système est fondé sur les pertes quotidiennes connues d'eau attribuables à l'évapotranspiration pour diverses cultures à différents stades de croissance.

On peut soit faire les calculs à la main ou au moyen d'un ordinateur. L'établissement du calendrier et une bonne compréhension de la physiologie de la culture contribuent à assurer que les plantes seront arrosées seulement au moment opportun. Le calendrier d'irrigation revêt une grande importance en tout temps, et particulièrement lorsqu'il y a pénurie d'eau.

AVANTAGES DU CALENDRIER D'IRRIGATION

- Il entraîne une hausse du rendement et de la qualité de la culture, ainsi qu'un meilleur rendement des sommes investies dans le matériel d'irrigation.
- Il permet une utilisation plus efficace des ressources en eau.
- Il assure une meilleure utilisation de l'équipement, du temps de gestion et de la main-d'œuvre.
- Il permet d'irriguer avant qu'il y ait stress hydrique et que le rendement et la qualité de la plante en souffrent de manière irréversible; autrement dit, on optimise le moment d'application.
- Il réduit les risques d'un apport excessif en eau, lequel causerait des dégâts à la culture et provoquerait le lessivage d'éléments nutritifs ou l'érosion du sol par ruissellement.

DONNÉES NÉCESSAIRES À L'ÉTABLISSEMENT DU CALENDRIER

- Il faut connaître les taux d'infiltration et la capacité de rétention d'eau propres aux différents types de sol.
 - ▷ Certains étalonnages peuvent être nécessaires.
 - ▷ Il peut également s'avérer nécessaire de mesurer la performance du sol, en utilisant des quantités déterminées de sol et d'eau.
- On doit tenir compte de la profondeur d'enracinement des cultures – les cultures à enracinement profond requièrent un arrosage moins fréquent mais plus en profondeur que les cultures à racines superficielles.
- La probabilité de précipitations est un facteur qui influe sur la fréquence et le volume des arrosages.
- On doit connaître les besoins en eau des plantes – ils varient selon le genre de culture et le stade de croissance.

L'échantillon doit être représentatif. La texture du sol et la capacité de rétention d'eau peuvent différer beaucoup dans un même champ. Il faut donc choisir un ou des endroits représentant l'ensemble du champ pour dresser le calendrier d'irrigation.

CALENDRIER D'IRRIGATION : QUAND IRRIGUER ET EN QUELLES QUANTITÉS

MOYENS DE DÉTERMINER LES BESOINS

La nécessité d'irriguer peut être déterminée de plusieurs façons, notamment : la surveillance de la teneur en eau du sol, l'observation de l'état de la culture, et la mesure ou l'évaluation de la transpiration des plantes et de l'évaporation depuis le sol (évapotranspiration).

SURVEILLER L'HUMIDITÉ DU SOL

L'établissement du calendrier d'irrigation à partir de données sur l'humidité du sol consiste à déterminer le niveau minimal acceptable d'eau disponible dans la zone racinaire. Par exemple, le niveau minimal pourrait être fixé à 50 % de l'eau disponible. L'irrigation serait pratiquée dès l'atteinte du seuil fixé. Ce niveau minimal varie selon la culture et le type de sol.

Certaines variations tolérées s'expliquent aussi en fonction du stade de croissance de la culture. On peut aussi laisser la teneur en eau du sol s'abaisser en-deça du niveau minimal au fur et à mesure que la saison progresse et que les stades critiques de développement sont passés.

On a recours à différentes méthodes pour mesurer l'humidité du sol. Certaines méthodes reposent sur des appareils de haute technologie, d'autres sur des mesures tout à fait empiriques. On peut aussi associer les méthodes de pointe avec celles plus simples pour parfaire ses compétences. Il n'existe pas une méthode qui convienne à tous. Dans certains cas, on aura avantage à employer plusieurs méthodes conjointement. Les producteurs d'expérience voudront probablement utiliser un appareil électronique pour confirmer les résultats de méthodes plus simples et ainsi vérifier la qualité de leur évaluation empirique.

Différentes méthodes de surveillance de l'humidité du sol sont présentées dans les pages suivantes. Un tableau comparatif se trouve sur les pages 35-37. Il aidera à choisir la méthode la plus appropriée pour chaque exploitation.

GENRES DE MESURES

Il existe trois genres de mesures possibles de l'eau du sol.

- **Gravimétrique** – On mesure le poids de l'eau contenue dans le sol (g d'eau/g de sol sec). On mesure le sol humide, puis on le fait sécher pendant la nuit et on mesure le poids du sol sec. La différence représente le poids de l'eau qui était emprisonnée dans le sol. Toutefois, il faut noter que différents types de sols pesant le même poids occupent un volume différent et ne retiendront pas la même quantité d'eau.
- **Volumétrique** – C'est la méthode la plus couramment utilisée. Elle permet de comparer des sols de types différents. On multiplie la masse volumique du sol par la mesure gravimétrique pour obtenir le résultat volumétrique, qu'on exprime en mL/cm³ ou en mL/L de sol ou en pourcentage du volume d'eau par rapport au volume de sol.
- **Potentiel hydrique du sol** – On mesure la difficulté à extraire l'eau du sol. Au fur et à mesure que le sol s'assèche, la grosseur des pores remplis d'eau diminue, de sorte que l'eau y est retenue plus fermement et qu'il faut plus d'énergie pour la déloger. On mesure le potentiel ou la succion de l'eau dans le sol en kilopascals (kPa).



Il faut connaître les propriétés physiques du sol pour être en mesure d'établir un calendrier d'irrigation efficace. Dans le cas présent, le technicien prend des échantillons pour déterminer la capacité de rétention d'eau du sol.



Le paillis maintient la teneur d'eau dans le sol pendant longtemps.

CALENDRIER D'IRRIGATION : QUAND IRRIGUER ET EN QUELLES QUANTITÉS

ÉVALUATION PAR PALPATION

Cette méthode est employée couramment par de nombreux agriculteurs pour déterminer le moment opportun de labourer ou d'irriguer. Elle consiste à utiliser une sonde ou une pelle pour prélever des échantillons de sol à la profondeur désirée. On évalue la teneur en eau du sol en manipulant la terre dans ses mains. Bien que cette méthode soit la plus simple et la plus rapide, elle demande qu'on la maîtrise bien, et comme elle est subjective elle s'avère donc peu exacte. Aucune donnée comparative en est l'issue.

Le tableau de la page 31 est utilisé depuis quelque temps déjà pour évaluer le degré d'humidité des échantillons de sol. On y fait le lien entre l'aspect et le comportement du sol et sa teneur approximative en eau, par catégories précises de sol. À noter qu'une teneur élevée en matière organique influe grandement la texture du sol.

TENSIOMÈTRE

Le tensiomètre mesure la **tension de l'eau du sol** et non sa teneur en eau. La tension de l'eau du sol désigne la force contre laquelle la plante doit lutter pour extraire l'eau du sol. La méthode du tensiomètre convient mieux aux sols sableux, où des mesures répétées doivent être prises au même endroit. Les utilisateurs doivent interpréter les courbes de désorption (libération de l'eau) pour ensuite déterminer la quantité d'eau d'irrigation nécessaire.

FONCTIONNEMENT

Le tensiomètre est un système étanche qui se compose d'un tube scellé, d'une jauge à vide et d'une pointe poreuse en céramique, que l'on remplit d'une solution préparée au départ. La tension de l'eau du sol fait sortir l'eau par la pointe, jusqu'à ce que la tension (vide) du tensiomètre soit égale à la tension de l'eau du sol. La jauge à vide mesure cette tension.

À mesure que le sol s'assèche, la quantité d'eau qui sort du tube augmente et le vide dans le tensiomètre augmente (mesure en centibars). Il faut irriguer lorsque la tension du sol atteint un niveau prédéterminé selon le type de sol et de culture (p. ex. environ 50 % de l'eau disponible du sol). Après une pluie ou une irrigation, qui ont pour effet d'abaisser la tension de l'eau du sol, l'eau du sol retourne dans le tensiomètre par la pointe poreuse en céramique, ce qui abaisse la lecture de la jauge à vide.



Le tensiomètre convient le mieux dans les sols sableux.

CALENDRIER D'IRRIGATION : QUAND IRRIGUER ET EN QUELLES QUANTITÉS

EXAMEN DU SOL PAR PALPATION

EAU DISPONIBLE DANS LE SOL	ASPECT DU SOL – TEXTURE DU SOL			
	Sol de texture grossière (sable)	Sol de texture modérément grossière (loam sableux)	Sols de texture moyenne (loam limoneux, loam)	Sols de texture fine et très fine (argile, loam argileux)
0 %	Sec, meuble et de structure particulière; coule entre les doigts.	Sec et meuble; coule entre les doigts.	Mottes dures qui s'effritent.	Dur, cuit et fendillé; présence de particules libres en surface, à certains endroits.
50 % OU MOINS	Semble sec; ne se forme pas en boule lorsqu'une pression est exercée. ¹	Semble sec; ne forme pas une boule lorsqu'une pression est exercée. ¹	Quelque peu friable; forme une boule lorsqu'une pression est exercée. ¹	Quelque peu malléable; se forme en boule sous pression. ¹
50-75 %	Semble sec; ne forme pas une boule lorsqu'une pression est exercée. ¹	Forme une boule sous pression, qui se désagrège facilement.	Forme une boule quelque peu plastique, sous l'effet d'une pression; colle	Forme une boule; s'aplatit en un ruban entre le pouce et l'index. légèrement sous pression.
75 % À LA CAPACITÉ AU CHAMP	Colle légèrement; sous pression, peut former une boule qui se désagrège très facilement.	Forme une boule qui se désagrège facilement; ne colle pas.	Forme une boule; très malléable; colle facilement si la teneur en argile est relativement élevée.	Forme facilement un ruban entre les doigts; donne une sensation lisse.
CAPACITÉ AU CHAMP (100 %)	Aucune eau libre ne s'échappe du sol lorsqu'on le serre, mais un contour humide de la boule apparaît dans la main.	Même chose que pour les sols de texture grossière, à la capacité au champ.	Même chose que pour les sols de texture grossière, à la capacité au champ.	Même chose que pour les sols de texture grossière, à la capacité au champ.
AU-DELÀ DE LA CAPACITÉ AU CHAMP	De l'eau libre s'écoule lorsqu'on fait sauter le sol dans la main.	De l'eau s'échappe lorsque le sol est pétri dans la main.	De l'eau s'échappe du sol lorsqu'il est pressé dans la main.	Formation de flaques; présence d'eau libre à la surface du sol.

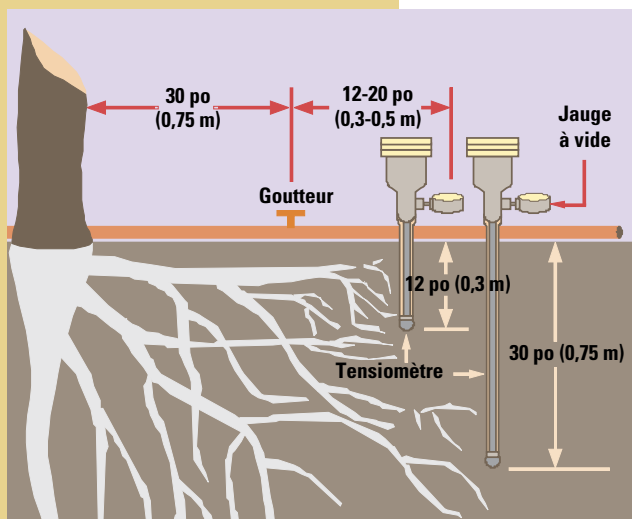
Pour former la boule, on prend une poignée de terre que l'on serre très fermement dans la main.

Adaptation de *Saving Water in Landscape Irrigation*, de R.P. Harris et R.H. Coppock éditeurs, Université de la Californie, Dép. de science agricole, brochure 2976, 1978.



Les sols secs ont un aspect meuble ou cuit. À un taux d'humidité de 100 %, un contour humide du sol apparaît dans la main après qu'une pression a été exercée.

CALENDRIER D'IRRIGATION : QUAND IRRIGUER ET EN QUELLES QUANTITÉS



Les tensiomètres sont habituellement installés par groupes de deux, un dans la zone de l'activité racinaire maximale et l'autre juste au-dessous – cet instrument ne mesure que la tension de l'eau à proximité de la pointe de céramique, et non la quantité d'eau dans le sol. Une mesure de 10 à 20 centibars sur la jauge à vide indique que la quantité d'eau est presque à la capacité au champ.

INSTALLATION

Les tensiomètres sont habituellement installés par groupes de deux, un étant placé dans la zone où l'activité racinaire est maximale et l'autre, juste au-dessous de cette zone. Pour qu'il y ait entrée et sortie d'eau, la pointe de céramique doit être en contact avec le sol; d'où l'importance de s'assurer que le trou est de dimension adéquate afin que la pointe de céramique ait un contact intime avec le sol. Il faut suivre attentivement les instructions d'installation car il peut y avoir des fuites d'air. La température peut altérer les lectures et les instruments doivent être surveillés étroitement après leur installation pour garantir qu'on a enlevé l'air en le pompant et que les niveaux de liquides sont constants.

LIMITES

La jauge à vide indique la tension de l'eau du sol contre la pointe poreuse de céramique et non pas la quantité d'eau dans le sol. Les mesures indiquent donc quand l'irrigation est nécessaire, mais pas la quantité d'eau à appliquer.

Le tensiomètre ne peut mesurer que les tensions inférieures à 0,85 atmosphère ou 85 centibars environ; au-delà de ce seuil, le risque de fuites d'air augmente. Il convient donc tout particulièrement aux sols sableux où la majeure partie de l'eau disponible est maintenue à une tension inférieure à 1 atmosphère. Dans les sols argileux, une lecture de 70 ou 80 centibars peut signifier que le sol a perdu 20 % de l'eau disponible seulement. Dans les loams sableux, une mesure deux fois moins élevée pourrait être interprétée comme une perte de plus de 50 % de l'eau disponible.

Cet instrument est portable mais, après leur installation, les stations restent habituellement en place pour toute la saison.

CALENDRIER D'IRRIGATION : QUAND IRRIGUER ET EN QUELLES QUANTITÉS

RÉSISTANCE ÉLECTRIQUE

C'est une méthode similaire à la tensiométrie, qui repose sur des capteurs de résistance électrique (dont la version récente est le pédohygromètre) capables de mesurer la tension de l'eau dans le sol. Dans les sols humides, l'eau est attirée dans les blocs, alors que le contraire se produit dans les sols secs. En règle générale, lorsqu'il est installé correctement, le dispositif constitue une méthode précise et bon marché pour mesurer l'humidité du sol, et il ne nécessite aucun entretien.

Le dispositif se compose d'un bloc fait d'un matériau à pores fins auquel sont reliés deux fils. Pour un bloc de gypse par exemple, plus le matériau est humide plus la résistance au courant électrique circulant entre les deux fils diminue. Les dispositifs récents (pédohygromètres), qui sont moins fragiles, comportent parfois un afficheur qui permet de connaître en kilopascals la résistance électrique pondérée en fonction de la température du sol. L'installation diffère d'un modèle à l'autre. Il faut bien lire les recommandations du fabricant et les caractéristiques du modèle en particulier.

RÉFLECTOMÉTRIE À DIMENSION TEMPORELLE (RDT)

Le réflectomètre temporel émet un signal le long de sondes en acier qui sont enfoncées dans le sol. Après un bref moment, le signal est réfléchi vers l'appareil RDT. La période écoulée entre l'émission et la réception du signal est proportionnelle à la valeur diélectrique du sol. Habituellement les sols ont une constante diélectrique entre 2,0 et 4,0 alors que celle de l'eau est égale à 78. La valeur diélectrique d'un sol varie selon sa teneur en eau. La réflectométrie dans le domaine fréquence (RDF) repose sur un principe similaire.

Lorsqu'ils sont bien étalonnés, les réflectomètres donnent une mesure très précise. Dans le passé, le prix de ces appareils ne les rendait abordables que pour les chercheurs et les experts-conseils. Aujourd'hui, bien que les réflectomètres soient beaucoup moins chers, leur utilisation se limite surtout aux très grandes exploitations et à celles qui ont recours à l'irrigation de façon intensive.

L'installation diffère d'un modèle à l'autre. Il faut bien lire les recommandations du fabricant et les caractéristiques du modèle en particulier.

SONDE À NEUTRONS

La sonde à neutrons mesure directement la teneur en eau du sol, par l'émission et la détection de neutrons. Lorsque des neutrons sont réfléchis par les atomes hydrogène de l'eau, ils retournent à la sonde à une vitesse moindre. La teneur en eau du sol est déterminée à partir du nombre de neutrons à faible vitesse et peut ensuite être exprimée en pourcentage d'humidité ou pouces (millimètres) d'eau à une certaine profondeur. Cet instrument est utilisé principalement en recherche et par les experts-conseils sur les cultures.



La sonde en C est un autre outil pour mesurer l'humidité du sol. Sa structure permet de faire des mesures à différentes profondeurs, et elle offre une grande possibilité de mécanisation. Toutefois, il faut choisir soigneusement l'endroit des mesures pour obtenir des renseignements fiables sur le champ.

Jusqu'à récemment, l'utilisation de la sonde en C était surtout réservée aux essais de recherche en raison de son prix élevé, mais le prix de vente est en baisse, de sorte qu'elle est plus fréquemment employée dans les grandes exploitations qui font de l'irrigation une pratique intensive.

CALENDRIER D'IRRIGATION : QUAND IRRIGUER ET EN QUELLES QUANTITÉS

EMPLACEMENT DES APPAREILS DE MESURE

Après avoir sélectionné la méthode de mesure, il faut choisir un endroit convenable où placer l'appareil ou prendre les échantillons. Les critères suivants devraient aider à choisir un bon endroit :

- ▶ nombre de points faisant l'objet d'une surveillance au cours de la saison – habituellement un ou deux, selon la grandeur du champ;
- ▶ accessibilité des endroits d'échantillonnage dans le champ – ces endroits doivent aussi être situés bien à l'intérieur du champ de façon à donner une mesure représentative de l'irrigation; éviter les zones particulières comme le fond d'une rigole;
- ▶ profondeur de sondage – il est suggéré d'utiliser deux profondeurs en un même point; la première, à 30 cm (1 pi), mesurera l'humidité dans la zone racinaire de grande activité, la seconde située au-dessous de la zone racinaire de la culture indiquera si l'irrigation est déficiente;
- ▶ emplacement des dispositifs par rapport aux goutteurs – d'ordinaire dans le rang, au niveau de la zone active du système racinaire, à 30 cm (1 pi) de tout goutteur (garder toujours la même distance entre la sonde et un goutteur).



Sonde à neutrons



Réfléctomètre à dimension temporelle



Appareil de mesure de la résistance électrique

CALENDRIER D'IRRIGATION : QUAND IRRIGUER ET EN QUELLES QUANTITÉS

MOYENS DE MESURER L'HUMIDITÉ DU SOL

MOYEN DE MESURE	SIMPLICITÉ D'UTILISATION	FIABILITÉ	TYPES DE SOLS	FACILITÉ D'AUTOMATISATION	MOBILITÉ	REMARQUES	COÛT
PALPATION DU SOL mesure l'appauvrissement du sol en eau	✓✓✓	✓	• Tous	• S.O.	• Grande	<ul style="list-style-type: none"> • Requiert de l'expérience. • Risque de fausse interprétation. 	<ul style="list-style-type: none"> • Main-d'œuvre
ÉCHANTILLON DE SOL (mesure gravimétrique) mesure la teneur en eau par le poids	✓✓✓	✓✓	• Tous	• S.O.	• Grande	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode lente, qui exige du temps – beaucoup de prises de poids, d'attente et de calculs. • Très variable selon la technique d'échantillonnage, la température de séchage, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Main-d'œuvre • Matériaux peu coûteux
TENSIOMÈTRE mesure la tension de l'eau dans le sol	✓✓	✓✓	• La plupart, sauf les sols argileux	<ul style="list-style-type: none"> • Facile. • Dispositif spécial et connexions requis. 	• Faible pendant la saison	<ul style="list-style-type: none"> • Indique quand il faut irriguer, mais non pas la quantité. • Inefficace si mal installé. • Requiert un emplacement protégé des travaux des champs • Exige beaucoup d'entretien et de vérification. • Ne convient pas à tous les sols – le mieux sur sols sableux, pas sur les sols argileux en général. • Les sols très grossiers peuvent exiger un appareil spécial. • Excellent moyen de vérifier les résultats de la palpation. • L'association de tensiomètres et de la méthode par palpation donne des résultats plus fiables et se pratique sur de grandes surfaces. 	<ul style="list-style-type: none"> • 100 \$ ou + par unité. • Habituellement 2 unités à des profondeurs différentes, par endroit pour toute la saison

Légende

- ✓✓✓ La plus grande
- ✓✓ Moyenne
- ✓ La plus basse

CALENDRIER D'IRRIGATION : QUAND IRRIGUER ET EN QUELLES QUANTITÉS

MOYENS DE MESURER L'HUMIDITÉ DU SOL

MOYEN DE MESURE	SIMPLICITÉ D'UTILISATION	FIABILITÉ	TYPES DE SOLS	FACILITÉ D'AUTOMATISATION	MOBILITÉ	REMARQUES	COÛT
RÉSISTANCE ÉLECTRIQUE p. ex. capteurs de gypse, pédohygromètres, etc. qui mesurent la tension de l'eau dans le sol	✓✓✓	✓✓	<ul style="list-style-type: none"> • La plupart, sauf les sols argileux 	<ul style="list-style-type: none"> • Facile • Nécessite un enregistreur de données et connexions 	<ul style="list-style-type: none"> • Enfoui pour toute la saison, mais mobile d'une saison à l'autre. 	<ul style="list-style-type: none"> • Installation généralement facile, mais dépend du type de sol. • Réglage requis dans certains sols. • Sensible aux teneurs en sel. • Peu d'entretien. • Un endroit bien choisi a peu de répercussions sur les opérations culturales. • Pas très sensible lorsque l'humidité est élevée. • Durée de vie : env. 3 ans + • Mesures faussées par la température du sol (1 % pour chaque tranche de 0,6 °C). • Excellent moyen pour vérifier les résultats de la palpation. • L'association de capteurs et de la palpation donne des résultats plus fiables et permet de couvrir de grandes surfaces. 	<ul style="list-style-type: none"> • Unités à 40-50 \$ ch. • Un lecteur à affichage (300 \$) permet de mesurer la résistance de nombreux capteurs. • Similaire aux tensiomètres – on utilise souvent deux unités à des profondeurs différentes, à chaque endroit.
RDT – RÉFLECTOMÉTRIE À DIMENSION TEMPORELLE RDF – RÉFLECTOMÉTRIE EN DOMAINE FRÉQUENCE	✓ Varie selon le modèle utilisé	✓✓✓	<ul style="list-style-type: none"> • Tous, mais les sols argileux peuvent poser problème 	<ul style="list-style-type: none"> • Facile 	<ul style="list-style-type: none"> • Grande. • Certains modèles nécessitent un tube d'accès préalablement placé dans le sol. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dans le passé, le coût élevé en a limité l'utilisation aux chercheurs et aux propriétaires de très grandes exploitations. • Certains modèles nécessitent un étalonnage. • La mise en place dans un sol sec peut être difficile. • RDF – volume d'échantillonnage sur un diamètre de 10 po (25 cm) autour de la sonde. 	<ul style="list-style-type: none"> • Le prix a baissé au cours des dernières années (1000 \$+)

CALENDRIER D'IRRIGATION : QUAND IRRIGUER ET EN QUELLES QUANTITÉS

MOYENS DE MESURER DE L'HUMIDITÉ DU SOL

MOYEN DE MESURE	SIMPLICITÉ D'UTILISATION	FIABILITÉ	TYPES DE SOLS	FACILITÉ D'AUTOMATISATION	MOBILITÉ	REMARQUES	COÛT
SONDE À NEUTRONS mesure l'humidité du sol	✓	✓✓✓	• Tous	• L'appareil coûte habituellement trop cher	• Grande. • Nécessite un tube d'accès préalablement placé dans le sol.	• Convient aux chercheurs. • Utilise une source de neutrons radioactive. • Étalonnage nécessaire.	• Très élevé (milliers de dollars)

Légende

- ✓✓✓ La plus grande
- ✓✓ Moyenne
- ✓ La plus basse

CALENDRIER D'IRRIGATION : QUAND IRRIGUER ET EN QUELLES QUANTITÉS

SURVEILLANCE DES VÉGÉTAUX POUR DÉCELER LE STRESS HYDRIQUE

Il est difficile d'établir le calendrier des irrigations à partir d'observations faites sur les plantes, car les symptômes apparaissent habituellement après qu'il y a eu ralentissement de la croissance ou détérioration des tissus, et que la culture a subi des pertes économiques. Il existe cependant quelques méthodes qui permettent de déterminer le début d'un stress hydrique.

Précisons toutefois que, même si ces méthodes indiquent que la plante a besoin d'eau, elles ne fournissent aucune indication quant à la quantité d'eau requise. De plus, elles ne renseignent probablement pas assez tôt sur le début du stress hydrique pour servir comme outils à l'établissement du calendrier des irrigations.

SYMPTÔMES VISUELS

La couleur de la plante, le flétrissement, la croissance des feuilles, le développement des fruits, ainsi que la croissance de la tige ou du tronc, sont des indices qui ont été mesurés pour déterminer à quel moment irriguer.

TEMPÉRATURE DES FEUILLES

La température des feuilles a tendance à être plus élevée lorsque la plante manque d'eau. La température peut être rapidement mesurée à l'aide d'un thermomètre à infrarouge.

RÉFLECTANCE DES FEUILLES

Les feuilles de plantes qui manquent d'eau réfléchissent moins de lumière infrarouge que celles de plantes bien hydratées; la photographie aérienne à infrarouge a été utilisée pour déceler le stress hydrique des cultures.

INSTRUMENTS

Les instruments mesurent la conductance et la transpiration stomatiques (les stomates sont les pores par lesquels la plante respire), deux phénomènes qui ont tendance à diminuer à mesure que le stress hydrique augmente.



L'observation des signes indicateurs d'un stress hydrique pour établir le calendrier des irrigations comporte des limites évidentes. Le manque d'eau a eu pour effet d'interrompre la croissance et a probablement endommagé les tissus de ces pêchers.

CALENDRIER D'IRRIGATION : QUAND IRRIGUER ET EN QUELLES QUANTITÉS

ÉVAPOTRANSPIRATION

On peut également établir le calendrier d'irrigation à partir des estimations de l'évapotranspiration, c'est-à-dire la somme de la quantité d'eau qu'a perdue la plante par **transpiration**, et de celle qu'a perdue le sol par **évaporation**. La quantité d'eau nécessaire pour pallier l'**évapotranspiration** (ET) représente les **besoins en eau de la plante**.

MÉTHODES POUR ESTIMER L'ÉVAPOTRANSPIRATION

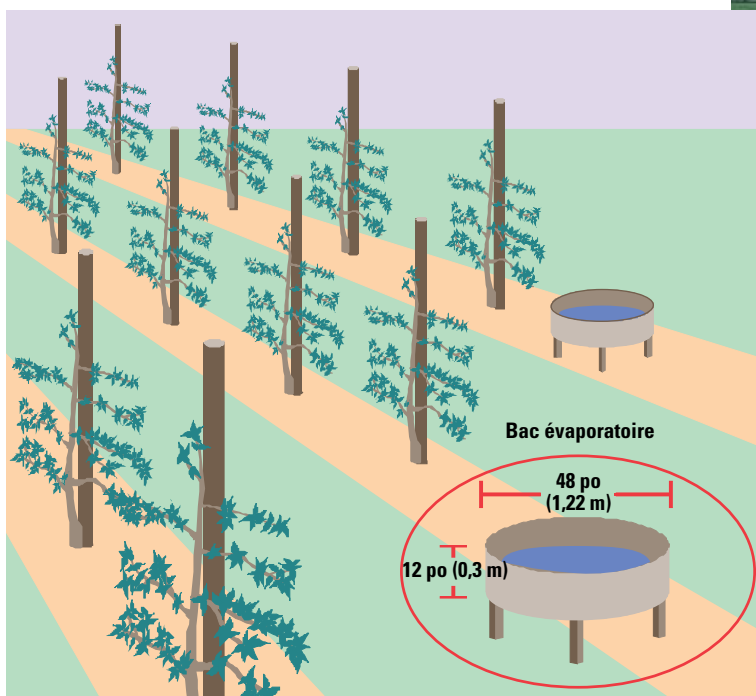
Bac évaporatoire

► Certaines stations météorologiques locales recueillent des données sur l'évaporation.

Méthode Penman modifiée

- Il s'agit d'une méthode basée sur des données relatives à la température, au pourcentage d'ensoleillement, à l'humidité relative et à la vitesse du vent.
- Elle fait ensuite l'interprétation des données sur la température de l'air et le rayonnement.

La méthode choisie dépend des données climatiques disponibles, celles-ci variant parfois d'une région à une autre. Cependant, quelle que soit la méthode utilisée, le degré d'évapotranspiration est multiplié par un facteur cultural qui reflète le pourcentage de couverture végétale, le type de culture et le stade de croissance.

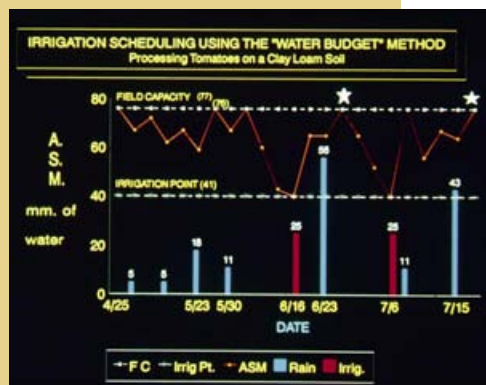


Le bac évaporatoire fournit une estimation raisonnable de l'évapotranspiration. Pour donner des résultats optimaux, les bacs doivent être placés près des cultures.



Les stations météorologiques font une estimation du taux d'évapotranspiration par la méthode du bac évaporatoire, laquelle mesure les pertes quotidiennes d'eau par évaporation. Comme l'évaporation depuis une surface d'eau libre est plus élevée lorsqu'il y a du vent, que l'humidité relative est faible, que le temps est chaud et ensoleillé, les mesures d'ET seront nécessairement plus grandes dans de telles conditions.

CALENDRIER D'IRRIGATION : QUAND IRRIGUER ET EN QUELLES QUANTITÉS



Ce graphique indique les dates des précipitations et leurs quantités, les périodes d'irrigation et la teneur en eau disponible dans le sol (pour l'exemple qui suit), tout au long de la saison de croissance. On voit la teneur en eau disponible pour les tomates de transformation, sur un loam sableux durant la saison de croissance.

CALENDRIER D'IRRIGATION FONDÉ SUR LES DONNÉES D'ÉVAPOTRANSPIRATION : MÉTHODE DU BILAN HYDRIQUE

La méthode du bilan hydrique permet d'établir le calendrier d'irrigation à partir des données sur l'évapotranspiration. Cette méthode est peu coûteuse, simple et relativement précise. Elle repose sur les hypothèses suivantes :

- L'eau du sol est considérée comme un réservoir de l'eau disponible.
- La capacité au champ est atteinte lorsque le réservoir est plein (la quantité d'eau retenue dans le sol après qu'une pluie a saturé la terre et que le surplus d'eau se soit drainé).
- L'utilisation d'eau par la plante (évapotranspiration) abaisse le niveau d'eau dans le réservoir.
- Les précipitations et l'irrigation augmentent le niveau d'eau dans le réservoir.

L'exemple qui suit, prenant le cas d'un producteur de tomates du Sud-Ouest de l'Ontario, aidera sans doute à mieux comprendre la méthode du bilan hydrique. Chaque étape est décrite et illustrée et correspond à la fiche sur l'établissement du calendrier d'irrigation qui apparaît à la page 42.

Voici des renseignements essentiels sur l'exploitation :

Station météorologique la plus proche	Windsor
Type de sol	loam sableux
Culture	tomate
Précipitations saturantes	19 juin
Système d'irrigation	asperseurs

Tableau 1. VARIATION DE LA RÉSERVE EN EAU DISPONIBLE SELON LA TEXTURE DU SOL

TEXTURE DU SOL

RÉSERVE EN EAU DISPONIBLE (po d'eau/po de sol = mm d'eau/mm de sol)

	Fourchette	Moyenne
SABLE	0,05-0,08	0,065
SABLE LOAMEUX	0,07-0,10	0,085
LOAM SABLEUX	0,09-0,12	0,11
LOAM	0,13-0,17	0,15
LOAM LIMONEUX	0,14-0,17	0,16
LOAM LIMONO-ARGILEUX	0,15-0,20	0,18
LOAM ARGILEUX	0,15-0,18	0,17
ARGILE	0,15-0,17	0,16

CALENDRIER D'IRRIGATION : QUAND IRRIGUER ET EN QUELLES QUANTITÉS

Avant de commencer :

Estimer la quantité maximale d'eau disponible pour la culture dans la zone racinaire (capacité au champ).

Quantité totale d'eau disponible dans la zone racinaire, à la capacité au champ :

= capacité d'eau disponible selon le type de sol (voir tableau 1 à la page 40) x profondeur d'enracinement de la culture (tableau 2 ci-dessous)

= 0,11 mm/mm x 300 mm = 0,11 po/po x 12 po

= 33 mm = 1,32 po

Noter la QUANTITÉ D'EAU DISPONIBLE DANS LE SOL (à la capacité au champ) sur la feuille de travail de la page 42.

Déterminer le taux admissible d'appauvrissement en eau dans la zone d'irrigation (seuil d'irrigation).

Taux d'appauvrissement admissible (seuil d'irrigation) :

= 50 % de l'eau disponible dans le sol

= 33 mm x 50 % = 1,32 po x 50 %

= 16,5 mm = 0,66 po

Inscrire le SEUIL D'IRRIGATION (50 % DE L'EAU DISPONIBLE DU SOL) sur la feuille de travail des pages qui suivent.

(Dans cet exemple, nous utiliserons des mesures métriques car on inscrit les averse et on prédit l'évapotranspiration en millimètres.)

Tableau 2. PROFONDEUR D'ENRACINEMENT – CULTURES HORTICOLES

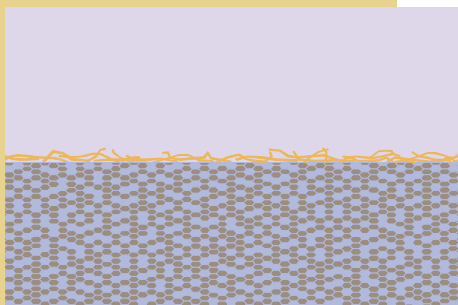
CULTURE	PROFONDEUR D'IRRIGATION – mm (po)
HARICOT, CHOUX, CÉLERI, CONCOMBRE, LAITUE, MELON, OIGNON, POIS, RADIS, TOMATE, POMME DE TERRE	300 (12)
POMME	900 (36)
CERISE	750 (30)
RAISIN	900 (36)
PÊCHE	750 (30)
POIRE	750 (30)
FRAMBOISE	600 (24)
FRAISE	300 (12)

Tableau 2a. PROFONDEUR D'ENRACINEMENT – GRANDES CULTURES COMMUNES

CULTURE	PROFONDEUR D'IRRIGATION – mm (po)
MAÏS	600 (24)
SOYA, HARICOT BLANC, TABAC, POIS DE GRANDE CULTURE	300 (12)

CALENDRIER D'IRRIGATION : QUAND IRRIGUER ET EN QUELLES QUANTITÉS

ÉTAPE 1 Utiliser les données de l'exemple précité : Incrire la quantité d'EAU DISPONIBLE DANS LE SOL sur la Feuille de travail du calendrier d'irrigation (ci-dessous). Choisir une date de début. Dans l'exemple, des précipitations saturantes se sont produites le 19 juin. Le 20 juin sera donc choisi comme date de début. Incrire cette date sur la première ligne de la colonne 1 de la feuille de travail. Indiquer la quantité d'eau disponible dans le sol à cette date (dans le cas présent l'EAU DISPONIBLE DANS LE SOL à la capacité au champ est de 33,0) dans la colonne 7 du BILAN HYDRIQUE DU SOL (début).



FEUILLE DE TRAVAIL DU CALENDRIER D'IRRIGATION

Champ : _____

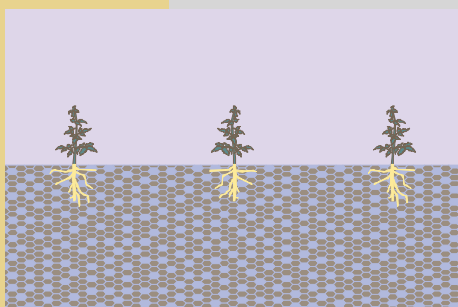
Culture : Tomates

EAU DISPONIBLE DANS LE SOL à la capacité au champ : 33 mm

SEUIL D'IRRIGATION à 50 % de l'eau disponible dans le sol : 16,9 mm

Colonne (1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
DATE	FACTEUR X CULTURAL	ET mm	= ET CORRIGÉE mm	PRÉCIPITATIONS mm	IRRIGATION mm	BILAN HYDRIQUE DU SOL (début) mm	BILAN HYDRIQUE DU SOL (fin) mm
20 juin	0,7	X 4,2	= 2,9			33,0	30,1
21 juin	0,7	X 4,2	= 2,9	20		30,1	33,0
22 juin	0,7	X 4,2	= 2,9			33,0	30,1
23 juin	0,7	X 4,2	= 2,9			30,1	27,2
24 juin	0,7	X 4,2	= 2,9			27,2	24,3
25 juin	0,7	X 4,9	= 3,4			24,3	20,9
26 juin	0,7	X 4,9	= 3,4			20,9	17,5
27 juin	0,7	X 4,9	= 3,4		18,9	17,5	33,0
28 juin	0,7	X 4,9	= 3,4			33,0	29,6
29 juin	0,7	X 4,9	= 3,4			29,6	26,2
30 juin	0,7	X 4,9	= 3,4	5		26,2	27,8
1 ^{er} juillet	0,7	X 4,9	= 3,4			27,8	24,4

Une copie vierge de cette feuille de travail se trouve à la 3^e page de couverture (CV3). Il est suggéré d'en faire des photocopies.



ÉTAPE 2 Choisir le FACTEUR CULTURAL pour chaque jour dans les tableaux 3 et 4. Le FACTEUR CULTURAL est une estimation du pourcentage du sol couvert par le feuillage de la plante; il est combiné au degré d'évapotranspiration (ET) (tableau 5) pour estimer l'utilisation quotidienne d'eau par la culture. Dans l'exemple, les tomates ont déjà eu une première fleur. Grâce au tableau 3, on sait que le facteur cultural est de 0,7 après la 1^{re} fleur. Voir la colonne 2 ci-dessus. À noter que le facteur cultural change à mesure que la plante croît.

CALENDRIER D'IRRIGATION : QUAND IRRIGUER ET EN QUELLES QUANTITÉS

Tableau 3. FACTEURS CULTURAUX DE CERTAINS LÉGUMES

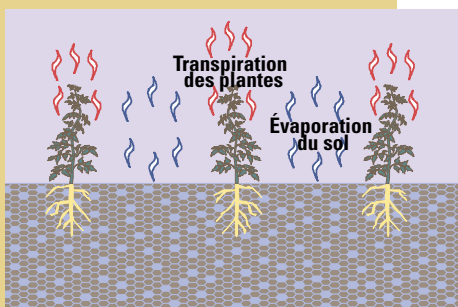
SOL NU	0,2	
CHOU, CHOU-FLEUR	0,4 0,7 1,0	des semis ou du repiquage au début de la pomaison du début de la pomaison au remplissage complet des rangées reste de la saison
MAÏS SUCRÉ	0,4 0,7 1,0	des semis au début de l'apparition de la panicule dans le cornet de l'apparition de la panicule à la formation des soies reste de la saison
TOMATE, POMME DE TERRE, POIVRON	0,4 0,7 0,7 0,7 1,0	des semis ou du repiquage à l'apparition de la 1 ^{re} fleur de l'apparition de la 1 ^{re} fleur au stade de développement maximal (TOMATE) de l'apparition de la 1 ^{re} fleur à la tubérisation (POMME DE TERRE) de l'apparition de la 1 ^{re} fleur au développement des fruits (POIVRON) reste de la saison

Tableau 4. FACTEURS CULTURAUX DE CERTAINS ARBRES FRUITIERS
varient selon le genre de culture et la densité de plantation

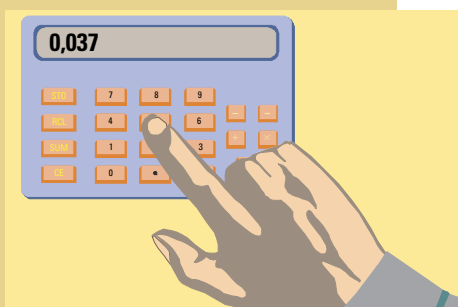
MOIS	GAZON PERMANENT AVEC HERBICIDE EN BANDES		CULTURE NETTOYANTE AVEC COUVERT VÉGÉTAL	
	Non fructifère	À maturité	Non fructifère	À maturité
AVRIL	0,2	0,2	0,2	0,2
MAI	0,3	0,3	0,3	0,3
JUIN (1 ^{ER} -15)	0,3	0,4	0,3	0,4
JUIN (16-30)	0,5	0,6	0,4	0,5
JUILLET	0,6	1,0	0,5	0,65
AOÛT	0,6	1,0	0,5	0,65
SEPTEMBRE	0,5	0,95	0,3	0,5

Arbres non fructifères (1-4 ans); arbres à maturité (plus de 4 ans).

CALENDRIER D'IRRIGATION : QUAND IRRIGUER ET EN QUELLES QUANTITÉS



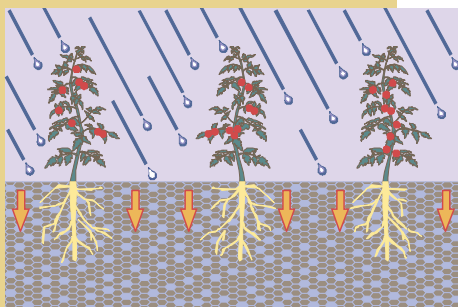
ÉTAPE 3 Indiquer le degré d'évapotranspiration (ET) pour chaque jour, à partir des données obtenues du tableau 5 (p. 45), ou d'une autre source fiable. Des exemples sont donnés à la colonne 3 de la feuille de travail.



ÉTAPE 4 Calculer l'ET corrigée = ET x FACTEUR CULTURAL
Pour le 20 juin :

$$\begin{aligned} &= 4,2 \text{ mm} \times 0,7 &= 0,17 \text{ po} \times 0,7 \\ &= 2,9 \text{ mm} &= 0,12 \text{ po} \end{aligned}$$

Entrer cette valeur dans la colonne ET corrigée pour le 20 juin. Voir la colonne 4 de la feuille de travail.



ÉTAPE 5 Noter les précipitations quotidiennes ou les quantités d'eau d'irrigation fournies chaque jour. Installer des pluviomètres dans le champ pour mesurer les précipitations. Ces instruments peuvent également être utilisés pour vérifier la quantité d'eau d'irrigation appliquée avec un système d'aspersion sur frondaison. Lorsqu'il y a ruissellement en surface à la suite de précipitations abondantes en un court laps de temps, n'inscrire que 75 % des précipitations totales reçues.

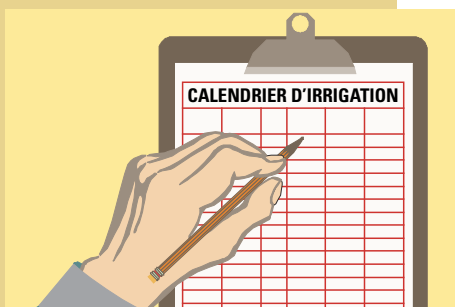
Dans l'exemple, il a plu les 21 et 30 juin. Voir la colonne 5 de la feuille de travail.

CALENDRIER D'IRRIGATION : QUAND IRRIGUER ET EN QUELLES QUANTITÉS

Tableau 5. VALEUR MAXIMALE QUOTIDIENNE MOYENNE D'ET (mm)

Mois	Date	Windsor	Ridgetown	London	Simcoe	Vineland	Toronto	Mt. Forest	Trenton	Ottawa	North Bay	Thunder Bay
MAI	7	2,1	2,2	2,4	2,8	2,0	2,3	3,0	2,1	3,0	2,7	2,4
	14	3,5	3,7	3,7	3,7	3,6	3,6	3,6	3,5	3,7	3,1	3,1
	21	3,6	3,8	3,9	4,6	3,2	3,9	4,0	3,6	4,2	3,3	3,3
	28	4,1	4,0	3,7	4,9	3,3	3,8	3,3	3,3	3,5	2,9	3,7
JUIN	4	4,2	4,3	4,1	4,8	3,9	4,3	4,5	4,3	4,6	3,9	4,0
	11	4,3	4,2	4,2	5,2	4,4	4,2	3,8	4,1	4,6	4,1	4,1
	18	4,2	4,3	4,1	5,4	4,3	4,4	4,5	4,0	4,6	3,9	4,1
	25	4,9	4,7	4,5	5,5	5,3	4,6	5,2	4,8	4,5	4,0	4,9
JUILL.	2	4,6	4,7	4,9	5,3	4,7	4,5	5,3	4,5	4,7	4,1	4,3
	9	5,4	5,2	4,5	5,5	5,2	4,9	5,1	5,1	5,0	4,2	4,7
	16	4,9	4,9	4,4	5,0	4,8	4,7	4,8	4,4	4,3	4,0	4,8
	23	4,7	4,6	4,4	5,6	4,4	4,8	4,5	4,5	4,9	4,0	5,1
	30	4,8	4,2	4,3	5,1	3,3	3,9	4,7	4,2	4,5	3,7	4,5
AOÛT	6	4,8	4,7	4,2	4,6	4,3	4,5	4,8	4,1	4,3	3,6	4,0
	13	3,6	3,8	3,5	4,5	3,3	3,6	3,2	3,3	3,2	2,6	4,2
	20	3,4	3,0	3,6	3,5	3,2	3,2	3,7	3,4	3,4	2,6	2,8
	27	3,5	3,3	3,5	4,3	3,3	3,4	3,5	3,0	3,1	2,4	2,7
SEPT.	3	3,5	3,2	3,4	4,5	3,2	3,3	3,3	3,2	3,5	2,7	2,8
	10	3,3	3,4	2,8	3,9	2,7	3,0	3,4	2,6	2,4	2,5	2,3
	17	2,4	2,4	2,3	3,0	2,5	2,7	2,2	1,7	1,3	1,0	1,6
	24	2,3	2,4	2,3	2,9	2,2	1,6	1,7	1,7	1,9	0,7	1,1

CALENDRIER D'IRRIGATION : QUAND IRRIGUER ET EN QUELLES QUANTITÉS



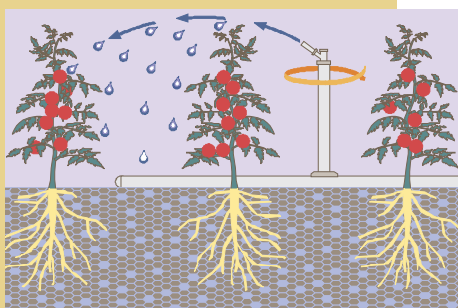
ÉTAPE 6 Calculer le **BILAN HYDRIQUE** quotidien DU SOL = Bilan hydrique du sol (début) – ET corrigée + Précipitations + Irrigation. Pour le 20 juin :

$$\begin{aligned} &= 33 \text{ mm} - 2,9 \text{ mm} + 0 \text{ mm} + 0 \text{ mm} && = 1,32 \text{ po} - 0,11 \text{ po} + 0 \text{ po} + 0 \text{ po} \\ &= 30,1 \text{ mm} && = 1,21 \text{ po} \end{aligned}$$

Indiquer cette valeur dans la colonne **BILAN HYDRIQUE DU SOL (fin)** pour le 20 juin. Reporter cette valeur dans la colonne **BILAN HYDRIQUE DU SOL (début)** pour le 21 juin.

Le 21 juin, le bilan hydrique totalise 47,2 mm (1,86 po). Le bilan hydrique ne peut être supérieur à la quantité d'eau disponible dans le sol. Si cela se produit, indiquer la valeur de la quantité d'eau disponible (33 mm ou 1,32 po). Voir la colonne 8 de la feuille de travail.

Répéter ce calcul pour chaque jour de la saison de croissance.



ÉTAPE 7 Irriguer lorsque le bilan hydrique du sol atteint le **SEUIL D'IRRIGATION** (50 % de l'eau disponible dans le sol). Dans l'exemple indiqué, le bilan hydrique du sol diminue à 17,5 mm (0,69 po), ce qui indique qu'il faut irriguer. Le 27 juin, le producteur irrigue jusqu'au moment d'atteindre 100 % de la quantité d'eau disponible dans le sol (33 mm ou 1,32 po). Comme il utilise un système d'irrigation par aspersion, on présume d'un taux d'efficacité de 75 %; la quantité d'eau requise est corrigée à la hausse, en divisant par 0,75.

Quantité d'eau requise :

$$\begin{aligned} &= 100 \% \text{ de l'eau disponible dans le sol} + \text{ET corrigée} - \text{bilan hydrique du sol (début)} \\ &= 33 \text{ mm} + 3,4 \text{ mm} - 17,5 \text{ mm} && = 1,32 \text{ po} + 0,13 \text{ po} - 0,69 \text{ po} \\ &= 18,9 \text{ mm} && = 0,76 \text{ po} \end{aligned}$$

Pour les systèmes d'irrigation par aspersion, présumer d'un taux d'efficacité de 75 % :

$$\begin{aligned} &= \text{Quantité d'eau requise} \div 0,75 \\ &= 18,9 \text{ mm} \div 0,75 && = 0,76 \text{ po} \div 0,75 \\ &= 25,2 \text{ mm} && = 1,01 \text{ po} \end{aligned}$$

Noter la quantité d'eau d'irrigation nécessaire à la colonne **IRRIGATION**. À la date d'irrigation, le **BILAN HYDRIQUE DU SOL (fin)** doit être de 100 % de la quantité d'eau disponible dans le sol.

Grâce à la surveillance et à de simples calculs, l'établissement du calendrier peut rendre l'irrigation plus opportune, plus précise et plus économique.

CALENDRIER D'IRRIGATION : QUAND IRRIGUER ET EN QUELLES QUANTITÉS

ÉTABLISSEMENT DU CALENDRIER PAR ORDINATEUR

Dans certaines régions et pour certaines cultures, on utilise des programmes informatiques pour établir les calendriers d'irrigation. Les données sur la culture, les précipitations, la dernière irrigation et les mesures prises sur l'humidité du sol (p. ex. lectures de tensiomètres) sont entrées dans l'ordinateur, qui fait ensuite les calculs du bilan hydrique de la culture et détermine le moment où il faut irriguer. L'ordinateur peut même activer et stopper automatiquement le système d'irrigation, s'il est relié à un réseau goutte-à-goutte, à un système de pivot central ou à des asperseurs permanents. Le MAAO continue d'évaluer les programmes de calendrier d'irrigation, l'équipement nécessaire et leur adaptation à différentes situations.

FACTEURS À CONSIDÉRER AU MOMENT D'IRRIGUER

On doit éviter de gaspiller l'eau d'irrigation. Pour ce faire, il faut connaître le taux d'infiltration de l'eau dans le sol, c'est-à-dire la vitesse à laquelle l'eau est absorbée par le sol; ceci détermine la quantité d'eau à appliquer par heure. Appliquer l'eau à un débit plus élevé que le sol ne peut l'absorber entraîne le ruissellement. Le tableau 6 ci-dessous présente le taux maximal d'application d'eau par heure, selon le type de sol. Les sols de texture grossière ont un taux d'absorption plus élevé que les sols de texture fine. Il est recommandé de placer des pluviomètres ou des jauges d'irrigation dans les champs, pour vérifier la quantité d'eau qui a été appliquée (irrigation sur frondaison seulement). Ces jauges permettent aussi d'enregistrer les précipitations et d'ajuster le calendrier d'irrigation en conséquence.

Tableau 6. FOURCHETTES DES TAUX D'INFILTRATION SELON LES SOLS

TYPE DE SOL	TAUX D'INFILTRATION			
	(po/h)		(mm/h)	
	Fourchette	Moyenne	Fourchette	Moyenne
SABLE	0,5-1,0	0,70	12-25	18
SABLE LOAMEUX	0,3-0,8	0,55	7-20	14
LOAM SABLEUX	0,3-0,8	0,55	7-20	14
LOAM	0,3-0,8	0,55	7-20	14
LOAM LIMONEUX	0,2-0,3	0,25	4-8	6
LOAM LIMONEUX ARGILEUX	0,2-0,3	0,25	4-8	6
LOAM ARGILEUX	0,2-0,3	0,25	4-8	6
ARGILE	0,1-0,25	0,20	2-6	4

Pour la plupart des cultures, il existe des stades de croissance où un stress hydrique risque de réduire considérablement le rendement et/ou la qualité de la culture. Bien qu'il soit souhaitable de maintenir un taux d'humidité adéquat durant toute la période de croissance, l'irrigation prend une importance toute particulière durant les phases critiques de croissance.

Grâce à des méthodes de contrôle et de calcul simples, l'établissement du calendrier peut rendre l'irrigation plus opportune, plus précise et plus rentable.