

PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES

Gestion de l'irrigation



ÉDITION RÉVISÉE, 2004

Canada

 Ontario

Conduites latérales
nécessaires



TABLES DE CONVERSION

ESPACEMENT DES CONDUITES		LONGUEUR PAR ACRE*	LONGUEUR PAR HECTARE*
(pi)	(m)	(pi)	(m)
20	6	2178	1667
30	9	1452	1111
40	12	1089	833
45	15	968	667
50	18	871	556
75	25	581	400
100	30	436	333

* Exigences concernant les conduites principales et secondaires non comprises.

Conversion à partir
des mesures métriques



SYMBOLE	MESURE CONNUE	MULTIPLIER PAR	MESURE OBTENUE	SYMBOLE
Longueur				
mm	millimètre	0,039	pouce	po
m	mètre	3,281	pied	pi
km	kilomètre	0,621	mille	mi
Superficie				
m ²	mètre carré	10,764	pied carré	ft ²
km ²	kilomètre carré	0,394	mille carré	mi ²
ha	hectare	2,471	acre	ac
Volume				
L	litre	0,264	gallon américain	gal US
L	litre	0,220	gallon impérial	gal imp.
L	litre	0,001	mètre cube	m ³
Débit				
L/s	litre par seconde	15,850	gallons US par minute	gal US/min
L/min	litre par minute	0,264	gallon imp. par minute	gal US/min
m ³ /s	mètre cube par seconde	35,31	pied cube par seconde	pi ³ /s
Autres				
W	watt	0,00134	cheval-vapeur	hp
kPa	kilopascal	0,15	livre/pouce carré	lb/po ²

Pour passer des mesures impériales aux mesures métriques, diviser par le chiffre de la troisième colonne. Par exemple, si la mesure connue est de 1,5 pouce et qu'on veut la convertir en millimètres, diviser 1,5 par 0,039 pour obtenir 38,1 mm.

Pour une table de conversion au système métrique plus détaillée, consulter la publication 75F du MAAO, *Guide de lutte contre les mauvaises herbes*.

Que sont les pratiques de gestion optimales?

- Une méthode éprouvée, pratique et abordable qui permet de conserver le sol, l'eau et les autres richesses naturelles des régions rurales.

Qui établit les pratiques de gestion optimales?

- Une équipe qui représente les multiples facettes du milieu agricole et des biens-fonds ruraux de l'Ontario, notamment des agriculteurs, des chercheurs, des gestionnaires des richesses naturelles, des vulgarisateurs et des négociants agricoles.

En quoi consiste la série Les pratiques de gestion optimales?

- Elle comprend des fascicules innovateurs et primés, toutes couleurs, qui offrent nombre d'options pouvant être taillées sur mesure pour répondre à des circonstances et préoccupations environnementales particulières.

- Voici la liste des fascicules actuellement disponibles :

Bandes tampons

La gestion de l'agro-foresterie et de l'habitat

Grandes cultures

Gestion de l'habitat du poisson et de la faune

Cultures horticoles

Gestion intégrée des ennemis des cultures

Gestion de l'irrigation

Gestion des fumiers

Semis direct : les secrets de la réussite

Gestion des éléments nutritifs

Planification de la gestion des éléments nutritifs

Entreposage, manutention et application des pesticides

Gestion du sol

Gestion de l'eau

Les puits

Comment puis-je en obtenir un exemplaire?

- Si vous êtes agriculteur en Ontario, vous pouvez obtenir un exemplaire gratuit de chaque fascicule au bureau du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de votre région.

- Pour commander à l'unité ou en nombre tous les autres titres ou commander des ensembles complets de fascicules, veuillez communiquer avec la Fédération de l'agriculture de l'Ontario, à l'attention du Directeur, PGO, 40, av. Eglinton Est, 5^e étage, Toronto (Ontario) M4P 3B1. Tél.: 416 485-3333.

- Pour un formulaire de commande en ligne, rendez-vous à l'adresse Internet <http://www.gov.on.ca/OMAF/french/products/best.html>.

- Veuillez noter que le prix varie selon le fascicule et la quantité commandée.



Table des matières

1	INTRODUCTION	33	Sonde à neutrons
3	Avantages de l'irrigation	34	Emplacement des appareils de mesure
5	Protection des ressources en eau	35	Moyens de mesurer l'humidité du sol (tableau récapitulatif)
6	Conception, matériel et gestion	38	Surveillance des végétaux pour détecter le stress hydrique
8	SOURCES D'ALIMENTATION EN EAU	39	Évapotranspiration
9	Types de sources d'alimentation en eau	40	Calendrier d'irrigation fondé sur les données d'évapotranspiration : Méthode du bilan hydrique
17	Préoccupations concernant la qualité de l'eau	47	Établissement du calendrier par ordinateur
19	LOIS, POLITIQUES ET PERMIS – PRÉLÈVEMENT D'EAU ET INTERVENTION EN CAS DE BAS NIVEAU	47	Facteurs à considérer au moment d'irriguer
19	Permis de prélèvement d'eau	48	SYSTÈMES D'IRRIGATION
21	Gestion des bas niveaux d'eau en Ontario	49	Irrigation par aspersion
22	Quelques lois et directives protégeant les ressources en eau	50	Systèmes à asperseurs fixes
24	CALENDRIER D'IRRIGATION : QUAND IRRIGUER ET EN QUELLES QUANTITÉS	55	Systèmes mobiles d'irrigation par aspersion
24	Cycle de l'eau	61	Micro-irrigation (irrigation goutte-à-goutte ou localisée)
25	Bilan hydrique : Précipitations et besoins des cultures	64	Réseau de micro-irrigation souterrain
25	Eau du sol	65	Drainage contrôlé/Irrigation souterraine
27	Besoins en eau des cultures	66	Drainage contrôlé
28	Établissement du calendrier d'irrigation	67	Irrigation souterraine par le réseau de drainage
29	Surveiller l'humidité du sol	68	Prix des différents systèmes d'irrigation à l'acre
29	Genres de mesures	69	Pompes d'irrigation
30	Évaluation du sol par palpation	69	Pompes centrifuges
30	Tensiomètre	70	Pompes à turbine
33	Résistance électrique	71	Sources d'énergie
33	Réflexométrie à dimension temporelle (RDT)	71	Moteurs électriques
		72	Moteurs à combustion interne
		74	Matériel
		74	Conduites
		75	Raccords
		76	Asperseurs



Table des matières

77 PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES POUR LA PRODUCTION DE CULTURES

- 77 Économiser l'eau
- 80 Surveiller le taux d'utilisation de l'eau
- 81 Fruits
- 83 Fruits de vergers et raisin
- 84 Petits fruits
- 86 Légumes
- 91 Arbres à noix
- 93 Tabac
- 94 Matériel de pépinière cultivé en plein champ
- 95 Matériel de pépinière cultivé en contenants
- 97 Gazon

98 APPLICATIONS SPÉCIALES

- 98 Fertirrigation des légumes de plein champ et des arbres fruitiers
- 103 Chimigation
- 105 Lutte contre l'érosion éolienne
- 106 Protection des petits fruits contre le gel
- 107 Refroidissement par évaporation

109 ANALYSE COÛTS-AVANTAGES

- 110 Fiche 1 : Besoins en eau et en énergie
- 111 Fiche 2 : Coûts annuels de propriété, de réparation et d'entretien
- 113 Fiche 3 : Coûts annuels de fonctionnement
- 115 Fiche 4 : Résumé des coûts et des avantages
- 116 Fiche 5 : Calcul du seuil de rentabilité
- 116 Réparations, entretien et durée de vie utile

CV2 TABLES DE CONVERSION

CV3 FEUILLE D'ÉTABLISSEMENT DU CALENDRIER D'IRRIGATION (à photocopier)

INTRODUCTION

Les cultures de grande valeur, comme les fruits, les légumes, le tabac, le gazon et le matériel de pépinière, doivent être de première qualité pour bien se vendre sur le marché. Or, pour obtenir une telle qualité, le producteur doit prendre des décisions de gestion éclairées, en particulier en ce qui a trait aux intrants de production.

Qu'elle provienne des précipitations ou d'un réseau d'irrigation, l'eau revêt à cet égard une importance capitale. Les précipitations naturelles sont imprévisibles. Les plantes ont toutefois besoin d'un apport suffisant en eau de bonne qualité au bon moment. En contrôlant l'apport en eau des cultures, l'agriculteur maîtrise du même coup une variable de production indispensable. Au cours des prochaines années, l'irrigation pourrait jouer un rôle crucial en raison des variations et fluctuations fréquentes des conditions climatiques.

Outre les bonnes pratiques culturales, l'irrigation constitue la meilleure technique pour répondre aux besoins hydriques des cultures lorsque les précipitations naturelles sont insuffisantes. Le présent fascicule vous aidera à planifier et à adopter des pratiques de gestion optimales afin de répondre aux besoins hydriques des cultures d'une manière à la fois rentable, sécuritaire et respectueuse pour l'environnement.

Il y a lieu cependant de préciser que l'irrigation ne convient pas dans tous les cas. Il faut en effet que les avantages qui découlent de l'irrigation soient supérieurs aux coûts associés à un tel système. Le tableau de la page suivante présente une liste de critères à examiner avant d'acheter ou de modifier un réseau d'irrigation ou tout simplement pour évaluer les exigences du réseau d'irrigation.



Les pommes de terre de table et de transformation doivent être irriguées pour donner un rendement élevé et atteindre une qualité supérieure.



Une bonne récolte de céleri repose sur l'irrigation.

INTRODUCTION

CRITÈRES À EXAMINER AVANT L'INSTALLATION D'UN RÉSEAU D'IRRIGATION

CRITÈRE GÉNÉRAL	PRÉCISIONS
QUALITÉ DE L'EAU	<ul style="list-style-type: none"> • L'eau d'irrigation doit être exempte de pesticides (herbicides), de métaux lourds, de matières organiques solides, de sels, de nématodes et d'autres parasites. • L'eau doit être à la bonne température et son pH doit convenir à la culture à irriguer.
QUANTITÉ D'EAU	<ul style="list-style-type: none"> • Le réseau doit pouvoir fournir, sur demande, un volume d'eau suffisant. • Le réseau doit être conçu pour répondre aux besoins en périodes critiques (p. ex. pour assurer la protection contre le gel, le réseau doit pouvoir être utilisé pendant plusieurs nuits consécutives). • Une stratégie doit être prévue pour assurer le renouvellement des volumes limités d'eau.
RÉGLEMENTATION ET CONSIDÉRATIONS JURIDIQUES	<ul style="list-style-type: none"> • Le producteur doit s'assurer que tous les règlements et normes en vigueur sont respectés avant de prélever de l'eau à des fins d'irrigation. • En vertu de la <i>Loi sur les ressources en eau de l'Ontario</i>, il faut obtenir un permis pour prélever de l'eau d'une source superficielle ou souterraine, ou des deux, si la quantité prélevée est supérieure à 50 000 litres (10 000 gal imp.) par jour.
INVESTISSEMENTS	<ul style="list-style-type: none"> • Les investissements en capital et les coûts d'exploitation peuvent varier considérablement, selon le type de système, la source d'énergie, le profil d'utilisation, la culture, l'emplacement du champ et l'entretien.
MAIN-D'ŒUVRE ET GESTION	<ul style="list-style-type: none"> • Les besoins en main-d'œuvre varient d'un système à un autre.
RÉPERCUSSIONS ENVIRONNEMENTALES	<ul style="list-style-type: none"> • L'irrigation ne doit pas compromettre le cycle de l'eau d'un écosystème fragile, ni nuire à la qualité de l'eau ou à la quantité d'eau disponible pour les usagers en aval.
SÉCURITÉ	<ul style="list-style-type: none"> • Le réservoir d'irrigation représente un danger potentiel, en particulier s'il est facile d'accès. • On devrait clôturer le réservoir et installer des panneaux d'avertissement aux endroits présentant des risques élevés. • Certains réseaux d'irrigation comportent en soi des risques élevés lorsqu'ils sont en utilisation, à cause de la forte pression de fonctionnement ou des dangers électriques potentiels qui y sont associés.



Les besoins en main-d'œuvre varient d'un système à un autre.

Examinons maintenant les avantages de l'irrigation, en tenant compte des critères mentionnés ci-dessus.



Dans la mesure du possible, les réservoirs d'irrigation doivent être clôturés et identifiés à l'aide de panneaux d'avertissement.

INTRODUCTION

AVANTAGES DE L'IRRIGATION

ÉTABLISSEMENT

- Les cultures qui viennent d'être semées ou repiquées ont besoin d'eau pour leur germination ou leur enracinement, en particulier les arbres fruitiers et les arbres à noix, les petits fruits, les vignes, le matériel de pépinière et les légumes de plein champ.

CROISSANCE ET VIGUEUR

- Les végétaux ont besoin d'eau durant toutes leurs phases de croissance, notamment la division cellulaire, l'allongement des cellules, la photosynthèse et la transpiration – la transpiration a pour effet de rafraîchir la plante durant sa croissance.

FLORAISON ET DÉVELOPPEMENT DES FRUITS

- Un apport en eau suffisant favorise la formation des bourgeons à fruits et à fleurs (feuillage des jeunes arbres), la floraison, la nouaison et le grossissement des fruits.

QUALITÉ

- Dans les régions où les précipitations ou la quantité d'eau disponible dans le sol sont limitées, un réseau d'irrigation consommant peu d'eau peut améliorer la saveur, l'aspect ainsi que les qualités post-récolte de certains fruits et légumes. Dans certains cas, toutefois, l'eau d'irrigation peut altérer la saveur ou la formation des sucres de certains fruits et légumes (ce phénomène pourrait être spécifique du cultivar et du type de sol).



Toutes les cultures ont besoin d'un apport suffisant en eau pour leur croissance et leur développement. L'irrigation et la protection de cet avelinier favorisent sa croissance végétative et son développement précoce.



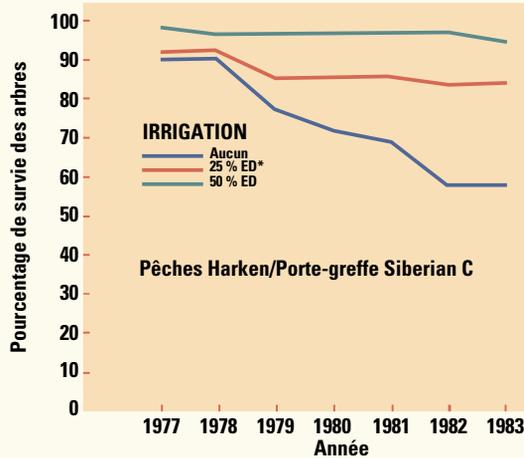
La plupart des cultures commerciales à valeur élevée ont besoin d'eau en quantité suffisante et au bon moment. En saison sèche, l'irrigation des tomates de consommation en frais améliore le calibre et la texture du fruit, et la récolte totale.



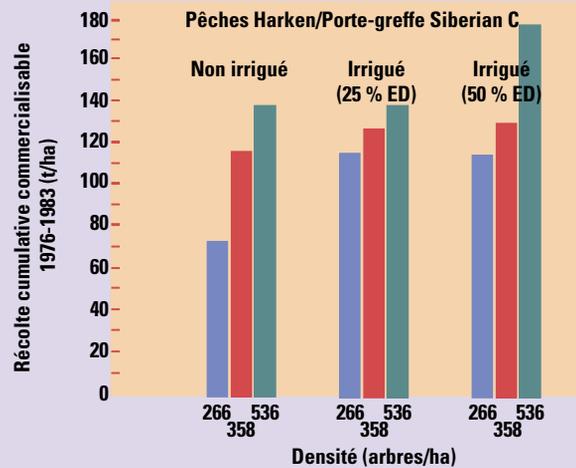
L'industrie de l'aménagement paysager exige des plants sains et productifs. L'irrigation peut aider à obtenir la qualité recherchée.

INTRODUCTION

L'irrigation favorise l'établissement des jeunes pêcheurs dans le verger. Les jeunes arbres ont besoin de beaucoup d'eau pour leur développement racinaire, la croissance de leurs rameaux et la formation des bourgeons à fruits. Dans l'ensemble, la récolte commercialisable s'en trouve augmentée.



*ED = Eau disponible



APPLICATIONS SPÉCIALES

- Refroidissement par évaporation, pour préserver la qualité des fruits et maintenir le développement de la culture durant les périodes de chaleur excessive (p. ex. fraisières, matériel de pépinière).
- Protection contre le gel des cultures à valeur élevée (p. ex. asperges et autres légumes, tabac, fruits et petits fruits).
- Protection du sol et des cultures contre l'érosion éolienne, dans des conditions extrêmes (p. ex. légumes et tabac).
- Activation des légumes mis en terre par semis direct dans les planches de semis, (p. ex. rutabaga et carotte).
- Chimigation et fertirrigation – ces techniques permettent d'appliquer à moindre coût les produits phytosanitaires et les éléments nutritifs dont les plantes ont besoin. Elles permettent aussi d'appliquer les fertilisants avec une très grande précision, notamment pour les fruits de verger, le matériel de pépinière, les petits fruits et les légumes.



La fertirrigation consiste à combiner l'irrigation et la fertilisation. Des hausses de rendement atteignant jusqu'à 20 % ont été obtenues avec la fertirrigation de cultures à valeur élevée comme le poivron vert.



L'irrigation peut réduire les pertes avec les cultures à valeur élevée. A titre d'exemple, l'irrigation par aspersion durant la floraison peut prévenir les dommages dus au gel sur les fraisières. L'inflorescence ci-contre ne souffre pas du gel. Pendant l'irrigation, l'eau devient une glace transparente, libérant une faible quantité de chaleur qui empêche les fleurs de geler.

INTRODUCTION

PROTECTION DES RESSOURCES EN EAU

L'irrigation requiert une alimentation fiable en eau fraîche et propre, provenant d'une source de surface ou souterraine. Il faut être conscient que tout prélèvement d'eau peut avoir des répercussions sur la qualité et la quantité de l'eau souterraine et de l'eau de surface.

SOMMAIRE DES PRÉOCCUPATIONS ENVIRONNEMENTALES

PRÉOCCUPATION	QUESTIONS À SE POSER
QUALITÉ	<ul style="list-style-type: none"> • Est-ce que l'eau d'irrigation, qui n'est pas utilisée par les cultures et qui retourne dans le cycle hydrologique (cycle de l'eau) est d'une qualité satisfaisante et en quantité adéquate pour les usagers en aval? • Est-ce que l'eau provenant de sources souterraines profondes, pouvant contenir des impuretés, aura un effet nocif sur les eaux de surface? • Peut-on se fier à la qualité de l'eau provenant des fossés et des drains municipaux?
QUANTITÉ	<p>Sources</p> <ul style="list-style-type: none"> • Certains plans d'eau sont-ils menacés par les activités d'irrigation? <ul style="list-style-type: none"> ◦ Les grandes rivières et les lacs à proximité (< 2 km) peuvent fournir de grandes quantités d'eau, alors que les petits cours d'eau et les milieux humides ont une capacité limitée. ◦ L'aménagement de barrages et de réservoirs et l'installation de pompes dans les cours d'eau pour faciliter le prélèvement d'eau peuvent perturber les cours d'eau et altérer le milieu aquatique. ◦ L'installation d'une grille fine dans la conduite d'aspiration pourrait éviter la destruction des petits poissons. ◦ Certaines sources souterraines peuvent venir à s'épuiser. ◦ Évaluer l'effet cumulatif de plusieurs projets de prélèvement d'eau sur la même source superficielle ou souterraine. ◦ Des prélèvements excessifs de sources souterraines peuvent provoquer le mouvement de contaminants, depuis les nappes superficielles vers les aquifères plus profonds. ◦ Un changement marqué du niveau de la nappe phréatique peut être néfaste pour les plantes ligneuses vivaces d'enracinement profond, comme les vergers de pommiers ou les boisés naturels. ◦ Les prélèvements importants faits à partir de sources souterraines peuvent abaisser le niveau d'eau des milieux humides, des petits cours d'eau et des puits avoisinants. <p>Mesure de la quantité</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mesurez-vous et signalez-vous les quantités prélevées conformément au permis de captage? <ul style="list-style-type: none"> ◦ Noter avec précision le rendement des puits. <p>Équipement</p> <ul style="list-style-type: none"> • Votre équipement est-il en bon état? Utilisez-vous comme il se doit? <ul style="list-style-type: none"> ◦ Les jauges de pression donnent une lecture erronée lorsqu'on les utilise à d'autres fins comme l'épandage de fumier liquide. • Avez-vous recours à la technologie la plus récente en vue de conserver l'eau? <p>Durée</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pouvez-vous régler la durée du prélèvement d'eau afin que le débit d'eau demeure suffisant à la fin du prélèvement? <ul style="list-style-type: none"> ◦ Programmer la durée de l'irrigation en fonction de la réponse de la culture recherchée. ◦ Les prélèvements faits de sources superficielles telles que rivières, ruisseaux et cours d'eau, ne doivent pas représenter plus de 10 % de leur débit. ◦ Aucun prélèvement supplémentaire ne sera effectué si les écosystèmes aquatiques et le cycle hydrologique risquent d'en souffrir.

INTRODUCTION



Une grande rivière, comme celle-ci, peut constituer une bonne source d'eau. Les milieux humides et les petits cours d'eau ne sont pas indiqués pour l'irrigation.



Le captage excessif d'une source d'eau souterraine peut abaisser le niveau d'eau dans les milieux humides, les petits cours d'eau et les puits situés à proximité.

CONCEPTION, MATÉRIEL ET GESTION

La conception, le matériel et la gestion continue du réseau d'irrigation constituent les trois principaux volets de l'exploitation du réseau.

Au moment de la conception, il faut tenir compte des besoins de la culture et des effets que l'irrigation produira, ainsi que des préoccupations environnementales énoncées dans le tableau précédent. Le matériel inclut la source d'énergie, les pompes, les conduites, les points d'émission et les instruments de contrôle. Enfin, la gestion continue comporte le suivi et la tenue de dossiers, l'établissement du calendrier d'irrigation et les applications proprement dites.

Les techniques d'irrigation s'améliorent sans cesse pour répondre aux demandes des agriculteurs à la recherche de systèmes toujours plus efficaces. C'est pourquoi les systèmes récents répondent aux besoins des cultures en consommant moins d'eau. L'application se fait plus en douceur, ce qui aide à préserver la structure du sol et permet d'éviter les problèmes de compactage.



Grâce à l'irrigation, les agriculteurs peuvent se trouver de nouveaux créneaux du marché, en obtenant des rendements plus prévisibles de produits de haute qualité.



Le réseau d'irrigation goutte-à-goutte assure l'apport en eau là où la plante en a besoin, de façon efficace et économique, comme on le voit ici avec un verger de pommiers de haute densité sur porte-greffes M9.

INTRODUCTION

NORMES DE L'INDUSTRIE QUANT AUX MESURES

Dans ce fascicule, on utilise des mesures métriques et impériales. Bien que, par convention, on devrait utiliser le système métrique, l'irrigation est un cas spécial.

La majorité de l'équipement (pompes, jauges, tuyaux et buses) est fabriquée aux États-Unis. La plupart des mesures sont en unités impériales, sauf pour le débit (gal US/min).

Dans bien des cas, on donne d'abord la mesure impériale, puis la mesure métrique entre parenthèses; p. ex. tuyau de 4 pouces (100 mm). Pour le volume et le débit d'eau, nous utilisons des acres-pouces et des gallons US par minute, sans donner la mesure métrique, pour respecter les normes de l'industrie.

On trouvera sur la deuxième page de couverture (CV2) des facteurs de conversion utiles.

SOURCES D'ALIMENTATION EN EAU

Le producteur qui prélève de l'eau à des fins d'irrigation doit s'assurer que ces activités n'auront pas d'effets à long terme sur l'environnement local, ni d'effets à court terme sur les autres utilisateurs. Voici, en termes plus précis, quelques-uns des facteurs à considérer :

- ▶ Estimation de la quantité d'eau requise;
- ▶ Caractère renouvelable de la source d'alimentation en eau (taux de réalimentation) – en particulier durant les périodes d'utilisation où le temps est le plus sec et où les réserves sont habituellement à leur plus bas niveau;
- ▶ Qualité de l'eau – doit convenir à la culture à irriguer;
- ▶ Effets de l'emplacement de la source d'eau sur la conception et le coût du réseau d'irrigation (distance et poussée verticale);
- ▶ Effets d'une pénurie d'eau :
 - ▷ une pénurie d'eau peut avoir un effet catastrophique si l'on utilise un système de micro-irrigation (goutte-à-goutte);
 - ▷ les effets peuvent également être désastreux si la pénurie survient lorsque l'eau est utilisée pour protéger une culture contre le gel. Les producteurs de petits fruits doivent avoir accès à une réserve d'eau capable d'alimenter leur réseau d'irrigation pendant plusieurs nuits consécutives pour protéger les plants contre le gel;
- ▶ La quantité d'eau prélevée a-t-elle des effets négatifs sur l'environnement :
 - ▷ effets sur les poissons et la faune – une grosse conduite réduit la vitesse d'aspiration de l'eau et pourrait donc permettre aux poissons de s'échapper;
 - ▷ effets sur la qualité de l'eau et la quantité d'eau dans les cours d'eau adjacents;
 - ▷ effets sur la nappe phréatique.



Vérifier le taux de réalimentation de la source d'eau – cette donnée est particulièrement importante en périodes de forte utilisation, où les ressources sont à leur plus bas niveau.

Voici quelques calculs et conversions utiles pour estimer la quantité d'eau requise :

**1 ac-po d'eau =
3630 pi³ = 27 154 gal US = 22 160 gal imp. = 102 800 L**

**Par exemple :
10 acres de terre à irriguer avec 1 1/2 po (38 mm) d'eau**

**Volume requis =
10 x 1,5 x 3630 = 54 450 pi³ d'eau = 339 150 gal imp.**

**Équivalent en réservoir =
90 pi x 90 pi x 15 pi (27 m x 27 m x 4,6 m)**

Avec un puits d'une capacité de 10 gal imp./min, il faudra 23,5 j pour pomper suffisamment l'eau pour couvrir cette superficie.

Pour irriguer ce champ directement à partir du puits, en une période de 10 heures, il faudrait un puits d'une capacité supérieure à 565 gal imp./min.

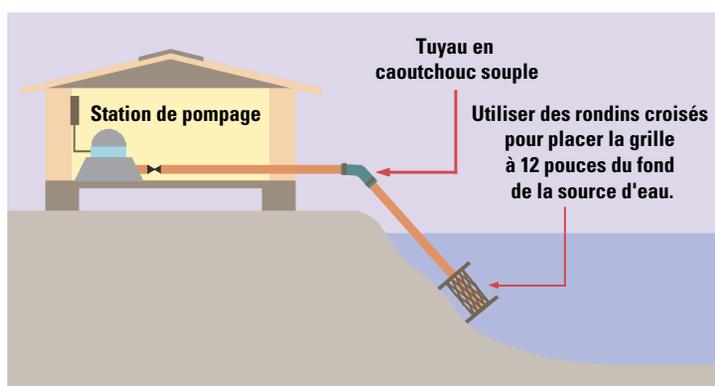
Avec une pompe fournissant 1200 gal US/min, il faut 45 sec pour remplir un réservoir de 900 gal US.

SOURCES D'ALIMENTATION EN EAU

TYPES DE SOURCES D'ALIMENTATION EN EAU

LACS

- ▶ Ils constituent une excellente source d'eau.
- ▶ Ils ne sont pas toujours accessibles; en outre, si le dénivelé entre le lac et le champ à irriguer est important, on devra peut-être avoir recours à une source d'aspiration supplémentaire.
- ▶ Ils peuvent servir à réalimenter les réservoirs d'irrigation.
- ▶ Ils constituent d'importants habitats de la faune et du poisson – réduire les répercussions au minimum, p. ex. en permettant aux poissons de s'échapper des prises d'eau.
- ▶ Ils offrent habituellement de l'eau de bonne qualité pour l'irrigation des cultures :
 - ▷ Les facteurs d'importance comprennent la source d'eau qui alimente le lac, et d'autres événements comme des précipitations abondantes et le ruissellement à certaines endroits (p. ex. embouchure de rivières).
 - ▷ Ils permettent la surveillance de la qualité pendant la saison d'irrigation.



Un appareil d'aspiration comme celui-ci peut aider à prévenir les blessures aux organismes aquatiques.

RIVIÈRES ET RUISSEAUX

- ▶ Ils doivent être suffisamment profonds pour qu'on puisse y pomper de l'eau.
- ▶ Ils ne sont pas toujours accessibles et peuvent donc nécessiter une aspiration en hauteur supplémentaire si le dénivelé entre la surface de l'eau et le champ à irriguer est important.
- ▶ Ils contiennent des sédiments et d'autres polluants susceptibles d'obstruer les réseaux d'irrigation goutte-à-goutte.
- ▶ Ils sont également utilisés par d'autres personnes – les prélèvements d'eau ne doivent pas nuire aux droits de ces autres usagers.
- ▶ Ils sont d'importants habitats du poisson et de la faune – il faut donc essayer de réduire les répercussions au minimum (p. ex. en permettant aux poissons de s'échapper des prises d'eau).
- ▶ Ils offrent des eaux de qualité très variable :
 - ▷ Au nombre des causes de variations, on note l'abondance des précipitations et l'utilisation par les voisins.
 - ▷ Même si l'on pratique un suivi continu, on doit prendre des précautions spéciales dans le cas d'irrigation de certaines cultures sensibles (p. ex. fraises c. maïs).
- ▶ Ils peuvent servir à réalimenter les réservoirs d'irrigation, mais on doit alors prendre soin de ne pas réduire le débit.



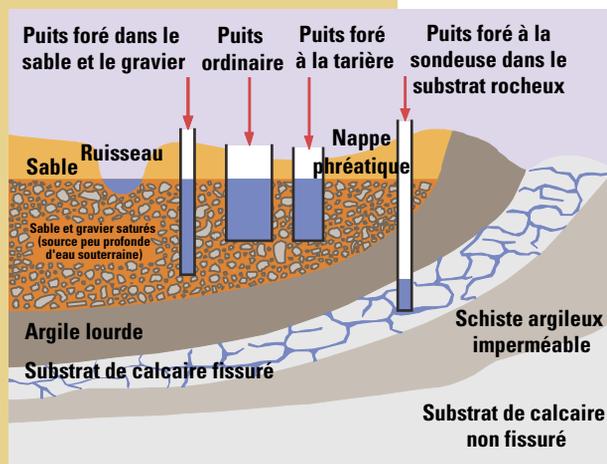
Les lacs représentent une excellente source d'eau lorsqu'ils sont accessibles.



Les rivières et ruisseaux sont des sources de modérées à bonnes. Les périodes de faible débit coïncident habituellement avec les périodes où il faut irriguer. Il est donc recommandé de capter l'eau lorsque le débit du cours d'eau est à son maximum ou presque.

SOURCES D'ALIMENTATION EN EAU

PUITS



Les puits ordinaires ou forés à la tarière sont habituellement alimentés par des nappes peu profondes, alors que les puits forés à la sondeuse tirent leur eau d'aquifères plus profonds, comme les formations rocheuses.

- Ils sont alimentés par des aquifères superficiels ou profonds.
- Il peut s'agir d'un puits ordinaire, foré à la tarière, foré à la sondeuse ou à pointe filtrante.
- Ils fournissent de l'eau, mais pas toujours au taux ou dans les quantités nécessaires :
 - ▷ faire un essai de pompage,
 - ▷ pomper le puits pendant au moins 24 heures pour en déterminer le rabattement et le rendement.
- Ils peuvent servir à alimenter le réservoir d'irrigation.
- L'eau est parfois trop froide pour servir à l'irrigation.
- Le captage peut abaisser la nappe phréatique :
 - ▷ L'irrigation à partir d'un puits ne doit pas avoir d'effets sur les puits.
- Les puits fournissent l'eau de la qualité la plus sûre, souvent comparable à celle des eaux municipales.
 - ▷ Il est conseillé de surveiller la qualité de l'eau pendant la saison d'irrigation.
 - ▷ Éviter toute contamination en veillant à bien entretenir le puits et en créant une zone de protection tout autour.

RÉSERVOIRS

- La qualité de l'eau peut varier grandement en fonction de la source qui les alimente – ceux qui sont remplis par les précipitations ou par l'eau souterraine donnent habituellement une eau de meilleure qualité.
 - ▷ Vérifier que la qualité est acceptable pour l'irrigation de cultures sensibles (p. ex. fraises c. maïs) – la faire analyser fréquemment.
 - ▷ Aménager des zones tampons autour du réservoir pour empêcher que les eaux de ruissellement et d'autres contaminants s'y infiltrent.
 - ▷ Si des prélèvements d'eau sont faits dans un ruisseau ou une rivière après une pluie, il est conseillé de ne pas prendre d'eau pendant les débits de pointe car ceux-ci charrient plus de sédiments et de contaminants.

SOURCES D'ALIMENTATION EN EAU

CAPACITÉ EN EAU DES RÉSERVOIRS AGRICOLES

Dimensions à la surface de l'eau pieds (mètres)	Profondeur de l'eau pieds (mètres)	Capacité			Acre- pouces
		Litres	Gallons américains	Gallons impériaux	
100 x 60 (30 x 20)	10 (3)	906 100	239 400	199 300	8,8
100 x 100 (30 x 30)	10 (3)	1 812 200	478 700	398 700	17,6
100 x 100 (30 x 30)	15 (4,5)	2 081 200	549 800	457 900	20,3
100 x 150 (30 x 45)	10 (3)	2 944 900	777 900	647 900	28,7
100 x 150 (30 x 45)	15 (4,5)	3 567 800	942 500	784 900	34,7
100 x 300 (30 x 90)	10 (3)	6 342 800	1 675 500	1 395 400	61,7
100 x 300 (30 x 90)	15 (4,5)	8 027 600	2 120 600	1 766 100	78,1
100 x 500 (30 x 150)	10 (3)	10 873 300	2 872 300	2 392 100	105,8
100 x 500 (30 x 150)	15 (4,5)	13 973 900	3 691 400	3 074 300	136,0

D'après des mesures prises à la surface de l'eau dans un réservoir ayant une pente de 2:1 (horizontale:verticale).

Conversions : 1000 litres = 1 mètre cube 28,32 litres = 1 pi³ d'eau pèse 62,3 lb
 3,785 litres = 1 gal US 3,785 litres = 1 gal US pèse 8,3 lb
 4,546 litres = 1 gal imp. 4,546 litres = 1 gal imp. d'eau pèse 10 lb

MARE-RÉSERVOIR

CONSTRUCTION

- Le volume de stockage dépend des dimensions du réservoir.
- La pente maximale du talus est de 2:1 (horizontale:verticale).
- Dans la mesure du possible, creuser à une profondeur d'au moins dix pieds (3 m) pour faciliter la lutte contre les mauvaises herbes).
 - ▷ Ce type de réservoir donne les meilleurs résultats lorsqu'il est creusé dans un sol perméable, où la nappe phréatique est peu profonde.

PRINCIPALES SOURCES D'EAU

Pluie

- Elle ne suffit pas à remplir ou à remplacer l'eau utilisée (environ 39 po/an [1 000 mm]).

Eau souterraine

- Elle peut être une bonne source; elle doit cependant être évaluée selon l'expérience dans la région. On peut également creuser un trou et surveiller le niveau d'eau pendant un été pour déterminer s'il s'agit d'une source fiable (taux d'alimentation et niveau statique de l'eau).

SOURCES D'ALIMENTATION EN EAU

Réseau de drainage

- En général, le réseau de drainage ne peut servir de source d'alimentation unique, à moins d'être alimenté par une source continue.
- L'essentiel de l'eau est fourni au printemps.
- La qualité de l'eau peut poser problème, selon la nature des activités menées dans les champs desservis par le réseau.

Source artésienne

- Elle constitue une excellente source d'eau, si la quantité est suffisante.
- Elle est peu fréquente dans la majeure partie de l'Ontario.

Puits

- Il peut constituer une source d'eau partielle ou totale, selon les volumes disponibles.
- Le coût du réseau augmente sensiblement s'il faut creuser un puits.
- Un pompage intensif peut abaisser le niveau d'eau dans les puits avoisinants.

Rivières, ruisseaux, etc.

- Ils représentent une excellente source d'eau, si le débit est suffisant et que la source est accessible.
- Le remplissage du réservoir peut se faire en pompant l'eau à un débit contrôlé, de manière à ne pas nuire aux autres usages et usagers, ainsi qu'à une période de l'année où le pompage aura le moins d'effets (printemps) – en tant que consommateur d'eau il faut maintenir un débit suffisant pour préserver les fonctions essentielles de l'écosystème, p. ex. l'habitat du poisson.

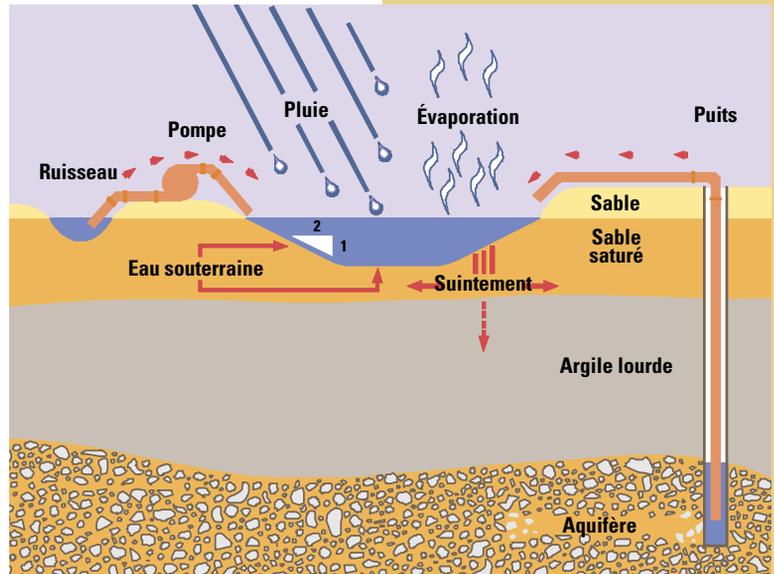
PERMIS ÉVENTUELLEMENT NÉCESSAIRES

- Permis de prélèvement d'eau délivré par le ministère de l'Environnement de l'Ontario, si les prélèvements sont supérieurs à 50 000 litres (10 000 gal imp.) par jour.
- Permis de construction délivré par un office de protection de la nature, si l'ouvrage se trouve dans une plaine inondable désignée.
- Permis de construction délivré par le ministère des Transports de l'Ontario si l'installation se trouve à proximité d'une autoroute.
- Permis de construction délivré par le ministère des Richesses naturelles si l'ouvrage est situé sur un ruisseau ou une rivière – il est rare qu'un tel permis soit délivré.
- Un permis peut être nécessaire si l'exploitation est située dans la région dont la Commission de l'escarpement du Niagara est responsable.

SOURCES D'ALIMENTATION EN EAU



Les mares-réservoirs sont surtout efficaces dans les sols sableux mal drainés, où elles peuvent être réalimentées par les eaux souterraines.



Le réapprovisionnement des mares-réservoirs peut se faire à partir de maintes sources, telles que tuyaux de drainage, puits et eaux souterraines. On peut également pomper l'eau de lacs, de rivières, de ruisseaux et d'étangs. Les précipitations et la fonte des neiges peuvent également y contribuer.

RÉSERVOIR DE DÉRIVATION

CONSTRUCTION

- Le volume de stockage dépend des dimensions du réservoir.
- La pente du talus est de 2:1 (horizontale:verticale) ou plus douce.
- Dans la mesure du possible, creuser à une profondeur d'au moins 3 mètres (10 pi) pour faciliter la lutte contre les mauvaises herbes.
- L'ouvrage devrait être situé à proximité d'un cours d'eau.
- L'espace disponible est parfois limité, si le cours d'eau se trouve dans le creux d'une vallée.

PRINCIPALES SOURCES D'ALIMENTATION EN EAU

Rivières, ruisseaux, etc.

- Ils constituent d'excellentes sources d'eau, pourvu qu'ils soient accessibles et que le débit soit suffisant.
- La réalimentation du réservoir peut se faire au moyen d'un canal ou d'une conduite de dérivation à débit contrôlé, de manière à ne pas nuire aux autres usagers et usages (< 10 % du débit).
- Un tel système permet de choisir la source d'eau, non seulement en fonction de sa quantité mais aussi de sa qualité :
 - ▷ Il arrive qu'après un orage l'eau soit brouillée à cause de la présence de sédiments; il suffit alors de fermer le canal de dérivation jusqu'à ce que l'eau redevienne claire.
- Si le réservoir est alimenté par un cours d'eau temporaire, il doit alors être plus gros pour y stocker plus d'eau entre les périodes de ruissellement.
- Si le réservoir puise son eau au fond du ruisseau ou de la rivière, l'eau sera plus froide ce qui est favorable aux poissons d'eau fraîche et d'eau froide comme le saumon et la truite.

Un réservoir de dérivation est construit près d'un cours d'eau; il est alimenté par de l'eau qu'on y amène au moyen d'un petit canal artificiel. Ce canal permet de dériver une faible portion de débit (pas plus que 10 %) vers le réservoir.

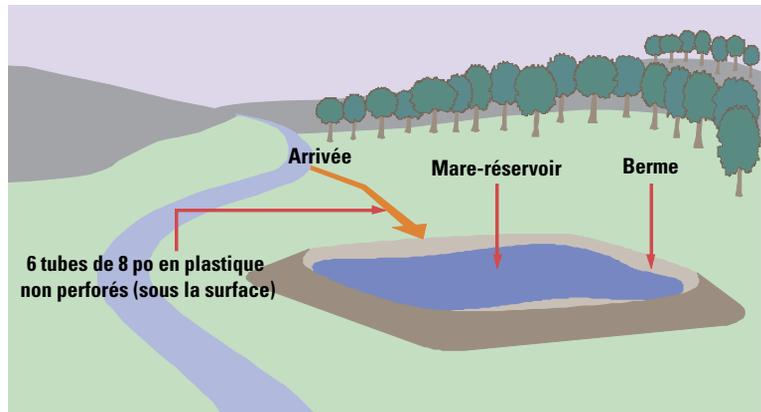
SOURCES D'ALIMENTATION EN EAU

PERMIS ÉVENTUELLEMENT NÉCESSAIRES

- ▶ Permis de prélèvement d'eau (du MEO) – si les prélèvements d'eau (pour l'irrigation ou le remplissage du bassin) excèdent 50 000 litres (10 000 gallons impériaux) par jour.
- ▶ Permis de construction délivré par un office de protection de la nature – si le réservoir se trouve dans une plaine inondable désignée.
- ▶ Permis de construction délivré par le ministère des Richesses naturelles de l'Ontario.
- ▶ Un permis à obtenir de la Commission de l'escarpement du Niagara si l'ouvrage est situé dans la région dont la Commission est responsable.
- ▶ La construction d'un réservoir de dérivation peut être refusée.



Les réservoirs de dérivation ne sont pas des barrages aménagés en travers d'un cours d'eau. Contrairement aux réservoirs de dérivation, les barrages empêchent la migration des poissons.



La réalimentation d'un réservoir de dérivation bien conçu peut se faire en détournant de l'eau (< 10 % du débit) d'un cours d'eau. Certains réservoirs de dérivation n'ont pas de sortie. Si une sortie existe, elle devrait puiser l'eau du fond, afin de relâcher seulement de l'eau fraîche du fond, que recherchent les poissons d'eau fraîche et d'eau froide comme le saumon et la truite.

RÉSERVOIR DE RETENUE

CONSTRUCTION

- ▶ Un barrage est érigé en travers d'un cours d'eau temporaire, d'une dépression ou d'une vallée (mais non en travers d'un cours à débit continu).
 - ▷ Il s'agit d'un ouvrage particulier : des couches de sol imperméable sont placées entre les deux rives et compactées pour former le barrage.
 - ▷ Le barrage peut retenir de grandes quantités d'eau, selon les caractéristiques de la vallée (pentes, altitude, etc.).
- ▶ L'eau est retenue jusqu'à ce qu'elle atteigne un niveau prédéterminé – l'excédent est évacué par un déversoir.
 - ▷ Le déversoir peut être fait de béton, d'acier ou de plastique, et ses dimensions doivent être établies en fonction des débits prévus.
- ▶ La conception de toute la structure doit être basée sur de solides principes d'ingénierie et une attention tout aussi grande doit être portée à la construction – des défauts de construction pourraient en effet causer des dommages importants en aval.



Le réservoir de retenue est formé par l'érection d'un barrage en travers d'un cours d'eau provisoire, d'une dépression ou d'une vallée, mais jamais en travers d'un cours d'eau à débit continu.

SOURCES D'ALIMENTATION EN EAU

- Ce type d'ouvrage peut être très coûteux.

PRINCIPALES SOURCES D'ALIMENTATION EN EAU

Ruissellement

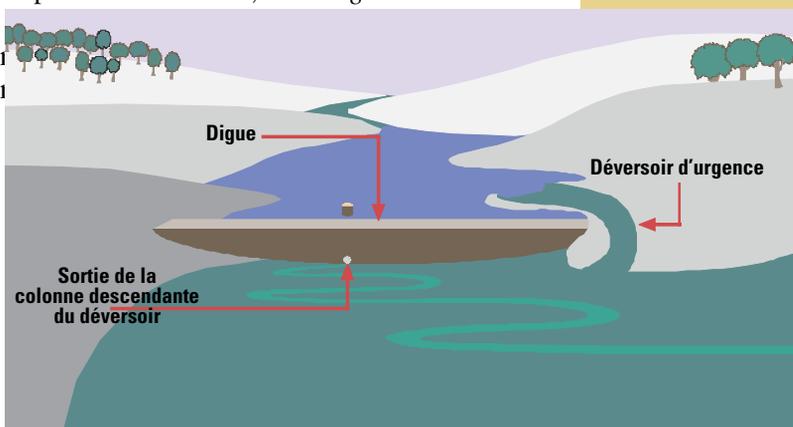
- Le ruissellement étant la principale source d'eau, la qualité de l'eau dépend du type d'activités qui ont lieu sur les terres du bassin hydrographique.
- Le remplissage des réservoirs de retenue dépend essentiellement du ruissellement printanier; le ruissellement qui se produit durant l'été n'est pas suffisant pour qu'on puisse s'y fier pour irriguer.
- L'alimentation en eau n'étant ni fiable, ni continue, l'ouvrage doit être aménagé sur un sol qui retient l'eau (de préférence l'argile).
- Il faut porter une grande attention au choix du site si l'on veut avoir un réservoir sur lequel on peut compter.

Rivières, ruisseaux, etc.

- Ce sont des sources d'eau excellentes et fiables.
- Bien qu'il soit habituellement impossible d'y construire un barrage, ces cours d'eau peuvent être utilisés pour alimenter le réservoir, si le ruissellement ne suffit pas.

PERMIS ÉVENTUELLEMENT NÉCESSAIRES

- Permis de prélèvement d'eau (du MEO) – si les prises d'eau sont supérieures à 50 000 litres (10 000 gallons impériaux) par jour.
 - ▷ Il faut tenir compte de l'eau pour l'irrigation et pour le remplissage du réservoir.
- Permis de construction délivré par un office de protection de la nature, si l'ouvrage se trouve dans une plaine inondable désignée.
- Permis de construction à obtenir du ministère de l'Environnement.
- Permis de construction à obtenir du ministère de l'Environnement, si l'ouvrage est en proximité d'une autoroute.



Les réservoirs de retenue nécessitent la construction d'un barrage fait de terre imperméable et d'un déversoir pour permettre l'évacuation de l'excès d'eau.

Remarque : Les barrages construits sur des cours d'eau à débit continu peuvent causer de graves problèmes à la migration et à l'habitat du poisson.

Vu ces répercussions importantes, il est rare que la construction d'un tel barrage soit autorisée.

Les barrages construits en travers d'un ravin non traversé par un cours d'eau constituent la meilleure solution.

SOURCES D'ALIMENTATION EN EAU

CONTRÔLE DU SUINTEMENT — ENSEMBLE DES RÉSERVOIRS

REVÊTEMENT D'ARGILE

- ▶ Tapisser le réservoir d'une couche d'argile de 1–2 pieds (0,3 à 0,6 m) d'épaisseur et la compacter; la teneur en argile doit être supérieure à 30 %.
- ▶ S'il faut faire transporter l'argile sur une grande distance, par camion, l'opération peut être très coûteuse.

BENTONITE

- ▶ Type spécial d'argile dont la taille à sec augmente de 10 à 20 fois lorsqu'on la mouille.
- ▶ Incorporée au sol, la bentonite peut s'avérer un excellent agent de réduction du suintement.
- ▶ Ce matériau n'équivaut toutefois pas à un revêtement imperméable.

REVÊTEMENTS SYNTHÉTIQUES

- ▶ Les polyéthylènes de haute et basse densité, le polyvinyle, l'Hypalon et le butylcaoutchouc sont quelques exemples des revêtements synthétiques disponibles.
- ▶ Leur coût est proportionnel à leur durabilité et à leur longévité.
- ▶ Le prix des matériaux varie de 0,75 \$ à 2,00 \$ le pied carré (8,00 \$ à 21,50 \$/m²); le prix peut augmenter considérablement pour un matériau de grande qualité.
- ▶ En général, plus le prix est élevé, moins le site requiert de préparation.



Il peut s'avérer nécessaire d'installer un revêtement artificiel dans les mares-réservoirs aménagées sur des sols séchant de texture moyenne à grossière afin de réduire les pertes d'eau.

RESTRICTION DE LA CROISSANCE DES ALGUES DANS LES RÉSERVOIRS D'IRRIGATION

En Ontario, il faut obtenir un permis du ministère de l'Environnement de l'Ontario pour faire l'achat légalement d'un pesticide en vue de maîtriser des mauvaises herbes aquatiques ou pour en faire l'application sur des eaux de surface (sauf exemption).

Une exemption est possible pour les agriculteurs qui désirent traiter un plan d'eau entièrement confiné, qui se trouve à l'intérieur des limites de leur propriété, à la condition qu'il n'y ait en aucun temps fuite d'eau hors de la propriété.

SOURCES D'ALIMENTATION EN EAU

PRÉOCCUPATIONS CONCERNANT LA QUALITÉ DE L'EAU

La qualité de l'eau devrait être une préoccupation constante pour quiconque irrigue des cultures. Le niveau de qualité recherché sera fonction du genre de culture et de son utilisation. Si vous ne l'avez pas encore fait, veillez à :

- ▶ Évaluer l'importance de la qualité de l'eau sur votre exploitation.
- ▶ Commander une analyse portant sur *E. coli* ou les coliformes fécaux – ce sont de très bons indicateurs de la présence d'organismes pathogènes potentiels dans l'eau.
- ▶ Protéger votre source d'eau.

QUALITÉ DE L'EAU D'IRRIGATION RECHERCHÉE

GENRE DE CULTURE	NIVEAU DE QUALITÉ
Non consommée (p. ex. tabac)	•
Grandes cultures	•
Consommée après cuisson (p. ex. maïs sucré)	••
Consommée crue; l'eau d'irrigation ne vient pas en contact avec la surface du produit (p. ex. tomate irriguée au goutte-à-goutte)	••
Consommée crue; la culture est irriguée par aspersion sur frondaison (p. ex. poivrons arrosés au moyen d'asperseurs)	•••
Consommée crue; l'eau d'irrigation est distribuée par aspersion sur frondaison et, la surface du produit n'étant pas lisse, l'eau y reste emprisonnée jusqu'au moment de la consommation (p. ex. framboises arrosées au moyen d'asperseurs)	••••
Consommée crue, exploitations d'auto-cueillette	••••

Légende – Qualité

- **Médiocre**
- **Moyenne**
- **Haute**
- **Très haute**

SOURCES D'ALIMENTATION EN EAU

Si vous avez besoin d'une eau de haute qualité, vous devriez envisager :

- ▶ De passer à une source d'eau de haute qualité.
- ▶ D'acheter un système d'irrigation qui arrose la culture sans que l'eau n'entre en contact avec la surface du produit consommable, p. ex. réseau d'irrigation goutte-à-goutte enfoui.
- ▶ Traiter l'eau afin qu'elle respecte les normes canadiennes concernant l'eau d'irrigation, soit 100 coliformes fécaux/100 mL ou 1000 coliformes totaux/100 mL.

VARIABILITÉ DE LA QUALITÉ DE L'EAU D'IRRIGATION

GENRE DE SOURCE D'EAU	VARIABILITÉ DE LA QUALITÉ DE L'EAU EN FONCTION DE LA SOURCE
Rivière ou ruisseau	••••
Réservoir alimenté par un cours d'eau, un fossé ou le ruissellement	••••
Lac	•••
Réservoir alimenté par l'eau souterraine, une source ou un puits	••
Puits alimentant directement le réseau d'irrigation	•
Eau municipale	Aucune variation

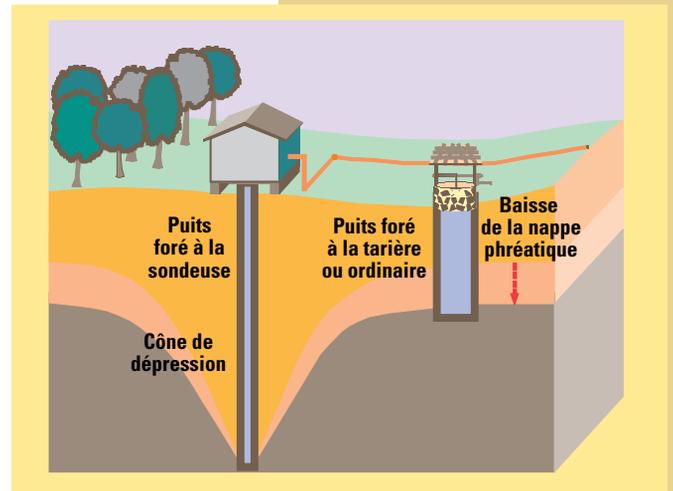
Légende – Variabilité

- **Minime**
- **Modérée**
- **Moyenne**
- **Grande**

LOIS, POLITIQUES ET PERMIS – PRÉLÈVEMENT D'EAU ET INTERVENTION EN CAS DE BAS NIVEAU

Afin de protéger les droits des utilisateurs actuels et futurs, les administrations fédérale, provinciales et municipales se sont dotées d'un certain nombre de lois et de lignes directrices visant à assurer une alimentation en eau abondante et de bonne qualité.

Nous énumérons à la fin de la présente section la plupart des lois et lignes directrices pertinentes qui sont susceptibles d'influer directement sur la pratique de l'irrigation dans votre exploitation. Pour toute question ou préoccupation concernant l'irrigation sur votre exploitation, consulter les organismes gouvernementaux concernés. Assurez-vous également d'être bien renseigné sur les règlements municipaux qui s'appliquent dans votre région.



S'il y a prélèvement d'une grande quantité d'eau en un court laps de temps, il se crée un cône de dépression dans la zone des puits profonds, ce qui peut causer le tarissement des puits voisins.

PERMIS DE PRÉLÈVEMENT D'EAU

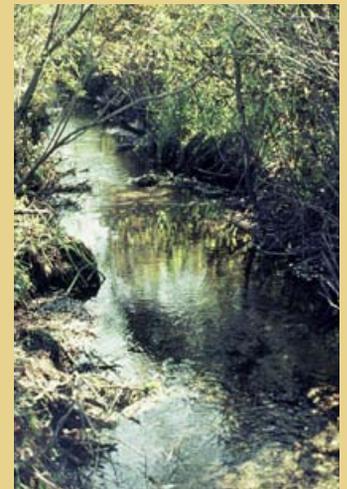
Si vous prélevez plus de 50 000 litres (10 000 gal imp.) par jour, pour tout usage autre que les activités domestiques courantes ou l'abreuvement des animaux, il vous faut obtenir un permis de prélèvement d'eau. Ce permis est délivré en vertu de la *Loi sur les ressources en eau de l'Ontario*.

L'objectif du permis est d'assurer l'équité entre tous les utilisateurs d'eau et le milieu aquatique, tout en protégeant la ressource. La demande de permis doit être présentée à un bureau régional du ministère de l'Environnement de l'Ontario. Consulter les pages bleues de l'annuaire téléphonique pour savoir où se trouve le bureau le plus près.

Si prévoyez prélever plus de 50 000 litres par jour d'une eau de surface, par exemple une rivière, un ruisseau ou un réservoir d'irrigation alimenté par des eaux de surface, vous **devrez fournir les renseignements suivants** sur votre demande de permis :

- débit de la rivière ou du ruisseau (mesuré de préférence durant l'été),
- une carte de localisation (voir page suivante),
- estimation du débit d'utilisation quotidien,
- volume d'eau requis à des fins d'irrigation,
- coordonnées GPS du site de captage, si disponibles,
- formulaire de demande rempli.

À noter que la pratique de gestion optimale pour le remplissage des réservoirs à partir des eaux de surface consiste à capter l'eau lorsque le débit est maximal ou élevé, pour réduire au minimum les répercussions sur le niveau et le débit du cours d'eau.



Prélever l'eau lorsque le débit est élevé (c.-à-d. au printemps et/ou après des précipitations abondantes) pour réduire au minimum les répercussions sur le niveau et le débit du cours d'eau.

LOIS, POLITIQUES ET PERMIS – PRÉLÈVEMENT D'EAU ET INTERVENTION EN CAS DE BAS NIVEAU

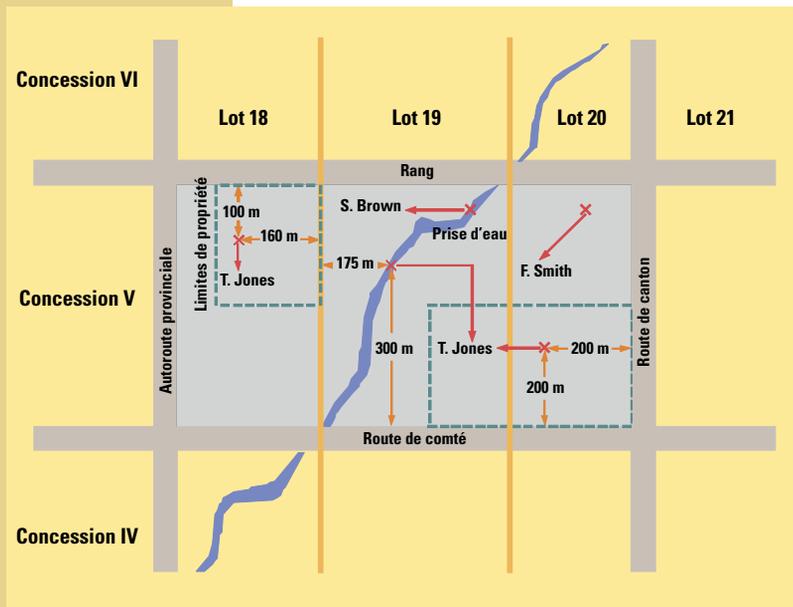
50 000 litres correspondent à :

- 13 210 gal US
- environ 1/2 acre recouvert de 1 po d'eau
- 1/2 hectare irrigué avec 10 mm d'eau
- un canon d'irrigation de 500 gal US/min fonctionnant pendant 26 minutes
- un canon d'irrigation de 100 m³/h fonctionnant pendant 30 minutes
- l'arrosage d'une pelouse durant 24 h à un débit de 7 gal imp./min

Si vous prévoyez prélever plus de 50 000 litres par jour d'eau d'une source souterraine— qu'il s'agisse d'un puits, d'un réservoir alimenté par un puits ou d'un bassin excavé alimenté directement par les eaux souterraines – **on pourrait vous demander de fournir les renseignements suivants** avec la demande de permis :

- formulaire de demande rempli pour l'obtention d'un permis de prélèvement d'eau,
- coordonnées GPS du site de captage, si disponibles,
- carte de localisation (voir carte ci-dessous),
- registre des puits, pour la région concernée,
- précisions sur l'équipement de pompage et les taux de prélèvement,
- informations sur les conditions souterraines (p. ex. fosses, trous de forage ou autres excavations),
- essai de pompage – noter le niveau d'eau avant et après le prélèvement de la quantité maximale indiquée dans la demande, ainsi que le temps nécessaire pour le rétablissement du niveau d'eau.

Les renseignements précités peuvent être suffisants si les fonctionnaires du ministère estiment que la demande comporte peu de risques, c'est-à-dire que le prélèvement risque peu d'avoir des incidences sur les autres utilisateurs. Le ministère de l'Environnement de l'Ontario peut toutefois exiger la présentation de données supplémentaires, s'il estime que le prélèvement n'est pas à faible risque.



Sur les cartes de localisation exigées avec la demande de permis de prélèvement d'eau, indiquer des renseignements généraux sur l'emplacement (lot, concession, orientation), ainsi que les sources d'alimentation en eau et les puits se trouvant dans un rayon de 0,3 mille (0,5 km) de la source d'eau. Cette carte, de concert avec les estimations sur les prises d'eau et le débit, aideront à évaluer les répercussions potentielles sur les autres utilisateurs de la région.

LOIS, POLITIQUES ET PERMIS – PRÉLÈVEMENT D'EAU ET INTERVENTION EN CAS DE BAS NIVEAU

GESTION DES BAS NIVEAUX D'EAU EN ONTARIO

PLAN D'INTERVENTION EN CAS DE BAS NIVEAU D'EAU

Le Programme d'intervention en matière de ressources en eau de l'Ontario, qui a été créé en mars 2000, dresse les grandes lignes de la marche à suivre en cas de bas niveau d'eau durant de longues périodes de temps sec. Adoptée partout en Ontario, cette approche permet de réagir rapidement lorsque l'eau est à un bas niveau. Fondée sur les lois et règlements existants, l'approche tire profit des rapports actuels entre la province et les gouvernements et organismes locaux.

Le gouvernement de l'Ontario est chargé de la supervision générale et coordonne les politiques. Dans des circonstances exceptionnelles, la province fournit un appui direct où le gouvernement local a déclaré la situation urgente. L'office de protection de la nature local est responsable d'amener tous les intervenants (municipalités, ministères, agriculteurs et autres groupes d'utilisateurs) à planifier des stratégies en vue de faire face au bas niveau d'eau.

Le ministère des Richesses naturelles est en charge du programme au plan provincial. Le personnel des ministères des Richesses naturelles, de l'Agriculture et de l'Alimentation, et de l'Environnement fournit le soutien technique et conseille les équipes d'interventions locales.

Il existe trois niveaux d'intervention. Au niveau I, un programme d'information et d'éducation est mis sur pied. Tous les utilisateurs sont invités à conserver l'eau et à diminuer leur consommation de 10 %. Le niveau II nécessite qu'on mette davantage l'accent sur la conservation en réduisant l'utilisation de l'eau d'encore 10 %. Au niveau III, la situation s'est détériorée au point où le gouvernement provincial veille à la mise en application de mesures pour contrôler l'utilisation de l'eau.

À titre d'exploitant d'un réseau d'irrigation, vous devriez :

- Être représenté au sein de l'équipe d'intervention.
- Vous assurer qu'on vous consultera dans l'élaboration de solutions au problème de bas niveau d'eau et que vos intérêts sont défendus.
- Mettre en pratique plus de mesures visant à conserver l'eau pendant la période de pénurie afin de respecter la réduction de 10 % prescrite par le niveau d'intervention I et celle de 10 % supplémentaire exigée au niveau II.
- Envisager de prélever de l'eau d'une source autre que des cours d'eau en périodes critiques.

LOIS, POLITIQUES ET PERMIS – PRÉLÈVEMENT D'EAU ET INTERVENTION EN CAS DE BAS NIVEAU

QUELQUES LOIS ET DIRECTIVES PROTÉGÉANT LES RESSOURCES EN EAU

LOI / DIRECTIVE	ORGANISME GOUVERNEMENTAL	OBJECTIF	CONSÉQUENCES POUR LE PROPRIÉTAIRE
COMMON LAW	Cours provinciales	<ul style="list-style-type: none"> • Protection générale des droits des personnes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tous les propriétaires se trouvant en bordure d'un cours d'eau sont en droit de s'attendre à ce que le cours d'eau y coule à son état naturel (tant du point de vue qualitatif que quantitatif).
LOI SUR LES OFFICES DE PROTECTION NATURE	MRN, offices locaux de protection de la nature	<ul style="list-style-type: none"> • Gestion et conservation des ressources naturelles à l'intérieur des bassins versants relevant de leur autorité. 	<ul style="list-style-type: none"> • Certains règlements régissent la construction ou l'installation de remblais à proximité d'un cours d'eau.
LOI SUR LE DRAINAGE	MAAO	<ul style="list-style-type: none"> • Garantie aux propriétaires d'obtenir un meilleur écoulement de l'eau pour le drainage de leurs terres. 	<ul style="list-style-type: none"> • Interdiction générale touchant le rejet de substances polluantes dans un drain. • Contrôle des activités à l'intérieur ou à proximité d'un drain et des raccordements à un réseau de drainage.
LOI SUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT	MEO	<ul style="list-style-type: none"> • Protection contre la pollution des terres et des ressources hydriques et atmosphériques de l'Ontario. 	<ul style="list-style-type: none"> • Interdiction de rejeter, dans l'environnement, des contaminants en quantités dépassant les limites permises par les règlements.
LOI SUR LES PÊCHES	Pêches et Océans Canada, Environnement Canada, MEO	<ul style="list-style-type: none"> • Protection du poisson et de son habitat. 	<ul style="list-style-type: none"> • Interdiction d'altérer, de perturber ou de détruire les habitats du poisson. • Interdictions générales touchant le rejet dans un cours d'eau de polluants nocifs pour le poisson ou son habitat.
LOI SUR L'AMÉNAGEMENT DES LACS ET DES RIVIÈRES	MRN	<ul style="list-style-type: none"> • Assurance que le débit et le niveau des lacs et des rivières ne sont pas modifiés au point de nuire aux autres utilisateurs. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tout ouvrage de transport, de retenue ou de dérivation de l'eau doit être approuvé au préalable par le ministère Richesses naturelles.
LOI SUR LA GESTION DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS	MAAO et MEO	<ul style="list-style-type: none"> • Gestion des éléments nutritifs de manière à améliorer la protection de l'environnement et à assurer un avenir durable pour l'agriculture et le développement rural. 	<ul style="list-style-type: none"> • Élaboration de normes concernant la gestion des éléments nutritifs dans certaines exploitations d'élevage de bétail et d'autres endroits qui abritent également du bétail.

LOIS, POLITIQUES ET PERMIS – PRÉLÈVEMENT D'EAU ET INTERVENTION EN CAS DE BAS NIVEAU

QUELQUES LOIS ET DIRECTIVES PROTÉGÉANT LES RESSOURCES EN EAU

LOI / DIRECTIVE	ORGANISME GOUVERNEMENTAL	OBJECTIF	CONSÉQUENCES POUR LE PROPRIÉTAIRE
LOI SUR LES RESSOURCES EN EAU DE L'ONTARIO	MEO	<ul style="list-style-type: none"> Protection de la qualité et de la quantité des eaux de surface et des eaux souterraines de l'Ontario. 	<ul style="list-style-type: none"> Interdictions générales touchant le rejet de polluants dans les eaux de surface ou les eaux souterraines. Un permis est exigé pour le prélèvement de grandes quantités d'eau, d'une source souterraine ou de surface, par exemple à des fins d'irrigation.
LOI SUR LES PESTICIDES	MEO	<ul style="list-style-type: none"> Protection des terres, des eaux de surface et des eaux souterraines de l'Ontario contre tout dommage attribuable à un usage et un entreposage incorrects de pesticides. 	<ul style="list-style-type: none"> Les agriculteurs appelés à faire l'épandage de pesticides dans le cadre de leur travail doivent suivre au préalable un cours sur l'utilisation sécuritaire des pesticides. Les lieux d'entreposage des pesticides sont réglementés, p. ex. panneau d'avertissement indiquant qu'il y a entreposage de pesticides, ventilation adéquate, absence de drains de plancher, plancher de béton imperméable.
LOI SUR L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE, ÉNONCÉ DE POLITIQUE PROVINCIALE	MAML	<ul style="list-style-type: none"> Énoncé de lignes directrices dans les domaines d'intérêt provincial relatifs à l'utilisation respectueuse des ressources et à leur protection, y compris l'agriculture, les éléments du patrimoine naturel et certains milieux particuliers (milieux humides, quantité et qualité des eaux de surface et souterraines). 	<ul style="list-style-type: none"> Les propriétaires devraient communiquer avec le bureau de leur municipalité pour savoir de quelle façon ces ressources et éléments du patrimoine exercent une influence sur leur exploitation.
LOI SUR LES TERRES PUBLIQUES	MRN	<ul style="list-style-type: none"> Protection des terres et des eaux publiques et leur conservation pour les usagers futurs. 	<ul style="list-style-type: none"> Un propriétaire doit obtenir un permis avant de procéder à toute activité sur les rives d'un cours d'eau navigable. On entend par berge ou rive toute terre publique ou privée en bordure d'un plan d'eau ainsi que les zones inondées de façon saisonnière. Le lit d'un cours d'eau navigable (sous la laisse des eaux de crue) est considéré comme une terre publique (appartenant à l'État).

MAML = ministère des Affaires municipales et du Logement de l'Ontario
MRN = ministère des Richesses naturelles de l'Ontario

MEO = ministère de l'Environnement de l'Ontario
MAAO = ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario

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 :

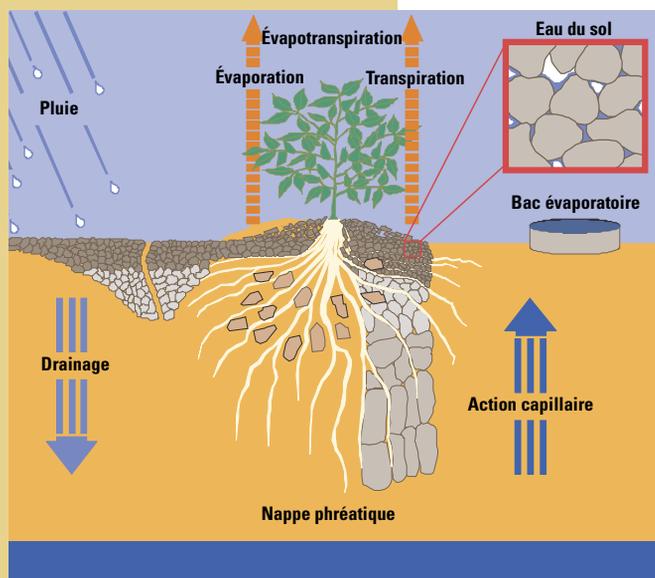
- ▶ Déterminer comment l'eau circule à travers le champ et autour du champ.
- ▶ Évaluer la quantité d'eau disponible dans le sol pour les cultures.
- ▶ Calculer les besoins en eau de la culture et le moment d'irriguer.
- ▶ Savoir estimer et prévoir les besoins en eau de la culture, d'une manière pratique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

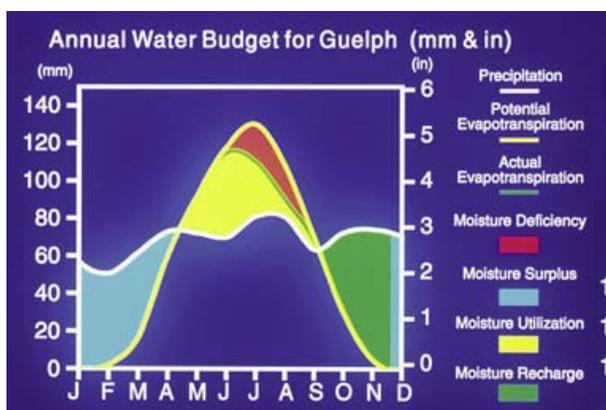
Les 9 % restants pénètrent (« s'infiltrent ») dans le sol. Cette eau peut s'écouler jusqu'aux eaux souterraines, être stockée sous forme d'humidité du sol ou retourner dans l'atmosphère sous l'effet de la transpiration des plantes. L'eau souterraine alimente la nappe phréatique (aquifères peu profonds),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

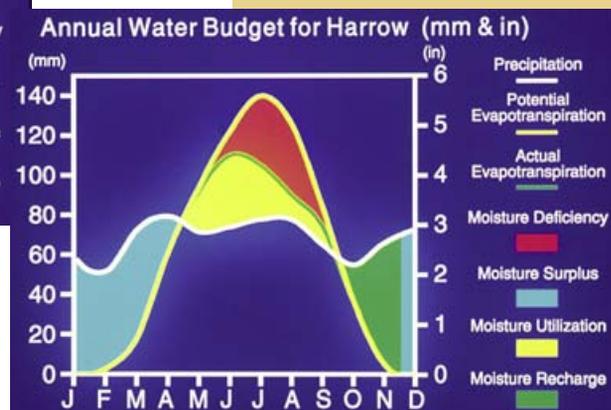
CALENDRIER D'IRRIGATION : QUAND IRRIGUER ET EN QUELLES QUANTITÉS

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**.

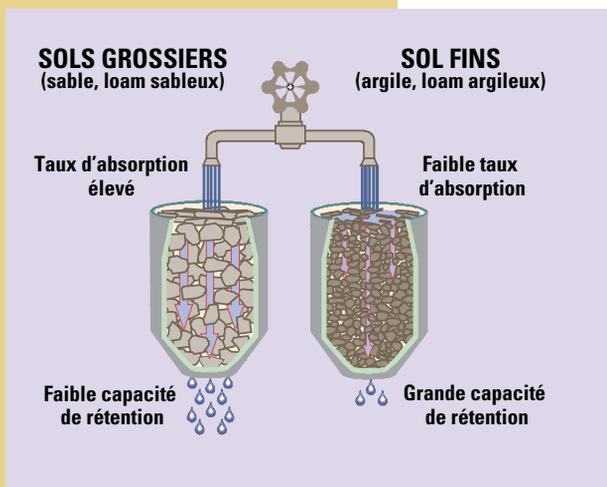
► Les sols de texture grossière retiennent moins l'eau, de sorte que les arrosages doivent y être plus fréquents.

► 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.

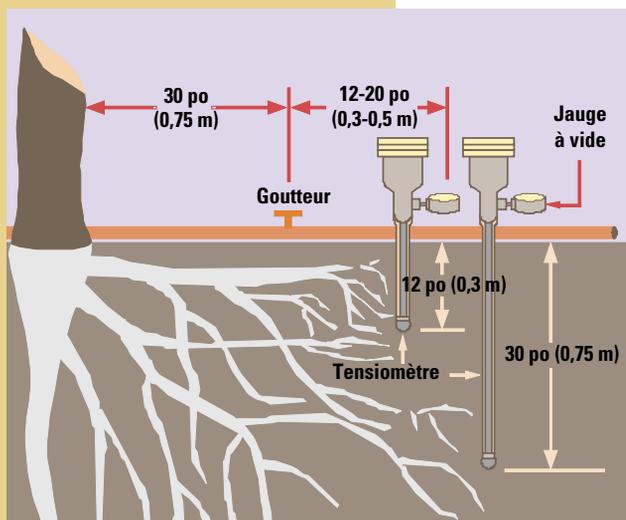
Pour former la boule, on prend une poignée de terre que l'on serre très fermement dans la main.

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



Réflexomètre 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"> • Requier 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. • Requier 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
<p>RÉSISTANCE ÉLECTRIQUE</p> <p>p. ex. capteurs de gypse, pédohygromètres, etc. qui mesurent la tension de l'eau dans le sol</p>	✓✓✓	✓✓	<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.
<p>RDT – RÉFLECTOMÉTRIE À DIMENSION TEMPORELLE</p> <p>RDF – RÉFLECTOMÉTRIE EN DOMAINE FRÉQUENCE</p>	<p>✓</p> <p>Varie selon le modèle utilisé</p>	✓✓✓	<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

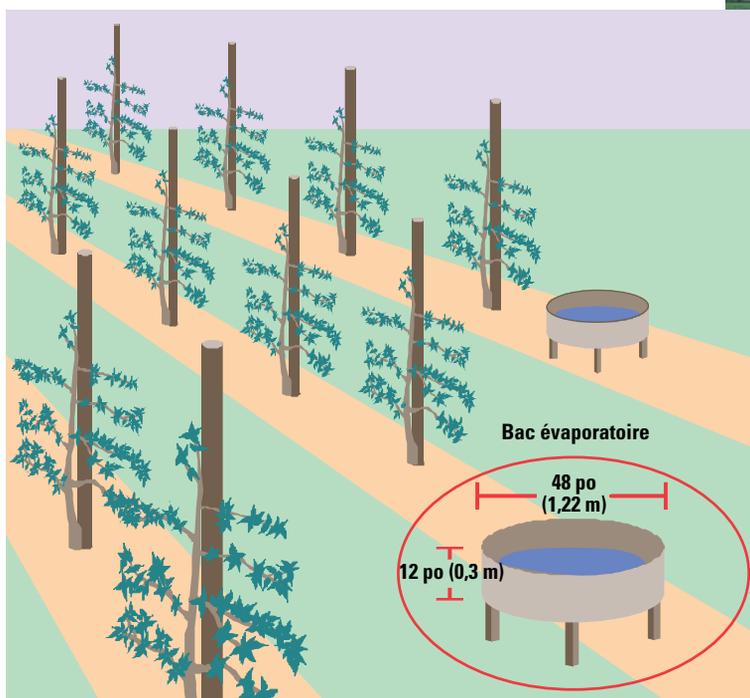
Bac évaporatoire

► 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

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 averses et on prédit l'évapotranspiration en millimètres.)

Tableau 2. PROFONDEUR D'ENRACINEMENT – CULTURES HORTICOLES

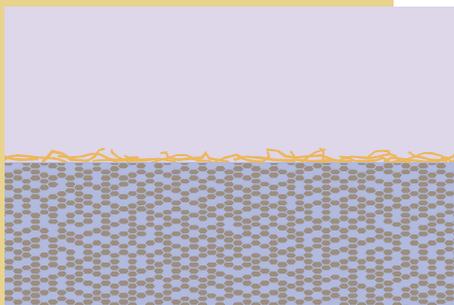
CULTURE	PROFONDEUR D'IRRIGATION – mm (po)
HARICOT, CHOUX, CÉLERI, CONCOMBRE, LAITUE, MELON, OIGNON, POIS, RADIS, TOMATE, POMME DE TERRE	300 (12)
POMME	900 (36)
CERISE	750 (30)
RAISIN	900 (36)
PÊCHE	750 (30)
POIRE	750 (30)
FRAMBOISE	600 (24)
FRAISE	300 (12)

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 : Inscrire 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. Inscrire 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 : _____

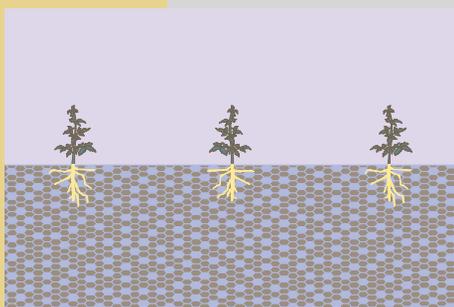
Culture : Tomates

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

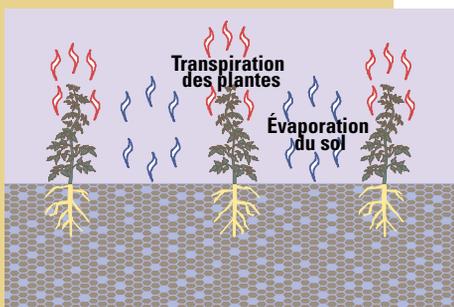
Tableau 4. FACTEURS CULTURAUX DE CERTAINS ARBRES FRUITIERS

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



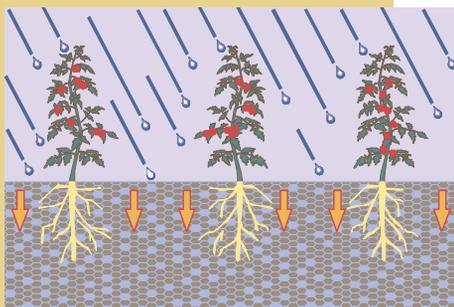
ÉTAPE 3 Indiquer le degré d'évapotranspiration (ET) pour chaque jour, à partir des données obtenues du tableau 5 (p. 45), ou d'une autre source fiable. Des exemples sont donnés à la colonne 3 de la feuille de travail.



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.

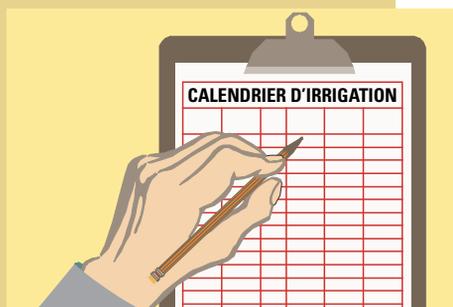
Dans l'exemple, il a plu les 21 et 30 juin. Voir la colonne 5 de la feuille de travail.

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



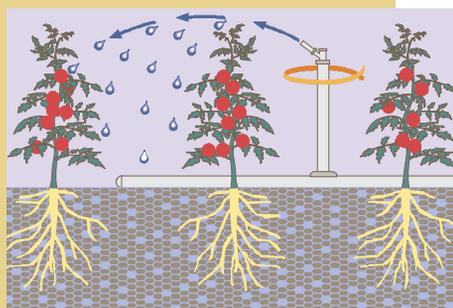
ÉTAPE 6 Calculer le **BILAN HYDRIQUE** quotidien DU SOL = Bilan hydrique du sol (début) – ET corrigée + Précipitations + Irrigation. Pour le 20 juin :

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

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.

SYSTÈMES D'IRRIGATION

Le choix du système d'irrigation le mieux adapté constitue probablement le volet le plus fondamental de toute la démarche de gestion, et cette décision ne peut s'appuyer uniquement sur l'expérience du producteur. Le système d'irrigation doit être conçu par des spécialistes.

Tout système d'irrigation doit comporter les éléments suivants :

- ▶ source d'alimentation en eau,
- ▶ source d'alimentation énergétique,
- ▶ pompes,
- ▶ conduites.
- ▶ système de filtration,
- ▶ points d'arrosage (p. ex. asperseurs),
- ▶ technologies pour la conservation des eaux,

Toutes les composantes doivent en outre être bien appariées.

Dans cette section, nous décrivons et évaluons les diverses composantes des systèmes d'irrigation, pour vous aider à choisir celui qui convient le mieux à votre exploitation.

Le principe fondamental de l'irrigation est bien simple : il s'agit d'assurer un apport en eau utilisable dans la zone racinaire, lorsque la plante en a besoin. Pour cela, il faut amener l'eau d'irrigation au champ, puis la distribuer dans l'ensemble du champ. En Ontario, trois systèmes sont utilisés pour la distribution de l'eau d'irrigation :

- ▶ Irrigation par aspersion – l'eau est pulvérisée sur toute la surface du champ.
- ▶ Irrigation goutte-à-goutte (micro-irrigation, irrigation localisée) – l'eau est acheminée directement et appliquée uniquement au pied de chaque plante.
- ▶ Irrigation souterraine – l'eau est acheminée dans le sol, sous la zone racinaire.

Le fonctionnement de chaque système varie sensiblement et chacun comporte des avantages et des inconvénients qui leur sont propres.

Pour tous les systèmes, l'eau doit subir une filtration préalable. Le degré de filtration nécessaire varie selon le genre de système et sa conception.

LA SALUBRITÉ DES ALIMENTS SELON LE SYSTÈME D'IRRIGATION

Lorsque l'eau devient contaminée, il y a risque de contaminer également la culture irriguée. Ce risque est plus élevé avec les systèmes qui arrosent la culture sur frondaison (par le dessus des plantes) et lorsque l'eau vient donc en contact avec le produit comestible, c.-à-d. la majorité des systèmes par aspersion. On peut réduire considérablement le risque de contamination en irriguant de façon que l'eau n'entre pas en contact direct avec les fruits ou les légumes, en adoptant p. ex. la micro-irrigation et l'irrigation souterraine. On choisit le type de système en fonction de la culture à irriguer. Les cultures qui ne sont pas destinées à la consommation humaine, qui sont utilisées comme aliments pour animaux ou qui subissent une transformation sont considérées comme à faible risque. Par contre, les cultures qui sont consommées à l'état cru sont jugées à haut risque, en particulier celles qui vont directement à la table du consommateur ou qui s'avèrent difficiles à nettoyer.

SYSTÈMES D'IRRIGATION



Une pompe alimentée au diesel, sur une plateforme de béton, puise l'eau d'un réservoir.



Conduite qui transporte l'eau jusqu'au champ à irriguer.



Tous les systèmes ont des points d'arrosage – dans ce cas-ci un gros canon d'arrosage.

IRRIGATION PAR ASPERSION

Conception et matériel

- Un réseau de canalisations achemine l'eau dans l'ensemble du champ à irriguer.
- L'eau est pompée dans les canalisations et acheminée vers les buses, aux endroits où l'on veut irriguer.
- Les conduites peuvent être installées à la surface du sol ou enterrées et doivent être d'un calibre approprié.
- Les conduites peuvent être faites d'aluminium, de PVC, de polyéthylène, d'acier ou de béton et existent en plusieurs dimensions.
- La tête de l'asperseur est la composante qui assure une distribution uniforme de l'eau à la surface du champ.
- Des têtes spéciales peuvent être installées, pour limiter l'application à une fraction de cercle seulement.
- Quel que soit le système choisi, la conception doit veiller à la compatibilité de tous les éléments (la source d'alimentation en eau, la pompe, les canalisations, les asperseurs et leur espacement), de manière que l'application soit faite au taux désiré et de façon uniforme.

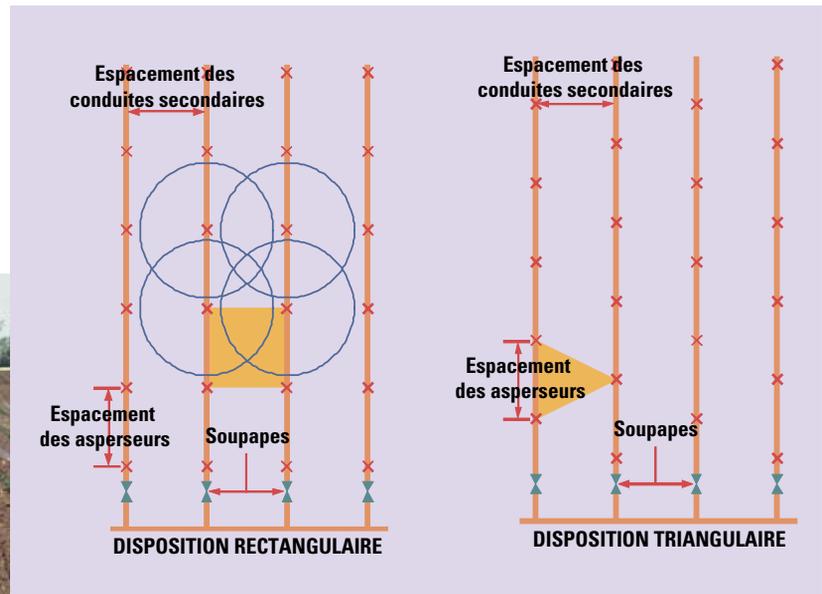
SYSTÈMES D'IRRIGATION

Fonctionnement

- L'eau est distribuée selon un mouvement circulaire.
- Pour assurer une distribution uniforme de l'eau, l'application s'effectue habituellement avec un chevauchement de 50 %.
- L'eau est distribuée sous forme de pulvérisation aérienne, au-dessus ou au-dessous du feuillage.
- L'application de l'eau se fait de manière intermittente, sur l'ensemble de la surface.
- Ce système est utilisé depuis plus de 50 ans en Ontario, sur une vaste gamme de cultures.



Voici un exemple de système portable qui peut être déplacé à la main.



Dans un système d'irrigation par aspersion, les asperseurs sont disposés suivant un plan carré ou triangulaire. La distribution de l'eau se fait selon un mouvement circulaire.

SYSTÈMES À ASPERSEURS FIXES

SYSTÈME PORTATIF À MAIN

Conception et matériel

- Les conduites secondaires du réseau sont espacées uniformément (tuyaux en aluminium de 2 à 6 po (50–150 mm) de diamètre) et alimentées par une conduite principale portable.
- Les asperseurs sont placés à intervalles réguliers le long des conduites secondaires, assurant habituellement un chevauchement de 50 %.
- Le taux d'application dépend du type d'asperseur utilisé (minimum : 0,1 po/h; maximum : 2,0 po/h [2,5–50 mm/h]).
- Le volume d'application dépend de la durée d'utilisation du système à chaque endroit, la durée d'utilisation étant inversement proportionnelle au débit d'application – plus le débit est fort, plus la période est courte.
- La conduite principale doit être assez petite pour pouvoir être déplacée à la main – ce facteur peut limiter la superficie pouvant être irriguée en même temps.
- Le système ne requiert pas une grosse pompe et ses besoins en énergie sont faibles si l'irrigation se fait par zones.

SYSTÈMES D'IRRIGATION

Fonctionnement

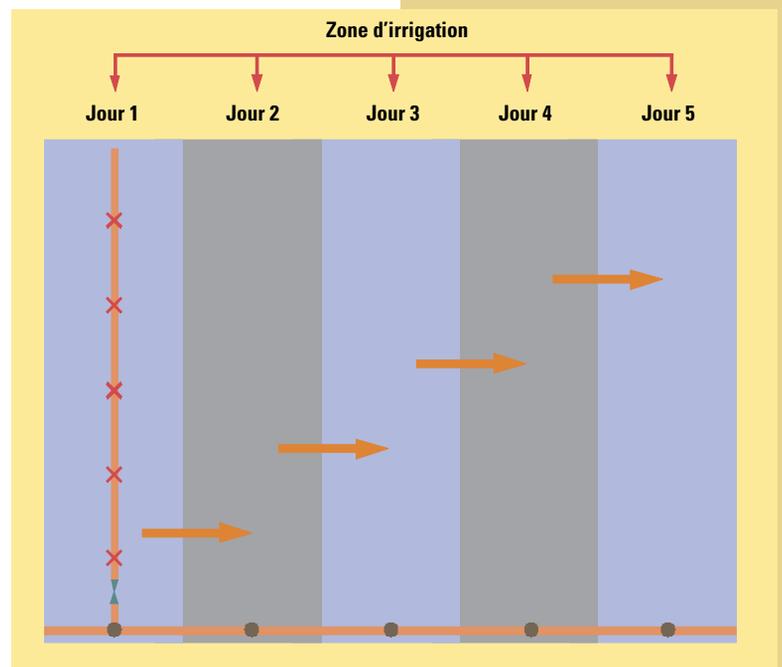
- ▶ Chaque ensemble de conduites n'irrigue qu'une parcelle du champ à la fois.
- ▶ Un système couvre environ de 1 à 40 acres (0,5–16 ha).
- ▶ Après avoir fourni un apport prédéterminé d'eau dans une section du champ, le système est déplacé à la main dans la parcelle suivante à irriguer.
- ▶ Le système est habituellement déplacé après quelques heures et peut fonctionner 24 heures par jour.
- ▶ Après un certain nombre de jours, l'ensemble du champ a été irrigué et le cycle peut reprendre au début.
- ▶ Le nombre de déplacements dépend du nombre de fois que le système peut être déplacé au cours d'un cycle complet, de la superficie à irriguer, du temps prévu pour l'irrigation et de l'aire irriguée à chaque endroit.
- ▶ Le système est portable – tout le système peut être déplacé d'un champ à un autre ou d'une exploitation à une autre – il suffit d'avoir une source d'alimentation en eau.
- ▶ Le système sert principalement aux cultures horticoles, particulièrement les légumes.

Capital et main-d'œuvre

- ▶ Le coût initial en capital est habituellement le plus faible de tous les systèmes par aspersion; par contre, les besoins en main-d'œuvre sont les plus élevés.
- ▶ Les besoins en main-d'œuvre sont de 0,5–1,5 h/acre (1,25–3,75 h/ha) à irriguer.

Avantages (+) et inconvénients (–)

- + Le coût en capital initial est faible.
- + Il offre une grande souplesse d'utilisation.
- + Il permet de protéger les cultures contre le gel.
- Il nuit au travail du sol.
- Ses besoins en main-d'œuvre sont élevés.
- Cause la perte par ruissellement des produits de phytoprotection sur les feuilles et les fruits sauf en cas de système à basse trajectoire.
- Certains dommages sont causés aux cultures par le déplacement des conduites.
- Pose un risque potentiel pour la salubrité des aliments à cause du contact direct de l'eau d'irrigation avec la culture (une eau de qualité médiocre pourrait la contaminer.)



Les systèmes portatifs à main se composent d'une conduite principale et d'un réseau de conduites secondaires espacées uniformément. Le réseau permet d'irriguer une section de champ à la fois.

SYSTÈMES D'IRRIGATION

SYSTÈME SEMI-PERMANENT (conduites principales enfouies)

Conception et matériel

- ▶ Très similaire au système portatif, à la différence que l'eau est acheminée par une conduite principale permanente qui est habituellement enfouie dans le sol.
- ▶ Les robinets sont saillies à la surface et les conduites secondaires y sont fixées; il n'est donc pas nécessaire de déplacer la conduite principale lorsque les conduites secondaires sont déplacées d'une parcelle à une autre.
- ▶ Le taux d'application de l'eau peut varier de 0,1 à 2,0 po/h (2,5–50 mm/h).
- ▶ Il faut une pompe plus puissante et les besoins énergétiques sont plus grands en raison de l'accroissement de la surface à irriguer.

Fonctionnement

- ▶ La conduite principale étant fixe, elle peut être de calibre plus gros; on peut donc irriguer une plus grande superficie à la fois.
- ▶ Moins portatif – seules les sections alimentées par la conduite principale enfouie peuvent être irriguées.
- ▶ Convient surtout aux cultures légumières et autres cultures horticoles.

Besoins en capital et main-d'œuvre

- ▶ Le coût initial en capital est habituellement plus élevé, parce que la conduite principale est enterrée; le coût demeure néanmoins modéré si l'irrigation se fait par parcelles.
- ▶ Cependant, si l'on veut irriguer la totalité du champ en une seule fois (système fixe), le coût en capital devient alors très élevé.
- ▶ Les besoins en main-d'œuvre sont moindres que pour les systèmes portatifs à main, bien qu'ils demeurent élevés, puisqu'il faut déplacer les conduites secondaires après chaque irrigation – superficie irriguée plus grande, conduite principale plus grosse, nombre moins élevé de conduites secondaires, moins de déplacements, besoins en main-d'œuvre moindres, coût en capital plus élevé.

Avantages (+) et inconvénients (–)

- + Il nuit moins aux déplacements et aux travaux dans les champs que le système entièrement portatif en raison de l'enfouissement de la conduite principale.
- + Il peut être utilisé pour protéger contre le gel.
- Il pose un risque potentiel pour la salubrité des aliments à cause du contact direct de l'eau d'irrigation avec la culture – une eau de qualité médiocre pourrait la contaminer.



Le système semi-permanent est identique au système mobile, à la différence que la conduite principale est enfouie.



Les bouches d'arrosage, comme celle-ci, qui sont saillies à la surface peuvent être utilisées avec les systèmes semi-permanents ou d'irrigation goutte-à-goutte qu'on voit ici. Les conduites principales enfouies gênent moins la circulation et exigent moins de main-d'œuvre.

SYSTÈMES D'IRRIGATION

SYSTÈME D'IRRIGATION FIXE EN COUVERTURE INTÉGRALE

Conception et matériel

- Le réseau de conduites et d'aspenseurs est similaire à celui du système portatif.
- Les conduites peuvent être enfouies ou placées en surface au printemps (les conduites enfouies nuisent moins aux travaux).
- Il faut un nombre suffisant de conduites et d'aspenseurs pour couvrir tout le champ.
- Ce système requiert habituellement une pompe de grande puissance et les besoins en énergie sont élevés. On peut réduire les besoins en pompage en irriguant par sections, au moyen de valves.

Fonctionnement

- Il n'y a aucune conduite à déplacer.
- L'ensemble du champ peut être irrigué en même temps ou progressivement, ce qui offre plus de possibilités en ce qui a trait au débit et au volume d'application. On peut par exemple irriguer moins abondamment mais plus souvent.

Capital et main-d'œuvre

- C'est le système dont le coût initial en capital est le plus élevé.
- Le système est non mobile.
- Ses besoins en main-d'œuvre sont minimes.
- Un calendrier d'utilisation doit être établi et il faut faire l'entretien du système.

Avantages (+) et inconvénients (-)

- + L'ensemble du champ peut être irrigué en même temps ou progressivement – utile pour la protection contre le gel, le refroidissement par évaporation et la chimigation.
- + Aucune conduite n'a besoin d'être déplacée, ce qui réduit les besoins en main-d'œuvre.
- + Il fait une meilleure utilisation de l'eau – si le calendrier d'irrigation est bien planifié, on peut réduire le volume d'eau nécessaire.
- Le coût en capital le plus élevé.
- Il pose un risque potentiel pour la salubrité des aliments à cause du contact direct de l'eau d'irrigation avec la culture – une eau de qualité médiocre pourrait la contaminer.

Le coût en capital initial d'un système fixe est très élevé, mais les besoins en main-d'œuvre sont très bas.

SYSTÈMES D'IRRIGATION

SYSTÈME À CANON D'ARROSAGE PORTATIF ET À VOLUME FIXE

Conception et matériel

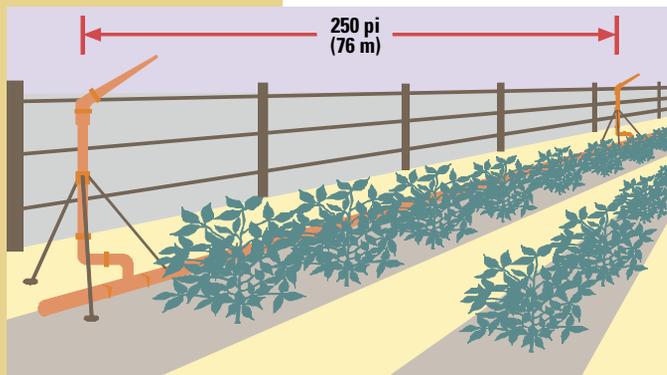
- L'eau est acheminée par des conduites d'aluminium et des conduites de plastique flexibles ou rigides.
- Il tire profit de canons d'arrosage à grand volume, pouvant projeter de 50 à 1000 gal/min, à une pression de fonctionnement de 40 à 130 lb/po².
- Le diamètre des buses varie de 0,5 à 2,0 po (12–50 mm), et l'eau peut être projetée sur une distance pouvant atteindre 250 pi (76 m).
- Il permet un taux d'application élevé – minimum : 0,25 po/h; maximum : 2,0 po/h (6–50 mm/h);
- Le système requiert habituellement une pompe de grande puissance, et ses besoins énergétiques sont élevés.

Fonctionnement

- L'eau étant projetée assez haut, le vent peut nuire grandement à l'uniformité de distribution.
- On peut irriguer jusqu'à 4,5 acres (2 ha) sans déplacement.
- Un réseau couvre en moyenne de 20 à 40 acres (8–16 ha).
- Les canons d'arrosage sont déplacés à la main, d'une parcelle à une autre, ou ils sont montés sur des remorques et déplacés à l'aide d'un tracteur.
- Le réseau fonctionne comme un système par aspersion ordinaire, sauf qu'il y a beaucoup moins de points d'arrosage et de conduites.
- Le système est facile à déplacer d'un champ à un autre – la seule condition demeure la source d'alimentation en eau.
- On l'utilise habituellement pour les pommes de terre, le tabac et le matériel de pépinière.



Dans les allées et sur les routes d'accès, on peut utiliser un tuyau plat et souple de large diamètre, sur lequel un véhicule peut passer sans l'endommager.



Des canons d'arrosage à grand volume, fixés aux conduites d'aluminium, peuvent projeter l'eau sur une distance pouvant atteindre 250 pieds (76 m).



Des canons d'arrosage fixes montés sur un cadre à roues peuvent aussi être utilisés; un tel système doit toutefois faire l'objet d'une surveillance pour éviter le ruissellement sur les terrains en pente.

SYSTÈMES D'IRRIGATION

Capital et main-d'œuvre

- Le coût en capital initial est modéré.
- Les besoins en main-d'œuvre sont modérés (0,5–1,0 h/ac/irrigation [1,25–2,5 h/ha/irrigation], parfois > 1 h/ac/irrigation), mais il faut une surveillance de moyenne à grande car, comme les débits d'application sont élevés, les canons doivent être vérifiés, réglés et déplacés souvent.

Avantages (+) et inconvénients (–)

- + Le système est facile à utiliser et à entretenir.
- Les erreurs de gestion peuvent être fréquentes.
- Le système exige peu de main-d'œuvre.
- Il y a risque de ruissellement et d'érosion sur les terrains en pente.
- Il peut causer le compactage du sol (encroûtement en surface).
- Le vent risque davantage de perturber le profil de dispersion des gouttelettes.
- Il est déconseillé pour protéger les cultures contre le gel.
- Il peut poser certains dangers pour la salubrité des aliments puisque l'eau entre en contact direct avec les produits comestibles et qu'une eau de mauvaise qualité pourrait en causer la contamination.

SYSTÈMES MOBILES D'IRRIGATION PAR ASPERSION

SYSTÈME À CANON BALLADEUR

Conception et matériel

- Le système tire profit des canons d'arrosage à grand volume, montés sur une remorque ou un traîneau.
- L'eau est amenée par un tuyau de plastique flexible relié directement à la pompe ou par un tuyau de plastique flexible relié à la conduite principale en aluminium.
- Seuls des asperseurs semi-circulaires sont utilisés, et ce pour deux raisons : ils assurent une application plus uniforme et évitent d'avoir à tirer la remorque ou le traîneau sur un sol mouillé.
- Les taux d'application sont élevés – minimum : 0,25 po/h; maximum : 2,0 po/h (6–50 mm/h).
- On peut modifier le volume d'eau appliqué par acre, en variant la vitesse de déplacement de la remorque ou du traîneau, ce qui offre une certaine latitude.
- Le système requiert habituellement une pompe de forte puissance et ses besoins énergétiques sont élevés.
- Il faut parfois installer une pompe d'appoint à l'entrée du canon d'arrosage pour maintenir une pression de fonctionnement suffisante.



Un treuil ou un enrouleur tire le canon monté sur une structure. Ce dernier irrigue le champ en se déplaçant.

SYSTÈMES D'IRRIGATION

SÉCURITÉ

Les systèmes à faible pression (< 50 lb/po²) sont en soi plus sécuritaires et consomment moins d'énergie. Les risques de blessure sont plus grands avec les systèmes à forte pression (> 80 lb/po²), compte tenu par exemple des risques d'éclatement ou de mouvements brusques des conduites ou de renversement des canons.

Fonctionnement

- ▶ Une unité peut fournir un apport en eau d'environ 1 po/ac/h (41 603 L/ha/h) – les buses sont offertes en une vaste gamme de calibres différents.
- ▶ Le système permet en moyenne d'irriguer de 3 à 140 acres (1–57 ha).
- ▶ Les déplacements du système d'un champ à l'autre sont effectués au moyen d'un tracteur.
- ▶ La remorque ou le traîneau est déplacé dans le champ à l'aide d'un treuil (câble) ou d'un enrouleur (tuyau de plastique rigide), irriguant le champ à mesure qu'il se déplace.
- ▶ Après chaque passage dans le champ, l'unité est placée à la position suivante.
- ▶ Le système est facile à déplacer.
- ▶ Il convient à l'irrigation des cultures basses ou hautes – habituellement utilisé pour le tabac, le gazon, les pommes de terre, les tomates, les fruits de verger et les vignes.
- ▶ Il convient le mieux aux sols plats.

Capital et main-d'œuvre

- ▶ Le coût en capital initial est modérément élevé.
- ▶ Les besoins en main-d'œuvre sont faibles : 0,1-0,3 h/ac/irrigation (0,25–0,75 h/ha/irrigation).
- ▶ Il nécessite une surveillance continue – l'installation d'interrupteurs d'arrêt d'urgence sur l'unité de pompage est indispensable.

Avantages (+) et inconvénients (–)

- + Le système est facile à utiliser et à entretenir, s'il est bien exploité.
- Les erreurs de gestion peuvent être fréquentes, car la mécanique est plus complexe.
- Il y a risque de ruissellement ou d'érosion sur les terrains en pente.
- Il y a risque de compactage du sol.
- Le vent peut perturber le profil de dispersion des gouttelettes.
- On ne l'utilise habituellement pas pour la protection contre le gel.
- La distance de déplacement est limitée par l'enrouleur.
- Il peut poser certains dangers pour la salubrité des aliments puisque l'eau entre en contact direct avec les produits de consommations et qu'une eau de mauvaise qualité pourrait en causer la contamination.

SYSTÈMES D'IRRIGATION

RAMPE MOBILE À FAIBLE PRESSION

Conception et matériel

- ▶ Le système est similaire à celui du canon balladeur, sauf que le canon est remplacé par une rampe.
- ▶ Sa conception ressemble aussi à celle d'un pulvérisateur muni de buses.
- ▶ La largeur des rampes varie de 40 à 235 pi (16–72 m).

Fonctionnement

- ▶ Le volume d'application varie selon la vitesse du treuil.
- ▶ Il requiert seulement une faible puissance (10–50 hp).
- ▶ Les taux d'application sont élevés.
- ▶ Une unité peut distribuer 1 po d'eau sur 0,2–0,9 ac/h.

Capital et main-d'œuvre

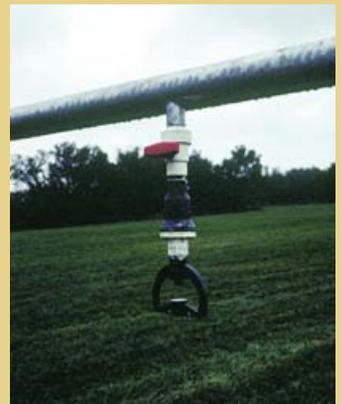
- ▶ Le coût en capital est modéré – le coût à l'acre chute considérablement à mesure que la surface à irriguer augmente.
- ▶ Les besoins en main-d'œuvre sont faibles.
- ▶ Il faut surveiller l'irrigation pour éviter le ruissellement.

Avantages (+) et inconvénients (–)

- + Le système convient aux cultures fragiles (p. ex. épinards), car l'eau est dispersée sous forme de fines gouttelettes.
- + L'application se faisant près du sol, l'effet du vent est négligeable.
- + L'eau peut ne pas venir en contact avec les produits comestibles lorsqu'on utilise un boyau traînant ou un manchon d'arrosage, de sorte que la salubrité des aliments n'est pas à risque même avec de l'eau d'irrigation de moindre qualité.
- Le système convient le plus aux sols à taux d'infiltration élevés (sols sableux).
- Il faut superviser l'arrosage pour éviter le ruissellement.
- La largeur d'irrigation est limitée à 40–235 pi (16–72 m).
- La distance à parcourir est limitée par la capacité des enrouleurs.
- Le système est inutile pour la protection des cultures contre le gel.
- Risques concernant la salubrité des aliments – à moins qu'on utilise un boyau traînant ou un manchon d'arrosage, l'eau vient en contact avec les produits comestibles, de sorte qu'une eau de moindre qualité pourrait contaminer les produits.



Le système à rampe mobile est similaire au système à canon balladeur, les canons étant remplacés par une rampe à buses à faible pression.



Les systèmes à faible pression distribuent l'eau en fines gouttelettes, convenant ainsi à l'irrigation des cultures fragiles.

SYSTÈMES D'IRRIGATION

IRRIGATION PAR PIVOT CENTRAL

Conception et matériel

- ▶ Le système consiste en une conduite secondaire unique supportée par des treillis et des tours sur roues, dont une extrémité est fixée au pivot central fixe.
 - ▷ La conduite secondaire peut s'étendre sur une longueur de 375 à 2000 pi (150–600 m).
- ▶ L'autre extrémité libre se déplace de façon circulaire autour du pivot.
- ▶ Le système s'adapte à des asperseurs ordinaires de pression modérée à faible, des canons à haute pression, des tubes descendants et/ou des asperseurs à faible pression fixés au-dessus ou au-dessous de la conduite secondaire.
- ▶ Le taux d'application varie d'un minimum de 0,2 po/h à un maximum de 10 po/h (5–250 mm/h);
- ▶ Les supports des tours sont espacés de 120 à 200 pi (35–60 m) et sont mus à l'électricité, par une source hydraulique (à l'eau ou à l'huile) ou sous pression d'air.
 - ▷ La vitesse de rotation est habituellement contrôlée de façon électronique.
- ▶ Vu la grande superficie à couvrir, le système requiert habituellement une pompe de grande puissance et ses besoins énergétiques sont élevés.
- ▶ Les buses à faible pression permettent de réduire la puissance de la pompe et les besoins en énergie.

Fonctionnement

- ▶ L'eau est acheminée dans la conduite secondaire par le pivot central et dispersée par les asperseurs (pression moyenne ou forte) ou des buses à faible pression.
- ▶ Une conduite secondaire de 1600 pi (490 m) peut irriguer une superficie de 195 acres (80 ha) à la fois.
- ▶ L'unité moyenne permet d'irriguer 7–500 acres (3–200 ha).
- ▶ Le débit d'application est plus élevé à l'extrémité de la conduite secondaire car la superficie à couvrir est plus grande; le débit est réglé en fonction de l'asperseur utilisé.
- ▶ Pour une application uniforme, les asperseurs le long de la conduite secondaire doivent être :
 - ▷ espacés à intervalles réguliers; leur calibre doit toutefois augmenter progressivement de manière à fournir un volume de plus en plus élevé à mesure que la distance par rapport au

pivot central augmente; ou

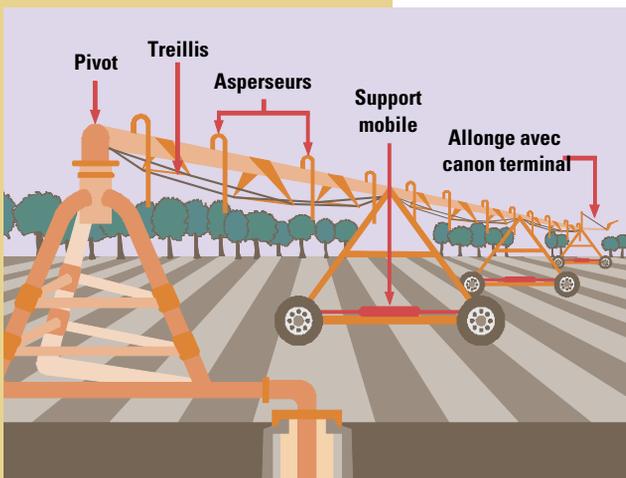
▷ de même calibre mais plus rapprochés à mesure que l'on s'éloigne du pivot.

▶ Un canon d'arrosage peut être installé à l'extrémité pour irriguer dans les coins.

▶ Les buses à faible pression font un meilleur usage de l'eau que les asperseurs ou canons à haute pression.

▶ La quantité totale d'eau appliquée est fonction de la vitesse de déplacement, qui est réglable – habituellement un tour complet prend 24 heures.

▶ Le système à pivot central convient à l'irrigation des pommes de terre, des oignons et d'autres légumes.



Le système à pivot central consiste en une seule conduite secondaire supportée par des tours et des treillis sur roues. Le système se déplace de façon circulaire autour d'un pivot central et il est alimenté en eau par une pompe.

SYSTÈMES D'IRRIGATION

Capital et main-d'œuvre

- Le coût en capital initial est élevé.
- Les besoins en main-d'œuvre sont très faibles – 0,05–0,15 h/ac/irrigation (0,13–0,38 h/ha).

Avantages (+) et inconvénients (–)

- + Il donne de bons résultats sur un terrain onduleux.
- + Il est facile à utiliser et à entretenir, lorsque le fonctionnement est bien compris.
- + Les besoins en main-d'œuvre sont très faibles (haut degré d'automatisation).
- + Il offre un bon éventail de taux d'application.
- + Le système convient aux grandes surfaces aussi bien qu'aux petites.
- + Les buses à faible pression permettent d'utiliser l'eau plus efficacement; les asperseurs et canons occasionnent plus de gaspillage.
- + Le système se prête bien à l'automatisation.
- + Il peut être muni d'un dispositif d'arrêt à distance.
- Le coût en capital est élevé.
- Le système peut être déplacé, mais son usage à un seul endroit est préférable.
- Les débits d'application sont élevés.
- Le système requiert de grands réservoirs d'eau pour s'alimenter.
- La rotation des cultures doit être planifiée avec soin.
- Le système consomme souvent beaucoup d'énergie.
- Il n'est pas adapté pour la protection des cultures contre le gel.
- Il n'irrigue pas les coins des champs, à moins qu'un dispositif spécial qui s'active seulement au moment opportun ne soit placé à l'extrémité de la conduite secondaire.
- Le système peut être déplacé d'une exploitation à une autre, mais tout déplacement à l'extérieur du champ où il est installé est compliqué (2–4 h dans le même champ).
- Il peut poser des risques pour la salubrité des aliments puisque l'eau entre en contact avec les produits comestibles – une eau de moindre qualité pourrait causer la contamination des produits.



Voici un ancien type de système à pivot central. Il consomme plus d'énergie en raison de ses asperseurs à haute pression.



Ce système avec tubes de descente à faible pression permet d'utiliser l'eau plus efficacement.

SYSTÈMES D'IRRIGATION

SYSTÈME À DÉPLACEMENT LATÉRAL



Très similaire au système à pivot central au plan mécanique, le système à déplacement latéral se distingue du fait que la conduite secondaire se déplace de côté à travers le champ et irrigue une parcelle rectangulaire.

Conception et matériel

- De construction très similaire au système à pivot central, le système à déplacement latéral se distingue du fait que toute la conduite secondaire surélevée se déplace en ligne droite à travers le champ, irriguant du même coup une parcelle rectangulaire.
- L'eau est amenée par un tuyau flexible ou provient d'un fossé à ciel ouvert.
- Tous les types d'asperseurs peuvent être utilisés.
- Les taux d'application habituels sont : au minimum 0,2 po/h, et au maximum 2 po/h (5–50 mm/h).
- Le taux d'application est uniforme d'une extrémité à l'autre du système.
- La vitesse de chaque unité d'entraînement est réglée de façon électronique pour assurer le maintien d'une ligne droite.
- La conduite secondaire peut s'étendre sur une longueur de 2600 pi (800 m).
- Le système requiert une pompe de grande puissance et ses besoins énergétiques sont élevés étant donné la grande superficie devant habituellement être irriguée (faibles cependant par comparaison aux besoins du système à canon ballabeur).

Fonctionnement

- L'application totale dépend de la vitesse de déplacement de la conduite secondaire (réglage variable).
- Le système convient surtout à l'irrigation de grandes superficies. Le système unique moyen peut irriguer 80–500 acres (32–200 ha).
- Les systèmes plus petits peuvent être déplacés d'un établissement adjacent à un autre, mais non sans difficulté.
- Il convient à l'irrigation des pommes de terre et des fraises (lorsqu'il n'est pas nécessaire d'assurer une protection contre le gel).



Les systèmes à déplacement latéral exigent des investissements initiaux élevés, mais requièrent peu de main-d'œuvre.

Capital et main-d'œuvre

- Le coût en capital initial est élevé.
- Les besoins en main-d'œuvre sont très faibles : 0,05–0,15 h/ac/irrigation (0,13–0,38 h/ha/irrigation).

Avantages (+) et inconvénients (–)

- + Les besoins en main-d'œuvre sont très faibles.
- + Les taux d'application sont variables.
- + L'eau n'entre pas nécessairement en contact avec les produits comestibles lorsqu'on utilise un boyau traînant ou un manchon d'arrosage, de sorte que les risques concernant la salubrité des aliments sont réduits même si l'eau d'irrigation est de moindre qualité.
- + Le système est facile à utiliser, une fois qu'il a été bien compris (dispositifs électroniques de pointe).
- Le coût en capital est élevé.
- En général, il est conçu pour rester en place dans le champ.
- Il ne se prête pas à la protection des cultures contre le gel.

SYSTÈMES D'IRRIGATION

MICRO-IRRIGATION (irrigation goutte-à-goutte ou localisée)



Voici des goutteurs ou minidiffuseurs. Ils libèrent l'eau en un point précis.



Ce diffuseur à microjet ne comporte aucune pièce mobile et peut s'insérer dans le tuyau.

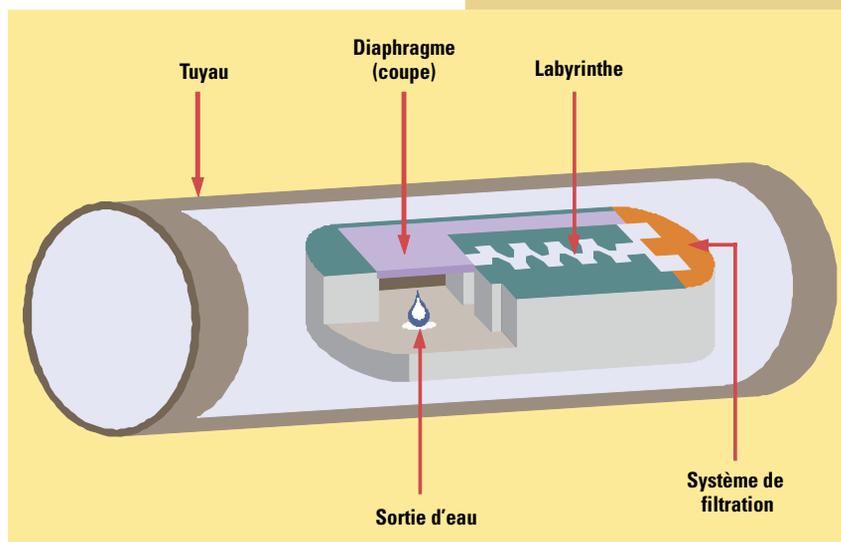


Ci-dessus, on voit une gaine perforée, dans laquelle les goutteurs sont intégrés dans la commissure de la gaine.

Conception et matériel

- Il se compose d'un réseau de conduites secondaires en polyéthylène, d'un diamètre de $\frac{3}{8}$ – 1,5 po [10–38 mm], espacées uniformément, qui sont alimentées au moyen de conduites principales et auxiliaires.
- Les goutteurs ou minidiffuseurs (équivalents des asperseurs d'autres systèmes) peuvent être répartis uniformément (8–24 po [200–600 mm] de distance) le long des conduites pour irriguer un rang continu ou groupés près de chaque plant (p. ex. dans le cas de vergers).
- Les goutteurs peuvent être insérés dans le tuyau ou décalés.
- Le goutte-à-goutte doit être pourvu d'unités de filtration pour fonctionner à l'eau claire et éviter que les goutteurs ne s'obstruent.
- Il faut généralement installer un régulateur de pression au début de chaque conduite auxiliaire.
- Le système utilise une pompe plus petite et plus efficace, il consomme moins d'énergie et les conduites d'eau sont plus petites que pour les autres systèmes.
- Le système doit être soigneusement conçu pour bien fonctionner, en particulier si on l'utilise en relief ondulé – les goutteurs avec compensateurs de pression permettent de surmonter dans l'ensemble les difficultés que posent les ondulations du terrain et l'éloignement des conduites auxiliaires en s'ouvrant davantage pour livrer un volume accru lorsque la pression chute, ou en se refermant pour réduire le volume d'eau livré lorsque la pression augmente, ce qui se traduit par un taux d'application constant.

Les goutteurs en ligne, comme celui-ci, peuvent être munis d'un compensateur de pression qui aide à maintenir un taux d'arrosage constant dans l'ensemble du champ. Les goutteurs de compensation permettent d'obtenir un débit constant malgré de grandes variations de pression. Les pentes et l'éloignement de la pompe ne posent donc plus de problèmes.



SYSTÈMES D'IRRIGATION

Types de goutte-à-goutte

- ▶ Il existe trois types principaux de systèmes goutte-à-goutte :
 - ▷ **Gaine perforée** – un boyau à paroi mince dont le dispositif de diffusion est installé dans la commissure de la gaine ou inséré par le fabricant à l'intérieur du boyau (épaisseur de la paroi de 0,004–0,020 po [0,10-0,50 mm]).
 - ▷ **Conduite avec goutteurs** – la paroi du tube est plus épaisse; le minidiffuseur est soit fixé en surface du tube ou placé à l'intérieur au moment de l'usinage, fournissant une source ponctuelle de diffusion de l'eau.
 - ▷ **Conduite avec diffuseurs à microjet** – tube à paroi épaisse sur lesquels sont fixés les diffuseurs; ces derniers distribuent l'eau en un jet dont le diamètre de projection est inférieur à 10 pi (3 m).
- ▶ Les micro-asperseurs sont considérés comme distincts des systèmes de micro-irrigation décrits ci-dessus.
 - ▷ Les systèmes à micro-asperseurs arrosent toute la surface entourant le plant, et non pas seulement la zone racinaire.
 - ▷ Ils se distinguent aussi du fait qu'ils comportent des pièces mobiles dont une toupie ou autre dispositif permettant d'accroître le rayon de projection.
 - ▷ Ils fonctionnent à des débits plus élevés, soit > 25 gal US/h (> 100 L/h).
- ▶ Les systèmes plus vieux devaient fonctionner presque continuellement en période de pointe (basses pressions/très bas débits); les nouveaux systèmes, grâce à des débits plus grands, parviennent à livrer la quantité d'eau requise en l'espace de 4–8 heures par jour.
- ▶ Le recours à des débits plus grands réduit le risque d'obstruction des diffuseurs (orifices plus gros); on peut irriguer le champ par sections, et utiliser une pompe moins puissante.
- ▶ Une pompe électrique de 3 hp est capable d'irriguer un grand verger – en divisant la surface en sections d'arrosage comprenant environ 1000 arbres chacune, la pompe peut irriguer 2,5 acres (1 ha) à la fois.
- ▶ L'eau doit absolument être claire pour que les diffuseurs fonctionnent normalement et que les besoins d'entretien restent au minimum – il faut donc un appareil de filtration.



L'irrigation goutte-à-goutte apporte une faible quantité d'eau au-dessus de la zone racinaire. Sous la surface du sol, la zone d'irrigation s'étend en éventail.

Filtres

- ▶ Il en existe trois types principaux :
 - ▷ **toile métallique,**
 - ▷ **rondelle,**
 - ▷ **sable.**
- ▶ Le type de filtre choisi dépend de la qualité de l'eau et de l'ouverture des diffuseurs.
- ▶ Les filtres doivent être lavés régulièrement par refoulement (mode manuel ou automatique) pour bien remplir leur fonction.
- ▶ Les filtres sont classés selon l'ouverture de leurs mailles, qu'on appelle « équivalent-maille »
 - ▷ p. ex. 100 équivalents-mailles = 0,1520 mm, tandis que 200 équivalents-mailles = 0,0740 mm;
 - ▷ il faut utiliser un treillis métallique d'au moins 80 équivalents-mailles dans les systèmes de micro-irrigation.

À noter : Il n'est pas rare qu'on installe les systèmes de filtres à rondelles sur de petites remorques afin d'en faciliter le déplacement.

SYSTÈMES D'IRRIGATION

TYPES DE FILTRES

SYSTÈME DE FILTRATION	MOBILITÉ (facilité à déplacer ailleurs)	CAPACITÉ DE FILTRER UNE EAU À HAUTE TENEUR EN PARTICULES ORGANIQUES	ADAPTABILITÉ AU LAVAGE PAR REFOULEMENT AUTOMATIQUE
TOILE MÉTALLIQUE	Oui	Faible	Oui
RONDELLE FILTRANTE	Oui	Haute	Oui
FILTRE À SABLE	Non	Haute	Oui



Filtre à toile métallique.



Filtre à sable.



Filtre à rondelle.

Fonctionnement

- Le réseau fournit un faible apport en eau ($\frac{1}{2}$ à 2 gal US/h [2–8 L/h]) à la base de chaque plante – la durée d'utilisation du système permet de contrôler l'apport en eau.
- Les composantes peuvent être plus petites, parce que l'apport en eau se fait de façon plus continue (habituellement sur une base quotidienne, lorsque cela s'avère nécessaire) et que seule la zone racinaire est arrosée (et non pas les entre-rangs).
- Le système est surtout utilisé pour les arbres fruitiers, les petits fruits, les légumes et les plantes ornementales.

Capital et main-d'œuvre

- Une fois le système en place, les besoins en main-d'œuvre sont très faibles.
- Il faut cependant exercer une surveillance pour s'assurer que les diffuseurs ne sont pas obstrués et que le système fonctionne bien.

SYSTÈMES D'IRRIGATION

Avantages (+) et inconvénients (-)

- + Ce système repose sur le concept voulant qu'il vaut mieux prévenir que guérir un stress hydrique; ce principe est bénéfique pour les cultures.
- + Les besoins en main-d'œuvre s'avèrent très faibles.
- + L'automatisation est facile.
- + Il consomme moins d'eau (la consommation d'eau peut être du tiers à la moitié moins élevée qu'avec les systèmes d'irrigation sur frondaison).
- + Il peut être utilisé pour la fertirrigation.
- + Il peut être utilisé par temps venteux ou durant les pulvérisations antiparasitaires.
- + Il peut fonctionner sans interruption de la récolte.
- + Comme il ne mouille pas le feuillage, il n'augmente pas les risques de maladie chez certaines cultures, sans compter qu'il n'enlève pas les produits phytosanitaires du feuillage ou des fruits mûrissants..
- + Les coûts de fonctionnement sont relativement bas.
- + Le problème des mauvaises herbes est amoindri puisqu'il n'arrose pas les entre-rangs.
- + L'eau d'irrigation n'entre pas en contact direct avec les produits comestibles et par conséquent il y a moins de risques concernant la salubrité des aliments par contamination avec une eau de moindre qualité.
- La source d'eau doit être fiable.
- La culture pourrait être grandement endommagée s'il y avait arrêt de l'irrigation durant une période de sécheresse.
- Il ne peut pas être utilisé pour protéger les cultures contre le gel.
- Il est susceptible de dommages occasionnels par les rongeurs.
- Il peut poser problème si l'on utilise des instruments de labour ou de tonte près des rangs d'une culture, les conduites pouvant s'emmêler dans les instruments.

RÉSEAU DE MICRO-IRRIGATION SOUTERRAIN

Conception et matériel

- La seule différence par rapport à la micro-irrigation ordinaire est que les conduites secondaires sont enfouies (voir détails page 61).
- La profondeur d'enfouissement des conduites est fonction de la profondeur d'enracinement de la culture et du type de sol.
- Les conduites secondaires doivent être placées de façon que les orifices des diffuseurs soient dirigés vers le haut.



La gaine perforée peut s'installer en surface ou dans le sol. On voit ici le profil de mouillage par une gaine perforée qui est enfouie.

SYSTÈMES D'IRRIGATION

Fonctionnement

- Le réseau apporte l'eau d'irrigation juste dans la zone racinaire de la culture, sous la surface du sol.
- Il fournit une petite quantité d'eau à des intervalles courts (habituellement chaque jour).
- **Intrusion des racines**
 - ▷ Les irrigations doivent être fréquentes, sinon les racines risquent de s'introduire dans les conduites.
 - ▷ L'irrigation déficitaire est déconseillée dans le cas de la micro-irrigation souterraine car elle favorise l'intrusion des racines dans les diffuseurs.
 - ▷ Dans les cultures ligneuses, l'irrigation doit se poursuivre durant toute la saison de végétation, même après la récolte, puisque la croissance des racines continue et que toute interruption de l'irrigation amènerait les racines à rechercher agressivement de l'eau, au point d'envahir l'intérieur des goutteurs.
 - ▷ Pour empêcher l'intrusion par les racines, on peut faire une vidange acide du système ou avoir recours à des goutteurs spécialement conçus pour y résister.
 - ▷ Tout système qui a été pénétré par des racines doit être remplacé.

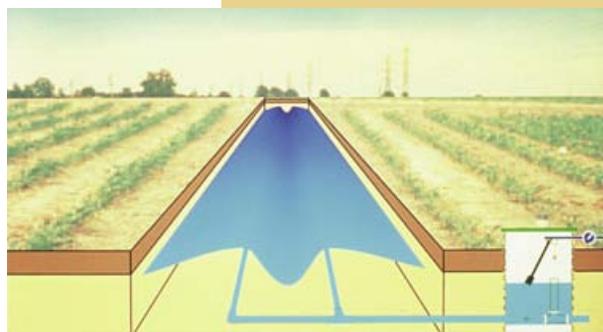
Avantages (+) et inconvénients (-)

- + Il y a moins d'eau qui s'évapore de la surface du sol.
- + Le système ne cause aucune interférence avec les autres opérations culturales, même pendant les périodes d'irrigation.
- + Il mouille un plus grand volume de sol, réduisant ainsi la percolation en profondeur.
- + Il prévient les dommages éventuels par les animaux aux conduites secondaires.
- Il y a risque d'intrusion par les racines.
- Il y a risque de pincement des conduites secondaires, ce qui réduirait le débit.
- La surveillance du réseau est difficile puisqu'il est enfoui et invisible.
- On doit se fier aux jauges de pression et aux débitmètres pour vérifier que le système fonctionne bien.
- Il ne doit pas être installé dans les endroits où le compactage ou la circulation dense peuvent causer l'écrasement des conduites.

DRAINAGE CONTRÔLÉ / IRRIGATION SOUTERRAINE

Ce système d'irrigation souterrain exploite la présence du réseau de drainage existant pour maintenir, élever ou abaisser le niveau de la nappe phréatique afin qu'elle se situe près du bas de la zone racinaire de la culture.

L'eau est amenée dans la zone racinaire par capillarité. Deux systèmes différents peuvent être utilisés à cette fin : le drainage contrôlé et l'irrigation souterraine.



Dans le cas du drainage contrôlé (aucun apport d'eau) ou de l'irrigation souterraine (apport d'eau), le niveau de la nappe phréatique est contrôlé, de manière à permettre la montée de l'eau vers la zone racinaire, par capillarité.

SYSTÈMES D'IRRIGATION

DRAINAGE CONTRÔLÉ

Conception et matériel

- ▶ Des dispositifs de régulation du débit et du niveau (p. ex. soupape à clapet de caoutchouc) sont installés à la sortie des tuyaux ou à des endroits stratégiques, le long du système de drainage souterrain.
 - ▷ Les dispositifs sont gardés en position ouverte pendant la fonte des neiges et fréquemment pendant la période des semis ou des plantations.
 - ▷ Les dispositifs sont aussi forcés ouverts pour permettre le drainage (c.-à-d. au printemps); ils sont ensuite fermés pendant la majorité de la saison de croissance, à moins que des pluies abondantes nécessitent d'être évacuées.
- ▶ Les tuyaux sont habituellement enfouis à une profondeur de 30 à 36 po (75-90 cm) sous la surface du sol et attirent la nappe phréatique à cette profondeur.
- ▶ Lorsque les dispositifs de régulation du débit sont activés, la nappe phréatique n'est abaissée qu'à une profondeur de 16 à 18 po (40-50 cm), soit juste sous la zone des racines primaires.
- ▶ Les exigences propres au site sont les suivantes :
 - ▷ Le champ tout entier doit être desservi par le réseau de drainage.
 - ▷ Ce système convient davantage aux terrains relativement plats.
 - ▷ Le système peut également être installé sur des terrains en pente, mais les coûts sont alors plus élevés et le système nécessite une gestion plus rigoureuse.
 - ▷ Il doit y avoir une couche imperméable au niveau du réseau de tuyaux ou à proximité – sans quoi la nappe phréatique chutera trop rapidement pour qu'on puisse en tirer quelque avantage que ce soit. La conception peut nécessiter une étude attentive des horizons du sol.

Fonctionnement

- ▶ Il ne s'agit pas véritablement d'un système d'irrigation.
- ▶ En faisant une meilleure utilisation de l'eau qui s'infiltre dans le sol, le système permet de retarder le recours à l'irrigation.
- ▶ Il permet de gérer le système de drainage souterrain.
 - ▷ Le système de drainage souterrain est conçu de manière à retirer l'eau gravitationnelle du sol pour abaisser la nappe phréatique à la profondeur correspondant aux conditions de croissance optimales.
 - ▷ Une fois la nappe phréatique à la profondeur désirée, l'excès d'eau est éliminé jusqu'à ce que la nappe soit abaissée au niveau du système de drainage.
- ▶ Grâce à des techniques de contrôle de drainage, une partie de cette eau, qui serait habituellement évacuée par les réseaux de drainage traditionnels, peut être utilisée pour rétablir la teneur en eau dans la zone racinaire, par capillarité.
- ▶ Ce système ne fait que contrôler la profondeur à laquelle est abaissée la nappe phréatique.
- ▶ Il n'y a aucun apport d'eau; le système prolonge la période durant laquelle on peut se passer de pluie ou d'irrigation.

SYSTÈMES D'IRRIGATION

IRRIGATION SOUTERRAINE PAR LE RÉSEAU DE DRAINAGE

Conception et matériel

- Les exigences propres au site sont les suivantes :
 - ▷ Il est indispensable qu'une couche imperméable de sol se trouve au niveau des tuyaux ou sous les tuyaux, pour retarder l'infiltration de l'eau plus en profondeur.
 - ▷ En l'absence de cette couche, il est impossible de maintenir le niveau de la nappe phréatique et donc aucun avantage n'en résulterait.
 - ▷ Ce système convient également aux sols dont la nappe phréatique est naturellement haute (les sols naturellement bien drainés ne sont pas appropriés).
 - ▷ Ce système convient particulièrement aux terrains plats ou peu accidentés.
 - ▷ On doit pratiquer des trous d'essais dans l'ensemble du champ pour déterminer le profil de sol et l'emplacement de la couche imperméable.

Fonctionnement

- Il fonctionne selon le même principe que le système de drainage contrôlé, à la différence qu'il y a ici apport d'eau pour maintenir l'eau juste sous la zone des racines primaires.
- Le réseau de drainage sert à l'écoulement de l'eau au printemps, ainsi qu'à la réintroduction de l'eau dans le sol pour maintenir le niveau de la nappe phréatique pendant la saison de croissance.
- Selon la source d'alimentation en eau, l'eau peut être pompée dans le réseau de tuyaux ou y être amenée par gravité.
- L'eau peut entrer dans le tuyau de drainage à l'une ou l'autre extrémité.

Avantages (+) et inconvénients (-)

- + Les besoins d'entretien et en main-d'œuvre sont faibles.
- + Le système ne nuit pas aux travaux du sol, ni aux activités en surface dans le champ.
- + Outre un rendement accru, la recherche a révélé d'autres avantages à l'utilisation de l'irrigation souterraine par le réseau de drainage : une meilleure utilisation de l'azote (réduction des pertes dans les eaux de surface ou souterraines) ainsi qu'une réduction de la percolation en profondeur des pesticides.
- + Comme l'eau d'irrigation n'entre pas en contact avec les produits comestibles, on réduit les dangers pour la salubrité des aliments qui sont associés à une eau d'irrigation de moindre qualité.
- Dans les champs en pente, il peut s'avérer nécessaire de diviser le fonctionnement du réseau en parcelles.
- S'il s'agit de moderniser un système déjà en place, il est essentiel de bien connaître le système de drainage en place (emplacement, pentes, profondeur, etc.);
- Ce système ne peut pas être utilisé pour protéger les cultures contre le gel.
- Il faut disposer d'une source d'eau suffisante.



Dispositif vendu sur le marché pour contrôler l'apport d'eau dans un système d'irrigation souterraine par le réseau de drainage.

SYSTÈMES D'IRRIGATION

PRIX DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES D'IRRIGATION (\$/acre)

SYSTÈME D'IRRIGATION	15 ACRES	50 ACRES	100 ACRES
PORTATIF	1540 \$/ac 3 déplacements 5 ac irrigués/déplacement	980 \$/ac 5 déplacements 10 ac irrigués/déplacement	S.O.
SEMI-PERMANENT	1575 \$/ac	865 \$/ac	S.O.
FIXE EN COUVERTURE INTÉGRALE	3580 \$/ac	3250 \$/ac	3070 \$/ac
PORTATIF, À CANON À VOLUME FIXE	2100 \$/ac	1440 \$/ac 48 déplacements du canon	900 \$/ac 84 déplacements du canon
CANON BALLADEUR	1985 \$/ac	900 \$/ac	700 \$/ac
RAMPE MOBILE	3000 \$/ac 7 déplacements	1715 \$/ac 5 déplacements	915 \$/ac 9 déplacements
PIVOT CENTRAL	S.O.	890 \$/ac génératrice comprise	750 \$/ac génératrice comprise
MICRO-PIVOT	1575 \$/ac génératrice non comprise	860 \$/ac pivot mobile, 2 cercles	S.O.
DÉPLACEMENT LATÉRAL	S.O.	1240 \$/ac (latéral, micro)	990 \$/ac (latéral, grand)
Le prix des systèmes à pivot et à conduites secondaires varie selon la grandeur et la forme du champ. Le fonctionnement des pivots et des conduites secondaires nécessite de l'énergie. Les prix suggérés peuvent ou non comprendre l'achat d'une génératrice – voir ci-dessus.			
MICRO-IRRIGATION	15 ACRES	50 ACRES	100 ACRES
GAINES PERFORÉES JETABLES À PAROI MINCE	1078 \$/ac (230 \$/ac/an pour remplacer les gaines)	822 \$/ac (219 \$/ac/an pour remplacer les gaines)	750 \$/ac (219 \$/ac/an pour remplacer les gaines)
CONDUITES PERMANENTES À PAROI ÉPAISSE (conduites – durée de vie de 15 ans)	3040 \$/ac	2550 \$/ac	2325 \$/ac

Hypothèses : La source d'eau se trouve à proximité et la hauteur d'aspiration est minimale. De plus, les champs sont relativement plats et aménagés de manière à réduire au minimum le nombre de conduites principales.

Source d'énergie non comprise, sauf indication contraire.

Pour connaître les coûts à l'hectare, multiplier les coûts à l'acre par 2,48.

SYSTÈMES D'IRRIGATION

POMPES D'IRRIGATION

La pompe est une composante importante de tout système d'irrigation. L'eau doit en effet être acheminée à tous les asperseurs ou goutteurs à la bonne pression et au débit requis. La pompe doit par ailleurs convenir au moteur utilisé, pour produire l'effet recherché – un bon appariement permettra en outre de réaliser des économies, tant au niveau des coûts de fonctionnement que d'entretien.

Chaque pompe possède des caractéristiques d'écoulement uniques qui varient selon sa vitesse de rotation (tours-minute) et sa pression de fonctionnement. On doit choisir la pompe en tenant compte de deux importants paramètres d'irrigation, à savoir le débit d'irrigation total et la hauteur manométrique totale.

- ▶ Débit d'irrigation total à un moment précis – il correspond au débit fourni par l'ensemble des asperseurs ou goutteurs susceptibles de fonctionner simultanément.
- ▶ Hauteur manométrique totale du système.
 - ▷ $H = h_p + h_f + h_s + h_e$
 (h_p = hauteur piézométrique; h_f = perte de charge; h_s = hauteur géométrique d'aspiration; h_e = charge statique du débit)

La puissance au frein requise par la pompe d'irrigation se calcule comme suit :

- ▶ $H.P. = (Q \times H) / (3960 \times E)$
 ▷ H.P. = puissance au frein requise par le système; Q = débit prévu du système (gal US/min);
 H = hauteur manométrique totale (pi); E = rendement de la pompe (% , sous forme décimale).

Le rendement de la pompe peut être déterminé à partir d'une courbe du rendement. Cette courbe illustre le rendement de la pompe à différents taux de pompage, vitesses de rotation (tours-minute) et forces résistantes (H). Plus le rendement est élevé, plus l'énergie transférée à l'eau pour en assurer le déplacement sera grande.

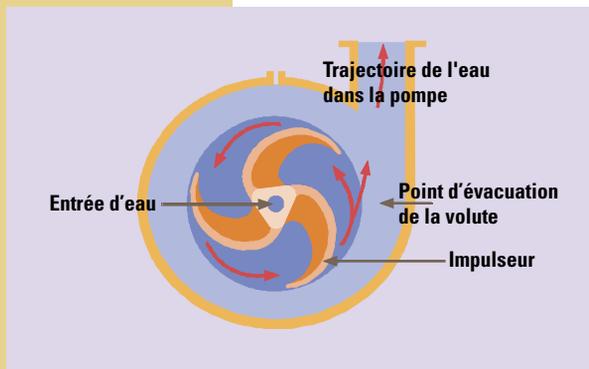
Consulter des spécialistes avant de faire l'achat d'une pompe.

POMPES CENTRIFUGES

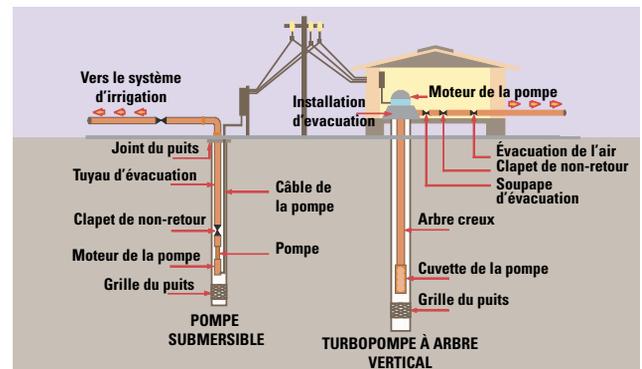
- ▶ C'est le type de pompe le plus répandu.
- ▶ Dans une pompe centrifuge, l'eau pénètre habituellement du côté de l'impulseur et est projetée par la force centrifuge à l'extérieur de l'impulseur.
- ▶ La pompe doit être choisie de manière à fonctionner près de son **point d'efficacité maximal** – sinon l'efficacité du carburant sera moindre.
- ▶ Choisir de préférence une pompe dont le point d'efficacité maximal est d'au moins 65 %.
- ▶ La pompe ne devrait pas être utilisée à moins de 80 % de son point d'efficacité maximal.
- ▶ Pour réduire au minimum la hauteur d'aspiration, la pompe doit être placée à un niveau se rapprochant le plus possible du niveau de l'eau.
- ▶ Il est plus facile de pousser l'eau vers le haut que de l'aspirer d'un point plus bas.

SYSTÈMES D'IRRIGATION

- Ce type de pompe est utilisé lorsque l'eau provient d'une source en surface, par exemple un réservoir ou un cours d'eau.
- Lorsque l'eau est exempte de limon ou de sable, cette pompe peut donner un rendement fiable pendant de nombreuses années.
- Elle peut être actionnée par divers types d'énergie et systèmes de transfert d'énergie (électricité, gaz, diesel, prise de force, etc.);
- Elle peut être utilisée à des vitesses très variables et convient autant à l'application de faibles quantités d'eau à haute pression (pour protéger contre le gel) qu'à l'application de volumes plus élevés à basse pression (irrigation).



Dans une pompe centrifuge, l'eau pénètre du côté de l'impulseur et est projetée à l'extérieur de l'impulseur.



La pompe submersible est surtout utilisée dans les puits de petit diamètre ayant un niveau d'eau statique. La turbopompe à arbre vertical convient davantage aux puits de niveau variable.

POMPES À TURBINE

POMPE SUBMERSIBLE À TURBINE

- On l'utilise habituellement pour pomper l'eau d'un puits dont le niveau statique est inférieur à 15 pi (4,5 m).
- Elle est surtout utilisée dans les puits de petit diamètre.
- La pompe et le moteur sont placés sous le niveau statique de l'eau, à l'intérieur du puits.
- L'eau doit être exempte de limon et de sable.
- La pompe est alimentée à l'électricité.
- Elle est utilisée principalement pour le pompage de petits volumes.

TURBOPOMPE À ARBRE VERTICAL

- On l'utilise dans les puits ordinaires ou les puits reliés à une autre source d'alimentation, par exemple une rivière.
- Elle peut pomper de grands volumes d'eau.
- Elle est souvent utilisée lorsque la hauteur manométrique totale (H) est élevée ou que le niveau est variable.
- La source d'alimentation énergétique est placée dans la partie supérieure du puits – on a recours à différentes sources d'énergie, p. ex. électricité, moteurs à combustion interne.
- La pompe est placée à l'intérieur du puits, sous le niveau statique de l'eau.
- Elle peut être utilisée avec une eau moins propre ou claire.
- Son prix est plus élevé.

SYSTÈMES D'IRRIGATION

SOURCES D'ÉNERGIE

MOTEURS ÉLECTRIQUES

Avantages (+) et inconvénients (–)

- + Ils donnent un très bon rendement (85–90 %).
- + Ils sont très fiables et exigent peu d'entretien.
- + Leur coût initial est moins élevé que celui des moteurs à combustion interne, mais la source d'électricité doit être facilement accessible.
- + Si l'on a accès au courant triphasé, des économies additionnelles peuvent être réalisées au niveau du coût du moteur, en particulier des moteurs plus gros; cependant, des frais liés à la demande s'appliquent chaque mois.
- + Ils ont une longue durée de vie (20–30 ans).
- + Ils sont offerts en une vaste gamme de puissances – il est donc facile d'en trouver un qui réponde à des besoins précis.
- + Leur fonctionnement est silencieux et propre.
- + Ils sont faciles à automatiser.
- + Ils sont très utiles pour la micro-irrigation (goutte-à-goutte).
- Ils sont peu mobiles – les sources d'électricité se trouvent habituellement à des endroits fixes.
- Ils fonctionnent à une vitesse constante – il est donc impossible de modifier le taux de pompage (à moins que le moteur ait un entraînement à vitesse variable).
- Le coût initial peut être supérieur à celui d'un moteur à combustion interne, si la source d'électricité n'est pas facilement accessible.
- Le coût en capital est plus élevé.

Autres renseignements

Si la puissance nécessaire est supérieure à 10 hp, on utilisera un moteur spécial à démarrage lent pour fonctionnement en monophasé. Ces moteurs sont plus coûteux que les moteurs ordinaires.

On peut également utiliser un moteur triphasé si la source d'alimentation électrique requise est disponible. Les moteurs triphasés peuvent être utilisés en fonctionnement monophasé; un convertisseur de phase doit toutefois être installé en amont du moteur, ce qui augmente les coûts d'installation.

Si on envisage d'acheter un gros système, il faudrait d'abord consulter les services hydroélectriques de la région pour s'assurer que l'alimentation électrique des lignes d'entrée est suffisante. Des frais de surtension pourraient s'appliquer à l'utilisation de gros moteurs, ce qui augmenterait les coûts de fonctionnement. Consulter un électricien expérimenté pour connaître les autres options.



Cette pompe électrique de 3 hp alimente un système d'irrigation goutte-à-goutte.

SYSTÈMES D'IRRIGATION

MOTEURS À COMBUSTION INTERNE

Avantages (+) et inconvénients (-)

- + Le système est facile à déplacer.
- + La vitesse peut être réglée pour adapter le taux de pompage à des besoins particuliers (p. ex. vitesse très élevée pour les gros canons d'arrosage).
- + Il est plus facile d'obtenir une puissance élevée.
- + Ils permettent de faire double usage des sources d'énergie existantes, p. ex. tracteur.
- Ils nécessitent un plus grand entretien (p. ex. vidanges, mises au point).
- La variété des modèles disponibles est moins grande.
- La durée de vie est plus courte.
- Le coût initial est plus élevé.
- Si la pompe est actionnée par un tracteur, celui-ci ne peut pas être utilisé pour d'autres tâches agricoles pendant l'irrigation.
- Si la pompe est actionnée par un tracteur, la durée de vie du moteur du tracteur diminue sans que ses autres composantes s'usent – si l'on prévoit en faire un usage intensif, il vaut mieux utiliser un moteur exclusivement pour cette tâche.
- Il est essentiel d'installer des interrupteurs de sûreté de type Murphy pour éliminer les risques de fusion du moteur.
- Ces moteurs sont bruyants et dégagent de la fumée.
- Il faut faire le plein régulièrement.

Autres renseignements

Voici quelques dispositifs de sécurité à installer pour protéger les moteurs à combustion interne :

- butée-stop de basse pression d'irrigation,
- butée-stop de basse pression d'huile,
- butée-stop de haute température de l'eau du moteur.



La pompe entraînée par la prise de force du tracteur permet de faire un bon usage des sources d'énergie existantes.



Les pompes fixes sont portatives et peuvent être réglées de manière à adapter le taux de pompage aux différents besoins.

SYSTÈMES D'IRRIGATION

On peut utiliser des systèmes à entraînement direct (réservés pour l'irrigation) ou entraînés par la prise de force, de même que des moteurs diesel ou à essence. Les moteurs diesel durent plus longtemps, leur coût en capital est plus élevé mais leur coût énergétique est moindre que celui des moteurs à essence. L'utilisation du gaz naturel comme source de carburant suscite également un certain intérêt, ce produit étant beaucoup plus économique que l'essence. Les moteurs alimentés au gaz naturel ont par ailleurs une longue durée de vie et démarrent bien par temps froid.

EXIGENCES ÉNERGÉTIQUES

Puissance hydraulique	= énergie réelle imprimée à l'eau par la pompe (hp)
Puissance hydraulique	= $Q \times H / 3960$
où Q	= débit prévu du système (gal U.S./min)
où H	= charge dynamique totale (pi)

PUISSANCE HYDRAULIQUE (hp) PAR UNITÉ DE CARBURANT

CARBURANT	PUISSANCE HYDRAULIQUE (hp/h) PAR UNITÉ DE CARBURANT
ESSENCE	2,14 par litre
DIESEL	2,9 par litre
ÉLECTRICITÉ	0,885 par kilowatt-heure

COMPARAISON DES COÛTS DE CARBURANT

CARBURANT	CONSOMMATION DE CARBURANT OU D'ÉLECTRICITÉ POUR PRODUIRE 10 hp/h	COÛT PAR UNITÉ DE CARBURANT OU D'ÉLECTRICITÉ (\$)	COÛT TOTAL (\$)
ESSENCE	4,67 litres	90	4,20
DIESEL	3,44 litres	80	2,75
ÉLECTRICITÉ	11,29 kWh	0,11	1,24

Nota : Ce tableau ne porte que sur les coûts de carburants, établis à partir du rendement moyen des moteurs pour chaque type de carburant. Les chiffres indiqués ne tiennent pas compte des coûts d'installation, du prix d'achat, des coûts d'entretien, ni de la durée de vie du moteur.

SYSTÈMES D'IRRIGATION

MATÉRIEL

Choisir le bon matériel fait partie de la sélection et de la conception d'un système d'irrigation qui soit efficace. Le matériel d'irrigation inclut les conduites, les raccords, les asperseurs et les buses. Nous décrivons ci-après le matériel disponible pour aider le producteur à choisir celui qui convient le mieux à son système d'irrigation et à sa culture.

CONDUITES

ALUMINIUM

- ▶ Choix offert : 2 à 8 po (50–200 mm) de diamètre; les conduites de 30 pi (9,1 m) de long sont les plus répandues.
- ▶ Poids approximatif : 3 po de diamètre : 30 à 40 lb par section de 30 pi (75 mm, 13,6–18,1 kg par section de 9,1 m); 8 po de diamètre : 100 lb par section de 30 pi (200 mm, 45,4 kg par section de 9,1 m).
- ▶ Très bonne durée de vie (50 ans et plus).
- ▶ Utilisée uniquement pour l'irrigation aérienne (ne convient pas à l'irrigation souterraine, en raison des risques de corrosion).
- ▶ La pratique de la fertirrigation peut diminuer la durée de vie des conduites.

PLASTIQUE

- ▶ Sélection offerte : les tuyaux de 1/2 à 10 po (12,7–254 mm) de diamètre sont les plus fréquents; des tuyaux plus gros sont également disponibles; les sections de 20 pi (6,1 m) de long sont les plus répandues.
- ▶ Pèse davantage que les conduites en aluminium de diamètre équivalent.
- ▶ Utilisée principalement pour l'irrigation souterraine (conduite principale du réseau distribution).
- ▶ Résiste très bien aux produits chimiques.
- ▶ On est à mettre au point de nouveaux matériaux qui pourront servir aux usages en surface – à l'heure actuelle, seuls des tuyaux de 3 po (75 mm) de diamètre sont disponibles.
- ▶ Durée de vie : 25 à 30 ans
 - ▷ On ne connaît pas la durabilité du produit, surtout par temps froid.
 - ▷ Le plastique exposé au froid et au soleil devient plus cassant.
- ▶ Convient à la fertirrigation.

SYSTÈMES D'IRRIGATION

RACCORDS

Il en existe plusieurs modèles. Les deux principaux modèles sont les raccords à bouton et loquet et ceux à rotule sphérique.

BOUTON ET LOQUET

- ▶ Lorsque la pompe est arrêtée, l'eau peut s'égoutter des conduites étant donné la façon dont les joints d'étanchéité sont conçus.
- ▶ Lorsque les conduites sont séparées, l'eau s'en échappe, ce qui facilite les déplacements.

ROTULE SPHÉRIQUE

- ▶ Ce genre de raccord est capable de demeurer étanche même lorsque le trajet des conduites est quelque peu incurvé.
- ▶ Lorsque la pompe est arrêtée, les conduites demeurent pressurisées.
- ▶ Lorsque les sections sont séparées, les conduites restent pleines d'eau et sont donc difficiles à déplacer.
- ▶ Les modèles récents sont dotés d'un mécanisme pour briser l'étanchéité et laisser l'eau s'échapper, palliant ainsi ce problème.



Un des avantages du raccord de type bouton et loquet est que l'eau s'échappe facilement des tuyaux séparés, ce qui facilite le déplacement du matériel.



Les raccords qui coulent gaspillent l'eau. Examiner les raccords avec soin et effectuer les réparations nécessaires.

SYSTÈMES D'IRRIGATION

ASPERSEURS

MATÉRIAUX

PLASTIQUE

- ▶ Les asperseurs en plastique coûtent environ 30 % moins cher que les asperseurs en laiton habituels.
- ▶ Il est impossible de les réparer – les asperseurs usés sont jetés.
- ▶ Ils sont utilisés pour des applications spéciales, p. ex. pour le ginseng (asperseur à trajectoire basse dirigée sous le feuillage).

LAITON

- ▶ Canons d'arrosage.
- ▶ La plupart des asperseurs sont en laiton.
- ▶ Ils peuvent être réparés – il suffit de remplacer les buses lorsqu'elles sont usées.
- ▶ Ils sont très durables – bonne durée de vie.
- ▶ Ils peuvent être unidirectionnels ou bidirectionnels :
 - ▷ Le modèle unidirectionnel convient à la protection contre le gel – permet d'utiliser un volume moindre d'eau.
 - ▷ Les modèles bidirectionnels assurent une uniformité d'application sur de courtes et longues distances.

BUSES À BASSE PRESSION

- ▶ L'eau est projetée sur un déflecteur conique, créant ainsi une certaine forme de dispersion.
- ▶ Le déflecteur peut être fixe ou tourner sous l'effet de la pression de l'eau pour créer un jet circulaire uniforme.
- ▶ Le modèle est répandu sur les systèmes à rampe mobile, à pivot central ou à déplacement latéral.
- ▶ La taille des gouttelettes est beaucoup plus petite que celles créées par les asperseurs habituels.
- ▶ La distance de projection est beaucoup moindre qu'avec les asperseurs habituels.
- ▶ La pression utilisée est bien moindre que celle des asperseurs traditionnels.
- ▶ Le système peut entraîner de grandes économies d'eau, surtout s'il est associé à des tubes de descente qui réduisent les pertes par évaporation en amenant l'eau plus près de la surface du sol.
- ▶ On règle le débit à différentes pressions en choisissant des buses d'un diamètre précis.
- ▶ Les déflecteurs déterminent la forme de dispersion du jet.
- ▶ Les options relatives aux différentes formes de dispersion de jet comprennent notamment : les déflecteurs oscillants et basculants (Nutator), les buses à dérive réduite, les têtes de pulvérisation, les disperseurs quad, les asperseurs Rotator, les tourniquets Spinner, les accélérateurs, les ajuteurs (bubblers), les fertigateurs et les aérateurs.
- ▶ Ils sont faits de plastique, mais certains ont des éléments en laiton ou en caoutchouc.

BOYAUX TRAÎNANTS/ GAINES TRAÎNANTES

- ▶ On peut les utiliser avec les systèmes LEPA (application de précision peu exigeante en énergie).
- ▶ Les boyaux remplacent les asperseurs sur les rampes mobiles et les systèmes à déplacement latéral.
- ▶ L'eau est livrée près la surface du sol, entre chaque rang ou à tous les deux rangs.
- ▶ Le boyau traîne à la surface du sol, livrant l'eau d'irrigation entre les rangs de culture; le débit est réglé par une buse.
- ▶ On utilise parfois une gaine ou manchon plastique à l'extrémité du boyau pour disperser l'eau à la surface du sol.



Les canons à grand volume sont très polyvalents et peuvent fournir de grandes quantités d'eau rapidement aux cultures qui en ont besoin. Comme ce système exige peu de main-d'œuvre, il est très intéressant pour les usagers potentiels.



Les buses à basse pression s'utilisent couramment sur les rampes mobiles.



Rampe mobile munie de gaines et de boyaux traînants qui applique l'eau directement sur le sol. L'eau n'entre pas en contact avec les produits comestibles, ce qui réduit au minimum le risque de maladies des plantes, de contamination alimentaire, et le taux d'évapotranspiration.

PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES POUR LA PRODUCTION DE CULTURES

Dans le présent chapitre, nous examinerons les besoins particuliers de différents genres de cultures irriguées, soit :

► fruits ► légumes ► arbres à noix ► tabac ► matériel de pépinière ► gazon

Les pratiques de gestion optimales décrites dans les tableaux des pages 81-97 fournissent des conseils sur la façon d'accroître la productivité et la qualité des cultures et aussi, lorsque les techniques nécessaires existent, d'économiser l'eau.

Mais commençons d'abord par passer en revue les façons de mieux utiliser les ressources en eau.

ÉCONOMISER L'EAU

Voici des pratiques de gestion applicables dans la plupart des exploitations où l'on pratique l'irrigation :

Obtenir les permis requis

- Obtenir un permis pour prélever de l'eau auprès du ministère de l'Environnement et s'assurer qu'il est toujours valide.
- Garder un registre des quantités d'eau utilisées pour l'irrigation.

Choisir une culture adaptée aux conditions du sol

- La culture doit convenir au sol – les cultures dont les besoins en eau sont élevés seront faites sur des sols ayant une grande capacité de rétention d'eau.

Amender le sol – l'eau doit pouvoir s'infiltrer et être disponible pour les cultures

- Incorporer de la matière organique (fumier, engrais vert, compost, couvert végétal) – la structure du sol en sera améliorée, de même que la quantité d'eau disponible pour les cultures.
 - ▷ Une hausse de 0,5 % de la teneur en matière organique d'un loam sableux peut entraîner une augmentation de la capacité de rétention d'eau pouvant atteindre 12 %.
- Prévenir le compactage du sol – éviter de travailler le sol lorsqu'il est détrempe, en particulier si le sol a une texture fine.
- Réduire le travail du sol – en diminuant le travail du sol, on réduit l'assèchement et la perte de matière organique.
 - ▷ Grâce à la réduction du travail du sol et à l'augmentation de la quantité de matière organique, la proportion de macropores augmentera, facilitant la pénétration de l'eau dans le sol (des macropores seront formés par les vers de terre ou par les galeries de vieilles racines).
- Utiliser du matériel de conservation du sol pour garder plus de résidus de culture en surface.
- Utiliser du matériel de conservation du sol afin que la surface du champ soit inégale – la couche de neige sera plus épaisse et l'infiltration d'eau sera plus grande.
- Consulter le fascicule ou le cédérom *Gestion du sol*, de la série des Pratiques de gestion optimales, pour d'autres moyens de rendre la terre plus riche.



Améliorez la teneur en matière organique du sol en y incorporant du fumier, du compost ou de l'engrais vert.



Économisez l'eau en choisissant un système d'irrigation de précision, comme le goutte-à-goutte, qui permettent une distribution de l'eau très uniforme.

PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES POUR LA PRODUCTION DE CULTURES

Irriguer efficacement

- ▶ Capturer et entreposer l'eau des cours d'eau lorsque leur débit est maximal ou capter l'eau des sources souterraines lorsque la nappe phréatique est élevée.
- ▶ Pratiquer l'irrigation par aspersion lorsque la vitesse du vent est inférieure à 3 mi/h (5 km/h).
- ▶ Faire l'essai de nouvelles méthodes d'irrigation qui, en distribuant l'eau plus près de la surface du sol, réduisent l'évaporation et la dérive causée par le vent.
- ▶ Envisager un système d'irrigation goutte-à-goutte lorsqu'il sera temps d'améliorer les installations.
- ▶ Concevoir le système de façon à réduire les pertes de pression dues à la friction pendant le pompage – les pertes de pression par friction diminuent au fur et à mesure que le diamètre des canalisations augmente.
- ▶ Appliquer la bonne quantité d'eau, au moment où la culture en a besoin – adopter une méthode pour mesurer la teneur en eau du sol (voir page 29 pour savoir comment estimer les besoins en irrigation).
- ▶ Établir un calendrier d'irrigation et prendre en compte les prévisions météorologiques locales.
- ▶ Éviter d'irriguer durant la période du jour où il fait le plus chaud.
- ▶ Utiliser des pluviomètres pour mesurer la quantité d'eau appliquée et vérifier qu'elle est uniforme.
- ▶ Choisir un débit correspondant au taux d'infiltration de l'eau dans le sol pour éviter le ruissellement.
- ▶ Faire l'entretien régulier du matériel d'irrigation :
 - ▷ Réparer les tuyaux qui ont des fuites.
 - ▷ Remplacer les buses usées – envisager le remplacement des buses par du matériel d'irrigation plus nouveau et plus efficace, p. ex. buses à basse pression.



On stocke dans ce grand réservoir l'eau d'irrigation pour la saison de croissance. Cette eau, qui a été puisée dans les fossés de drainage en hiver et au printemps, sera graduellement utilisée pendant les mois d'été.



Nombre de producteurs utilisent désormais des systèmes à rampes, lesquels réduisent les pertes d'eau dues à l'évaporation et au vent.

PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES POUR LA PRODUCTION DE CULTURES

Réduire les pertes d'eau par les plantes et le sol (évapotranspiration)

- ▶ Planter des brise-vent pour atténuer l'effet desséchant du vent.
- ▶ Planter des vivaces aux endroits où le gazon a été détruit par des produits chimiques.
- ▶ Semer des graminées naines entre les cultures de vergers et le matériel de pépinière.
- ▶ Planter des cultures à cycle court pour le printemps ou l'automne.
- ▶ Utiliser les résidus de culture pour réduire le ruissellement et favoriser l'infiltration – les résidus servant en quelque sorte de paillis.
- ▶ Espacer les plants pour favoriser une couverture rapide du sol.
- ▶ Utiliser un paillis plastique ou organique.
- ▶ Appliquer tôt les mesures de lutte contre les mauvaises herbes – la plupart des cultures ont besoin de 1–6 semaines sans mauvaises herbes pour donner un rendement maximal.
- ▶ Tondre le gazon et le couvert végétal régulièrement.
- ▶ Recourir au travail réduit du sol pour diminuer les pertes d'eau du sol.
- ▶ Dans certaines circonstances, le travail peu profond du sol peut ralentir la montée de l'eau dans le sol et créer une couche de sol sec qui, à l'exemple d'un paillis, réduira l'évaporation, p. ex. légumes cultivés sur une terre noire.

On peut décider de ne pas irriguer si les coûts occasionnés par l'installation du système sont supérieurs aux avantages qui en découleraient.

Le rapport coûts/avantages est directement lié au type de sol, à l'emplacement du site (climat), à la culture, à la densité de peuplement et au système de conduite. Par exemple, un producteur de fraises pourrait bien décider de se passer d'un système d'irrigation si son exploitation se trouve dans une région où le climat est très propice à la culture et que le sol a une bonne capacité de rétention d'eau. Le producteur pourrait trouver acceptable d'avoir à assumer, une année sur quatre, des pertes dues au gel ou à la sécheresse de quelques milliers de dollars, si l'on compare cette somme à l'investissement (50 000 à 100 000 \$) nécessaire à l'installation d'un système d'irrigation.

En revanche, si le sol a une faible capacité de rétention d'eau, que les dommages dus au gel sont fréquents ou que la valeur de la culture est très élevée, le coût de l'irrigation pourrait s'avérer très abordable compte tenu des avantages d'une bonne récolte chaque année. Voir les pages 109-116 pour savoir comment calculer le rapport coûts-avantages d'un système d'irrigation pour une exploitation donnée.



Un paillis de paille et les résidus de tonte de gazon réduisent les pertes d'eau par évaporation dans ce verger à haute densité, sans compter qu'ils aident à éliminer les mauvaises herbes près des arbres.



Utiliser des paillis plastiques pour économiser l'eau. Ces paillis accélèrent la croissance et le développement des plantes en réchauffant le sol plus tôt. Par ailleurs, ils réduisent le lessivage des fertilisants et éloignent l'eau de la zone racinaire durant les périodes de pluviosité excessive.



Les vergers nouvellement mis en place ont besoin d'être irrigués.

PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES POUR LA PRODUCTION DE CULTURES

SURVEILLER LE TAUX D'UTILISATION DE L'EAU

La quantité totale d'eau disponible est certainement un facteur important. Toutefois, le taux de prélèvement de l'eau pourrait l'être encore davantage, surtout si l'eau est prélevée d'un cours d'eau. Les points suivants devraient aider à assurer que l'eau est disponible au moment où la culture en a besoin :

- ▶ Creuser une mare-réservoir afin de réduire le taux de pompage du cours d'eau.
 - ▷ Remplir le réservoir graduellement, à un faible débit; irriguer à partir de la mare-réservoir à un haut débit.
- ▶ Comme son nom l'indique, la mare-réservoir peut servir au stockage de l'eau, c.-à-d. on la remplit quand l'eau est disponible en abondance (au printemps ou après une averse) et on y puise l'eau d'irrigation pendant les périodes de pénurie d'eau.
- ▶ Pomper l'eau à un faible débit, de plusieurs sources (cours d'eau et puits), pour remplir la mare-réservoir – on peut irriguer à haut débit les cultures à partir de ce réservoir, au moment voulu.
- ▶ Irriguer une plus petite superficie à la fois.
 - ▷ Par exemple, dans le cas d'un système d'irrigation fixe en couverture intégrale, on peut irriguer par zones.
 - ▷ En subdivisant la surface en zones, on peut réduire le taux de prélèvement de 50 %.
- ▶ Coordonner les prélèvements d'eau avec les voisins (voir le croquis au bas de la page).
 - ▷ Lorsque les quatre producteurs prélèvent simultanément 500 gal/min d'un même cours d'eau, le prélèvement total du ruisseau est de 2000 gal/min.
 - ▷ Si chacun irrigue ses cultures à tour de rôle, le taux de prélèvement est de 500 gal/min seulement.
 - ▷ L'irrigation programmée pourrait signifier que certaines personnes arrosent leurs cultures durant le jour, ce qui est moins efficace, mais on pourrait aussi irriguer à tous les deux jours, en alternance.
 - ▷ Il vaut la peine d'en discuter avec les voisins pour trouver une solution.
- ▶ Envisager l'utilisation de buses qui fonctionnent à un débit plus faible.



En coordonnant leurs prélèvements d'eau, les producteurs réduisent les répercussions de l'irrigation sur les niveaux d'eau. Cette précaution est d'autant plus nécessaire lorsque le captage se fait dans un ruisseau ou un petit lac.

 2000 gal/min	Les quatre fermes prélèvent de l'eau en même temps.
 1500 gal/min (75 %)	Trois des quatre fermes prélèvent de l'eau en même temps.
 1000 gal/min (50 %)	Deux fermes sur quatre prélèvent de l'eau en même temps.
 500 gal/min (25 %)	Une seule ferme prélève de l'eau.

PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES POUR LA PRODUCTION DE CULTURES

Pour connaître les pratiques de gestion optimales d'une culture particulière, consulter les tableaux qui suivent. On y résume les avantages connus de l'irrigation. Les cultures y figurent dans l'ordre suivant :

- ▶ fruits
- ▶ fruits de vergers et raisin
- ▶ petits fruits
- ▶ légumes
- ▶ arbres à noix
- ▶ tabac
- ▶ matériel de pépinière cultivé en plein champ
- ▶ matériel de pépinière cultivé en contenants
- ▶ gazon

FRUITS

Profondeur d'enracinement de 3-4 pi (0,9–1,2 m)

QUANTITÉ D'EAU REQUISE : – jusqu'à 8 gallons impériaux (36,4 L) par arbre à maturité par jour, en juillet et août,
– environ 1 po (25 mm) à tous les 14 jours pour maintenir l'eau disponible dans le sol à un taux de 50 à 100 %,
– environ 1 po (25 mm) à chaque semaine, en juillet et août.

Le calendrier d'irrigation pourrait aider à déterminer la quantité d'eau à utiliser et la fréquence des irrigations.

CULTURE	AVANTAGES DE L'IRRIGATION	PÉRIODES CRITIQUES D'IRRIGATION	SYSTÈMES HABITUELS	PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES / REMARQUES
POMME Densité faible à moyenne sur systèmes racinaires vigoureux ou semi-vigoureux  Systèmes de haute densité (porte-greffes M26, M9 ou l'équivalent) 	<ul style="list-style-type: none"> • fruits plus gros et meilleur rendement; • bourgeonnement plus abondant; • réduction de l'alternance; • réduction des risques de tache amère; • amélioration de la qualité; • croissance et développement accrus du matériel de pépinière; • modération de la coulure de juin; • meilleure production de racines non subérisées, responsables de l'absorption des éléments nutritifs; • meilleur établissement de l'arbre. 	<ul style="list-style-type: none"> • mai à septembre; • floraison et durant tout le stade de division cellulaire; • formation des bourgeons à fruit (juin); • grossissement des fruits (août-septembre). 	<ul style="list-style-type: none"> • goutte-à-goutte; • canon mobile; • canon à volume fixe. 	<ul style="list-style-type: none"> • l'irrigation est plus importante pour les porte-greffes complètement nanifiants; • procéder par courtes périodes d'arrosage ou avoir recours au goutte-à-goutte pour éviter la propagation de la tavelure et de la brûlure bactérienne; • le maintien d'un taux d'humidité constant dans le sol peut aider à réduire l'incidence de la tache amère; • un élagage modéré ou excessif durant l'été, en période de sécheresse (sans irrigation), peut avoir un effet négatif sur le rendement et la qualité; • ne pas tailler les racines dans les sols séchant, à moins de pouvoir irriguer; ce stress supplémentaire pourrait rendre la plante moins résistante à l'hiver; • une taille légère en été réduit la transpiration du feuillage; • étendre un paillis organique pour économiser l'eau.

Dans les conditions de croissance moyennes qui prévalent dans le nord-est du continent américain, l'ajout d'engrais à l'eau d'irrigation (fertirrigation) n'entraîne pas d'avantages appréciables dans les vergers de haute densité.



L'irrigation goutte-à-goutte convient très bien aux plantations de haute densité. À noter les avantages additionnels du paillis pour la conservation de l'eau. On cultive un ray-grass vivace nain, résistant aux nématodes, entre les rangées d'arbres.

Cotes :  irrigation rarement efficace
 irrigation efficace dans 30 à 60 % des cas
 irrigation efficace la plupart (75 %) du temps
 irrigation efficace 9 années sur 10

PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES POUR LA PRODUCTION DE CULTURES

FRUITS

CULTURE	AVANTAGES DE L'IRRIGATION	PÉRIODES CRITIQUES D'IRRIGATION	SYSTÈMES HABITUELS	PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES / REMARQUES
PÊCHE ET NECTARINE 	<ul style="list-style-type: none"> • besoins d'éclaircissage réduits; • noyaux fendus moins fréquents; • arbres moins stressés, donc moins sensibles à l'hiver; • rendement commercialisable accru; • meilleur établissement. 	<ul style="list-style-type: none"> • mai à septembre; • durant tout le stade de grossissement des fruits, depuis le durcissement du noyau. 	<ul style="list-style-type: none"> • canon mobile; • goutte-à-goutte; • canon à volume fixe. 	<ul style="list-style-type: none"> • maintenir le taux d'eau disponible dans le sol à 50 %; • l'irrigation est indispensable s'il y a du gazon entre les rangées; • l'irrigation durant toute la saison prolonge la durée de vie des arbres; • choisir l'irrigation goutte-à-goutte ou l'irrigation sous fondaison pour éviter la propagation de la pourriture brune et de la tache bactérienne.
POIRE 	<ul style="list-style-type: none"> • fruits plus gros et meilleur rendement; • formation d'un plus grand nombre de bourgeons à fruits; • réduction de l'alternance; • croissance accrue; • plus importante dans les systèmes à haute densité • meilleur établissement; • amélioration de la qualité. 	<ul style="list-style-type: none"> • mai à septembre; • début de la formation des bourgeons à fruits (juillet); • grossissement des fruits (juillet-septembre). 	<ul style="list-style-type: none"> • canon mobile; • goutte-à-goutte; • canon à volume fixe. 	<ul style="list-style-type: none"> • l'irrigation sur frondaison peut éliminer les résidus de psylle, mais également accroître la propagation de la brûlure bactérienne (les risques sont moins grands avec l'irrigation goutte-à-goutte), de la tavelure et de la tache des feuilles; • éviter une croissance excessive en assurant une fertilisation équilibrée; • plus importante dans les vergers de haute densité.

On peut utiliser un système par aspersion à trajectoire basse (sous le feuillage) ou un traîneau pour éviter l'élimination des substances phytosanitaires appliquées sur le feuillage et la propagation de maladies due à une période de mouillage prolongée.



L'irrigation peut réduire l'incidence du fendillement des noyaux de pêches.



Ces pêchers, cultivés sur un sol sableux, sans gazon ni irrigation, ont l'air moins vigoureux que ceux de la photo de droite.



Voici le même cultivar (Garnet Beauty), cette fois-ci avec des bandes de gazon et un système d'irrigation. À noter l'amélioration de la vigueur et de la croissance végétative des arbres.

Cotes :  irrigation rarement efficace
 irrigation efficace dans 30 à 60 % des cas
 irrigation efficace la plupart (75 %) du temps
 irrigation efficace 9 années sur 10

PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES POUR LA PRODUCTION DE CULTURES

FRUITS DE VERGERS ET RAISIN

CULTURE	AVANTAGES DE L'IRRIGATION	PÉRIODES CRITIQUES D'IRRIGATION	SYSTÈMES HABITUELS	PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES / REMARQUES
PRUNE 💧💧	<ul style="list-style-type: none"> • fruits plus gros; • tache de chaleur et gommose moins probables; • moins de dommages causés par l'hiver; • meilleur établissement; • rendement accru. 	<ul style="list-style-type: none"> • mai à septembre; • durant tout le stade de grossissement des fruits, à partir du durcissement du noyau. 	<ul style="list-style-type: none"> • canon mobile; • goutte-à-goutte; • canon à volume fixe. 	<ul style="list-style-type: none"> • procéder par courtes périodes d'arrosage pour réduire la propagation de la pourriture brune lorsqu'on pratique l'irrigation sur frondaison; • le maintien d'un degré d'humidité du sol constant peut aider à réduire la gommose; • éclaircir pour assurer une réaction optimale.
CERISE 💧	<ul style="list-style-type: none"> • fruits plus gros; • arbres en meilleure santé; • meilleur rétablissement après la cueillette mécanique; • établissement rapide – un point essentiel chez les nouveaux porte-greffes nanifiants comme Gisela. 	<ul style="list-style-type: none"> • mai à septembre • durant tout le stade de grossissement des fruits, à partir du durcissement des noyaux. 	<ul style="list-style-type: none"> • canon mobile; • goutte-à-goutte; • canon à volume fixe 	<ul style="list-style-type: none"> • ne pas irriguer sur frondaison après la coloration des fruits pour éviter l'éclatement des fruits et la pourriture brune (le goutte-à-goutte convient); • procéder par courtes périodes d'arrosage pour prévenir la tache des feuilles lorsqu'on pratique l'irrigation sur frondaison; • irriguer peu après la cueillette mécanique s'il y a stress dû à la sécheresse.
ABRICOT 💧💧	<ul style="list-style-type: none"> • fruits plus gros; • éclaircissage réduit; • meilleure rusticité par réduction du stress. 	<ul style="list-style-type: none"> • mai à septembre; • durant tout le stade de grossissement des fruits, à partir du durcissement des noyaux. 	<ul style="list-style-type: none"> • canon mobile; • goutte-à-goutte; • canon à volume fixe. 	<ul style="list-style-type: none"> • les risques de propagation de la pourriture brune et de la tache bactérienne sont plus grands avec l'irrigation sur frondaison qu'avec l'irrigation goutte-à-goutte.
RAISIN 💧💧	<ul style="list-style-type: none"> • fruits plus gros; • sarments plus forts; • rendement plus élevé certaines années; • teneur en sucre plus élevée durant les années très sèches, lorsque la fonction des feuilles peut être limitée; • meilleur établissement du vignoble. 	<ul style="list-style-type: none"> • du grossissement des grappes jusqu'à la véraison, y compris; • cesser d'irriguer après la véraison, pour maintenir le taux de sucre et réduire les risques de croissance tardive et de dommages dus à l'hiver. 	<ul style="list-style-type: none"> • goutte-à-goutte; • canon mobile. 	<ul style="list-style-type: none"> • l'irrigation est surtout efficace sur les sols argileux, sur les sols de texture grossière, et sur les sols légers peu profonds; • meilleur calibre fruitier chez les espèces <i>labrusca</i> cultivées pour le raisin de table et pour le jus; • pour réduire la propagation de maladies, comme le mildiou, il faut bien planifier l'irrigation sur frondaison; • les vignes <i>vinifera</i> qui sont bien taillées et portent une petite récolte courent moins le risque de stress hydrique.



Pour prévenir l'éclatement des cerises, éviter d'irriguer par aspersion après la coloration des fruits. L'absorption d'eau qui cause l'éclatement se produit principalement par la peau des cerises mûres.



La gommose de la prune peut être plus fréquente lorsque le temps est sec durant la période de croissance.

Chez les fruits de vergers, on obtient le meilleur effet sur la croissance au cours des cinq premières années suivant la plantation.

PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES POUR LA PRODUCTION DE CULTURES

PETITS FRUITS

Petits fruits : profondeur d'enracinement de 1 à 2,5 pi (0,3–0,8 m)

QUANTITÉ D'EAU REQUISE : 1 à 2 po (25-50 mm) par semaine

Le calendrier d'irrigation permet de déterminer la quantité d'eau nécessaire et la fréquence des arrosages.

CULTURE	AVANTAGES DE L'IRRIGATION	PÉRIODES CRITIQUES D'IRRIGATION	SYSTÈMES HABITUELS	PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES / REMARQUES
BLEUET NAIN 💧💧	<ul style="list-style-type: none"> • plants plus vigoureux et en meilleure santé; • fruits plus gros; • rendements plus élevés; • meilleure croissance racinaire; • meilleure qualité fruitière. 	<ul style="list-style-type: none"> • floraison (protection contre le gel); • du grossissement des fruits jusqu'à la cueillette; • après la coupe (régénération). 	<ul style="list-style-type: none"> • portatif à main; • asperseur fixe 	<ul style="list-style-type: none"> • éviter que les plants soient humides durant la nuit.
BLEUET EN CORYMBE 💧💧💧	<ul style="list-style-type: none"> • plants plus vigoureux et en meilleure santé; • fruits plus gros; • rendements plus élevés; • meilleure qualité fruitière. 	<ul style="list-style-type: none"> • mai à septembre; • floraison; • grossissement des fruits. 	<ul style="list-style-type: none"> • asperseur fixe; • canon mobile; • goutte-à-goutte. 	<ul style="list-style-type: none"> • éviter que les plants soient humides durant la nuit; • l'irrigation est essentielle à l'établissement et à la croissance des plants; • un apport en eau de 2 po (50 mm) par semaine est requis durant la formation des fruits; • fournir un apport maximal de 4 gal imp./j (18 L/j), par arbuste; • mouiller un grand volume de terre pour s'assurer que toute la masse racinaire est bien arrosée.
FRAMBOISE 💧💧💧	<ul style="list-style-type: none"> • fruits plus gros; • tiges plus hautes; • meilleur rendement; • croissance racinaire accrue; • production annuelle; • meilleure rusticité; • protection des cultivars remontants contre le gel. 	<ul style="list-style-type: none"> • floraison; • durant tout le stade de grossissement des fruits, jusqu'à la cueillette; • croissance de la tige principale. 	<ul style="list-style-type: none"> • goutte-à-goutte; • asperseur fixe; • canon mobile. 	<ul style="list-style-type: none"> • éviter que les plants soient humides pendant la nuit; • besoins en eau élevés; • éviter d'arroser les tiges principales, pour réduire la propagation de maladies; • l'irrigation sur frondaison assure la protection contre le gel au printemps des cultivars à fructification estivale, ou à l'automne des cultivars remontants.



L'irrigation goutte-à-goutte aide à produire des fruits plus gros. Les bleuets en corymbe réagissent fortement à l'irrigation. Avec l'irrigation goutte-à-goutte, le feuillage des plantes n'est pas mouillé et on peut continuer les activités agricoles pendant que le système d'irrigation est en marche.



L'irrigation goutte-à-goutte permet d'économiser l'eau, mais n'offre pas de protection contre le gel aux plants de petits fruits en fleur.

Cotes : 💧 irrigation rarement efficace
 💧💧 irrigation efficace dans 30 à 60 % des cas
 💧💧💧 irrigation efficace la plupart (75 %) du temps
 💧💧💧💧 irrigation efficace 9 années sur 10

PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES POUR LA PRODUCTION DE CULTURES

PETITS FRUITS				
CULTURE	AVANTAGES DE L'IRRIGATION	PÉRIODES CRITIQUES D'IRRIGATION	SYSTÈMES HABITUELS	PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES / REMARQUES
FRAISE 	<ul style="list-style-type: none"> • fruits plus gros; • rendements accrus; • protection contre le gel; • reprise après la régénération; • refroidissement par évaporation; • amélioration de la qualité fruitière. 	<ul style="list-style-type: none"> • floraison (protection contre le gel); • grossissement des fruits; • après la régénération. 	<ul style="list-style-type: none"> • portatif à main; • asperseur fixe; • canon mobile; • goutte-à-goutte. 	<ul style="list-style-type: none"> • éviter que les plants soient humides durant la nuit pour prévenir la pourriture des fruits; • la plante répond très bien à l'irrigation; • prévenir le lessivage sur les sols sableux; • maintenir la teneur du sol en eau disponible au-dessus de 50 %, mais inférieure à 100 %; • l'irrigation pour protéger contre le gel peut accroître l'incidence de la tache bactérienne angulaire; • la culture ne répond plus après que les premiers fruits se sont colorés – ne pas irriguer durant la seconde moitié de la récolte; • l'irrigation est indispensable après la régénération.
AUTRES PETITS FRUITS D'ARBUSTES 	<ul style="list-style-type: none"> • fruits plus gros; • arbustes plus gros; • meilleurs rendements; • meilleure qualité fruitière. 	<ul style="list-style-type: none"> • floraison; • durant tout le stade de grossissement des fruits, jusqu'à la cueillette. 	<ul style="list-style-type: none"> • portatif à main; • canon mobile; • goutte-à-goutte. 	<ul style="list-style-type: none"> • éviter que les plants soient humides durant la nuit pour prévenir la pourriture des fruits; • ces cultures répondent très bien à l'irrigation; • prévenir le lessivage sur les sols sableux; • maintenir la teneur du sol en eau disponible au-dessus de 50 %, mais inférieure à 100 %.

REMARQUES GÉNÉRALES CONCERNANT LES FRUITS

L'irrigation favorise l'établissement des cultures, une meilleure utilisation des éléments nutritifs, une meilleure fructification et la santé des cultures. L'irrigation permet aussi la protection contre le gel (irrigation par aspersion) et la fertirrigation.

L'irrigation sur frondaison est recommandée pour la protection contre le gel et le refroidissement par évaporation. L'irrigation goutte-à-goutte convient mieux à la fertirrigation que l'irrigation sur frondaison et réduit l'incidence de la tavelure, de la brûlure bactérienne, de la pourriture brune, de la moisissure grise (*Botrytis*), etc. Les systèmes d'irrigation sous frondaison, à basse trajectoire, peuvent offrir une certaine protection contre le gel. Ils conviennent probablement le plus aux plantations de haute densité de 6,5 pieds (2 m) de hauteur au maximum, mais on ne les a pas évalués adéquatement en Ontario.

Pour plus de renseignements sur la protection des fruits par encapsulation de glace, se référer aux pages 106-107.

PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES POUR LA PRODUCTION DE CULTURES

LÉGUMES

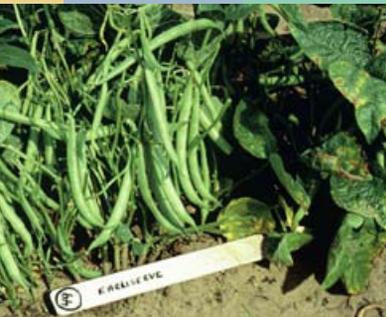
Légumes d'enracinement superficiel : profondeur d'enracinement de 1 à 2 pieds (0,3–0,6 m) dans la plupart des sols.

QUANTITÉ D'EAU REQUISE : – environ 1 po (25 mm) par semaine, durant la croissance végétative;

– environ 1,5 à 2 po (40–50 mm) par semaine, durant les périodes critiques.

Le calendrier d'irrigation permet de déterminer la quantité d'eau nécessaire et la fréquence des arrosages.

CULTURE	AVANTAGES DE L'IRRIGATION	PÉRIODES CRITIQUES D'IRRIGATION	SYSTÈMES HABITUELS	PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES / REMARQUES
HARICOT (mange-tout et de Lima) 💧💧	<ul style="list-style-type: none"> gousses plus droites et de meilleure qualité. 	<ul style="list-style-type: none"> floraison, formation des gousses. 	<ul style="list-style-type: none"> portatif à main; canon à volume fixe; canon mobile; rampe mobile à faible pression. 	<ul style="list-style-type: none"> une mauvaise irrigation peut favoriser l'apparition de moisissures; éviter de trop arroser pendant la floraison; éviter d'arroser le soir; permettre au feuillage de sécher avant la nuit pour lutter contre les maladies.
BETTERAVE ROUGE 💧💧💧	<ul style="list-style-type: none"> racines de meilleure qualité et de forme plus régulière; meilleure germination. 	<ul style="list-style-type: none"> établissement de la culture; grossissement des racines. 	<ul style="list-style-type: none"> portatif à main; canon à volume fixe; canon mobile; rampe mobile à faible pression. 	<ul style="list-style-type: none"> maintenir un taux d'humidité uniforme durant tous les stades de croissance.
CRUCIFÈRES brocolis, choux de Bruxelles, choux, choux-fleurs, rutabagas 💧💧💧	<ul style="list-style-type: none"> pommes plus grosses et de meilleure qualité; prévention de l'apparition d'inflorescences prématurées chez le chou-fleur; prévention de la brûlure de la pointe chez le chou. 	<ul style="list-style-type: none"> formation et grossissement des pommes. 	<ul style="list-style-type: none"> portatif à main; canon à volume fixe; canon mobile; rampe mobile à faible pression. 	<ul style="list-style-type: none"> les planches de semis de rutabaga peuvent être irriguées pour favoriser la germination si l'humidité du sol est trop faible; une irrigation excessive peut promouvoir le fendillement chez le chou, et la pourriture du chou-fleur et du brocoli; le système d'irrigation peut être utilisé pour fournir du bore, au besoin; pour prévenir la formation d'inflorescences prématurées chez le chou-fleur, irriguer souvent durant les mois où il fait chaud.



L'irrigation permet d'obtenir des gousses plus droites et plus grosses chez le haricot.



L'irrigation permet d'obtenir des pommes plus grosses et de meilleure qualité.



Planifier l'irrigation avec soin; un excès d'eau peut favoriser la pourriture du brocoli et du chou-fleur.

Cotes : 💧 irrigation rarement efficace
 💧💧 irrigation efficace dans 30 à 60 % des cas
 💧💧💧 irrigation efficace la plupart (75 %) du temps
 💧💧💧💧 irrigation efficace 9 années sur 10

PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES POUR LA PRODUCTION DE CULTURES

LÉGUMES

CULTURE	AVANTAGES DE L'IRRIGATION	PÉRIODES CRITIQUES D'IRRIGATION	SYSTÈMES HABITUELS	PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES / REMARQUES
CAROTTE 💧💧💧	<ul style="list-style-type: none"> germination; légumes plus longs et de meilleure qualité. 	<ul style="list-style-type: none"> grossissement des légumes. 	<ul style="list-style-type: none"> canon à volume fixe; canon mobile; rampe mobile à faible pression; irrigation souterraine. 	<ul style="list-style-type: none"> la carotte a besoin de beaucoup d'eau; il faut garder un taux d'humidité uniforme, car un excès d'eau cause le fendillement des carottes et produit des légumes plus courts.
CÉLERI 💧💧💧	<ul style="list-style-type: none"> le céleri est très sensible à la sécheresse, à tous les stades de croissance; la sécheresse cause le cœur noir (dégradation du cœur liée au calcium) et la formation d'inflorescences prématurées. 	<ul style="list-style-type: none"> de l'établissement de la culture à la récolte. 	<ul style="list-style-type: none"> portatif à main; canon mobile; rampe mobile à faible pression. 	<ul style="list-style-type: none"> la culture a besoin d'environ 2 po (50 mm) d'eau par semaine; éviter de cultiver le céleri en l'absence de systèmes d'irrigation.
CONCOMBRE melons brochés, courgettes 💧💧	<ul style="list-style-type: none"> fruits plus gros; fruits moins tordus; meilleure qualité; moins de cœur creux. 	<ul style="list-style-type: none"> floraison; nouaison; grossissement des fruits. 	<ul style="list-style-type: none"> portatif à main; canon à volume fixe; canon mobile; goutte-à-goutte. 	<ul style="list-style-type: none"> la fertirrigation peut être combinée à l'irrigation goutte-à-goutte pour accroître le rendement; un paillis plastique permet de retenir le plus d'eau possible dans le sol et de hausser la température du sol.
AIL dans les sols de texture grossière 💧💧💧	<ul style="list-style-type: none"> gousses de meilleure qualité et plus grosses. 	<ul style="list-style-type: none"> croissance végétative, formation des bulbes. 	<ul style="list-style-type: none"> portatif à main; canon à volume fixe; canon mobile. 	<ul style="list-style-type: none"> l'ail a besoin de 1 à 2 po (25–50 mm) d'eau par semaine, en particulier par temps chaud; éviter d'arroser le soir, pour réduire les risques de maladies; ne pas irriguer juste avant la récolte car un excès d'eau à cette période pourrait altérer la couleur des enveloppes.
LAITUE 💧💧💧	<ul style="list-style-type: none"> meilleure germination de la laitue semée directement en plein champ. 	<ul style="list-style-type: none"> formation et grossissement des pommes de laitue. 	<ul style="list-style-type: none"> portatif à main; rampe mobile à faible pression. 	<ul style="list-style-type: none"> l'irrigation est importante pour la laitue semée, en particulier par temps chaud; éviter d'arroser le soir et permettre au feuillage de sécher avant la nuit pour réduire l'incidence de maladies.
OIGNON 💧💧	<ul style="list-style-type: none"> bulbes plus gros; bulbes à centre unique. 	<ul style="list-style-type: none"> bulbaison et grossissement. 	<ul style="list-style-type: none"> portatif à main; canon mobile; irrigation souterraine. 	<ul style="list-style-type: none"> a besoin de 1 à 2 po (25–50 mm) d'eau par semaine; un excès d'eau durant la maturation des bulbes provoquera l'enflure du collet, l'immaturité des bulbes et des problèmes durant l'entreposage – réduire graduellement l'arrosage durant le processus de maturation.



L'irrigation rend les concombres plus croquants.



Le céleri doit être arrosé immédiatement après le repiquage et pendant toute la saison. Irriguer tôt le matin pour réduire la propagation de maladies.

Les asperseurs et les canons d'irrigation conviennent à la culture des oignons. Il pourrait être nécessaire d'irriguer les oignons qui poussent dans des terres noires ou dans des sols minéraux peu profonds.



PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES POUR LA PRODUCTION DE CULTURES

LÉGUMES

CULTURE	AVANTAGES DE L'IRRIGATION	PÉRIODES CRITIQUES D'IRRIGATION	SYSTÈMES HABITUELS	PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES / REMARQUES
POIVRON, PIMENT ET AUBERGINE 💧💧	<ul style="list-style-type: none"> • fruits plus gros et de meilleure qualité, réduction de l'incidence de l'insolation et de la pourriture apicale; • rendements accrus. 	<ul style="list-style-type: none"> • floraison; • nouaison; • grossissement des fruits. 	<ul style="list-style-type: none"> • portatif à main; • canon à volume fixe; • canon mobile; • goutte-à-goutte. 	<ul style="list-style-type: none"> • la fertirrigation peut être combinée à l'irrigation goutte-à-goutte pour accroître le rendement; • on peut utiliser un paillis plastique pour retenir le plus d'eau possible dans le sol et pour hausser la température du sol; • des arrosages fréquents mais peu abondants sont préférables pour ces cultures à enracinement peu profond; • un excès d'eau favorise la maladie des racines.
POMME DE TERRE 💧💧💧	<ul style="list-style-type: none"> • tubercules plus gros et convenant mieux à la production de croustilles; • prévention du cœur creux; • meilleurs rendements. 	<ul style="list-style-type: none"> • formation et grossissement des tubercules; • depuis la tubérisation jusqu'à ce que les tubercules atteignent un calibre commercialisable, il faut 1 pouce d'eau par semaine. 	<ul style="list-style-type: none"> • pivot central; • à déplacement latéral; • canon à volume fixe; • canon mobile; • rampe mobile à faible pression. 	<ul style="list-style-type: none"> • l'irrigation peut abaisser la température du sol et améliorer la tubérisation par temps chaud; • une irrigation excessive cause le fendillement des tubercules et l'apparition du cœur creux.



On voit ici l'emplacement d'une gaine perforée pour l'irrigation goutte-à-goutte entre ces rangs de poivrons. On a légèrement enterré la conduite et le goutteur fait face vers le haut.



L'irrigation permet d'obtenir des pommes de terre plus grosses, de meilleure qualité pour la production de croustilles et présentant moins de cœur creux.



L'irrigation améliore la tubérisation par temps chaud.

Cotes : 💧 irrigation rarement efficace
 💧💧 irrigation efficace dans 30 à 60 % des cas
 💧💧💧 irrigation efficace la plupart (75 %) du temps
 💧💧💧💧 irrigation efficace 9 années sur 10

PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES POUR LA PRODUCTION DE CULTURES

LÉGUMES

Légumes d'enracinement modéré : profondeur d'enracinement de 1 à 2,5 pi (0,3-0,8 m) dans la plupart des sols

QUANTITÉ D'EAU REQUISE : – environ 1 po (25 mm) à tous les 10 jours, durant la période végétative;

– environ 1,5 à 2 po (40–50 mm) à tous les 10 jours, durant les périodes critiques.

Un calendrier d'irrigation permet de déterminer la quantité d'eau nécessaire et la fréquence des arrosages.

CULTURE	AVANTAGES DE L'IRRIGATION	PÉRIODES CRITIQUES D'IRRIGATION	SYSTÈMES HABITUELS	PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES / REMARQUES
TOMATE (marché du frais) 💧💧	<ul style="list-style-type: none"> • fruits plus gros et de meilleure qualité; incidence réduite de la pourriture apicale et du fendillement; meilleurs rendements. 	<ul style="list-style-type: none"> • floraison; • nouaison; • grossissement des fruits. 	<ul style="list-style-type: none"> • portatif à main; • canon à volume fixe; • canon mobile; • goutte-à-goutte. 	<ul style="list-style-type: none"> • la fertirrigation peut être combinée à l'irrigation goutte-à-goutte, pour un meilleur rendement; • on peut utiliser un paillis plastique pour retenir le plus d'eau possible dans le sol et pour hausser la température du sol.
TOMATE (transformation) 💧💧	<ul style="list-style-type: none"> • fruits plus gros et de meilleure qualité; réduction de la pourriture apicale et du fendillement; meilleurs rendements. 	<ul style="list-style-type: none"> • floraison; • nouaison; • grossissement des fruits. 	<ul style="list-style-type: none"> • canon mobile; • rampe mobile à faible pression; • goutte-à-goutte. 	<ul style="list-style-type: none"> • la recherche a montré que l'irrigation est avantageuse pour de nombreux types de sols (des sols sableux aux loams argileux); • la fertirrigation peut être utilisée de concert avec le goutte-à-goutte pour hausser le rendement.



Les rangées de seigle détruites chimiquement réduisent l'érosion et les pertes d'eau dans les champs de tomates de transformation.



La floraison est une période critique d'irrigation pour les tomates destinées au marché du frais.



Ces tomates montrent des signes de pourriture apicale. Ce trouble physiologique se produit lorsqu'il n'y a pas assez d'eau pour transporter le calcium vers les fruits mûrissants. Un calendrier d'irrigation bien planifié réduit l'incidence de la pourriture apicale.

PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES POUR LA PRODUCTION DE CULTURES

LÉGUMES

Légumes d'enracinement profond : profondeur d'enracinement de 2,0 à 3,5 pi (0,6–1,1 m) dans la plupart des sols.

QUANTITÉ D'EAU REQUISE : environ 2 po (50 mm) à tous les 14 jours.

Un calendrier d'irrigation permet de déterminer la quantité d'eau nécessaire et la fréquence des arrosages.

CULTURE	AVANTAGES DE L'IRRIGATION	PÉRIODES CRITIQUES D'IRRIGATION	SYSTÈMES HABITUELS	PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES / REMARQUES
ASPERGE 💧	<ul style="list-style-type: none"> meilleure germination et établissement des jeunes plants amélioré; l'irrigation est parfois utilisée pour protéger l'asperge contre l'abrasion causée par le vent. 	<ul style="list-style-type: none"> établissement de la culture – l'irrigation n'a habituellement que peu d'effet sur les cultures à maturité. 	<ul style="list-style-type: none"> canon à volume fixe; canon mobile. 	<ul style="list-style-type: none"> l'asperge est une culture d'enracinement très profond et l'irrigation n'a habituellement que peu d'effet sur les cultures à maturité; l'irrigation peut être utilisée au printemps pour protéger la culture contre le gel; l'irrigation est parfois utilisée après la récolte, lorsque le temps a été très sec durant la saison de croissance.
MAÏS SUCRÉ 💧💧	<ul style="list-style-type: none"> meilleure pollinisation; réduction du nombre de grains vides; meilleur remplissage de la partie apicale. 	<ul style="list-style-type: none"> floraison mâle, pollinisation, grossissement des épis. 	<ul style="list-style-type: none"> canon mobile. 	<ul style="list-style-type: none"> l'irrigation favorise le grossissement de la partie apicale; au plus 2 ou 3 irrigations sont nécessaires durant les saisons très sèches.
PATATE DOUCE 💧💧	<ul style="list-style-type: none"> tubercules plus gros et de meilleure qualité; rendement plus abondant; l'irrigation est parfois utilisée pour protéger la culture contre l'abrasion causée par le vent; l'irrigation améliore la survie des plants. 	<ul style="list-style-type: none"> début d'août au début de septembre. 	<ul style="list-style-type: none"> portatif à main; canon mobile. 	<ul style="list-style-type: none"> la patate douce est connue pour sa grande tolérance à la sécheresse.
MELON D'EAU citrouille, courge d'hiver 💧💧	<ul style="list-style-type: none"> fruits plus gros et mieux formés. 	<ul style="list-style-type: none"> floraison, nouaison, grossissement des fruits. 	<ul style="list-style-type: none"> portatif à main; canon à volume fixe; canon mobile. 	<ul style="list-style-type: none"> l'irrigation a un effet positif sur les cultures d'enracinement profond pendant les périodes de grande sécheresse; la courge d'été pourrait bien montrer un effet plus marqué étant d'enracinement modéré; les citrouilles et courges repiquées élaborent un réseau racinaire de profondeur moyenne et nécessitent, selon le genre de sol, une irrigation plus fréquente (1-1,5 po par semaine) pendant le grossissement des fruits.



La gestion des résidus dans le maïs sucré réduit l'érosion du sol et contribue à garder l'humidité dans le sol.



L'irrigation augmente la taille des fruits des cultures d'enracinement profond comme le melon d'eau.

Cotes : 💧 irrigation rarement efficace
 💧💧 irrigation efficace dans 30 à 60 % des cas
 💧💧💧 irrigation efficace la plupart (75 %) du temps
 💧💧💧💧 irrigation efficace 9 années sur 10

PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES POUR LA PRODUCTION DE CULTURES

ARBRES À NOIX

CULTURE	AVANTAGES DE L'IRRIGATION	PÉRIODES CRITIQUES D'IRRIGATION	SYSTÈMES HABITUELS	PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES / REMARQUES
AVELINIERS / NOISETIERS	<ul style="list-style-type: none"> établissement plus rapide des arbres; précocité accrue; floraison plus abondante, meilleur grossissement des noix et rendements plus abondants – noix plus grosses. 	<ul style="list-style-type: none"> six semaines après la floraison; durant le grossissement des noix, de la mi-juillet à la mi-août. 	<ul style="list-style-type: none"> goutte-à-goutte; canon à volume fixe; canon mobile. 	<ul style="list-style-type: none"> l'irrigation sur une base annuelle est nécessaire; il faut utiliser une quantité suffisante d'eau pour mouiller toute la zone racinaire; l'irrigation est des plus importantes pendant l'établissement, pour assurer un développement racinaire adéquat.
NOYERS CORDIFORMES ET CHÂTAIGNIERS	<ul style="list-style-type: none"> établissement et croissance accélérés; rendements accrus; noix plus grosses. 	<ul style="list-style-type: none"> durant le grossissement des noix, de la mi-août à la mi-septembre. 	<ul style="list-style-type: none"> goutte-à-goutte; canon à volume fixe; canon mobile. 	<ul style="list-style-type: none"> le noyer cordiforme doit parfois être irrigué sur une base annuelle, selon le type de sol; sur les sols de texture grossière, les châtaigniers doivent être irrigués chaque année; les châtaigniers fleurissent très tard (juin) et la plupart de leurs fruits doivent se développer en un très court laps de temps.



Les châtaigniers plantés sur des sols sableux ou graveleux doivent être irrigués chaque année.



Le grossissement des noix cordiformes se produit de la mi-août à la mi-septembre. Il est parfois important d'irriguer durant cette période. Cette noix cordiforme a commencé à germer dans la planche de semis de la pépinière; on a enlevé la moitié de la coque.

PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES POUR LA PRODUCTION DE CULTURES

ARBRES À NOIX

CULTURE	AVANTAGES DE L'IRRIGATION	PÉRIODES CRITIQUES D'IRRIGATION	SYSTÈMES HABITUELS	PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES / REMARQUES
NOYERS / PACANIERS	<ul style="list-style-type: none"> • croissance et développement plus rapides de l'arbre; • rendement amélioré; • noix plus grosses, de meilleure qualité; • protection contre le gel au printemps. 	<ul style="list-style-type: none"> • de la mi-juillet à mi-août, pour les noyers; • de la mi-août à la première semaine d'octobre, pour les pacaniers. 	<ul style="list-style-type: none"> • goutte-à-goutte; • canon à volume fixe; • canon mobile. 	<ul style="list-style-type: none"> • une irrigation excessive peut favoriser l'apparition de maladies des racines et du collet chez certains porte-greffes; • pour obtenir un bon rendement, le régime hygrométrique du sol doit être adéquat; • exposé à un stress sévère, le noyer devient improductif ou ne peut maintenir la production de feuilles ou de fruits; • Le noyer des Carpates, le noyer noir et le pacanier sont les arbres à noix les plus résistants à la sécheresse – l'irrigation produit des avantages économiques appréciables, en moyenne une année sur trois.

À noter : Les micro-asperseurs permettent de distribuer l'eau sur une plus grande surface, réduisant ainsi le nombre de diffuseurs requis pour irriguer les gros arbres à maturité.



Cette photographie montre un verger d'aveliniers et de pacaniers en septembre 1990, l'année de sa mise en place.



Voici le même verger 34 mois plus tard, après irrigation. Les plants ont été irrigués au goutte-à-goutte.

PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES POUR LA PRODUCTION DE CULTURES

TABAC

AVANTAGES DE L'IRRIGATION	PÉRIODES CRITIQUES DE L'IRRIGATION	SYSTÈMES HABITUELS	QUANTITÉ PAR APPLICATION	TAUX D'APPLICATION	PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES/ REMARQUES
<ul style="list-style-type: none"> • améliore la qualité; • augmente le rendement. 	<ul style="list-style-type: none"> • par ordre d'importance : 1. juste avant l'écimage et jusqu'à ce que les feuilles supérieures atteignent leur taille maximale; 2. stade de végétation rapide, débutant à la fin de juin jusqu'en juillet, avant l'écimage; 3. durant la récolte, en particulier si des taux élevés d'engrais azotés ont été utilisés. 	<ul style="list-style-type: none"> • canon mobile; • asperseur fixe, • canon à volume fixe; • rampe mobile; • à déplacement latéral. 	<ul style="list-style-type: none"> • 0,75–1,5 po (20–40 mm); • la quantité dépend principalement de l'humidité initiale du sol et de sa capacité de rétention maximale. 	<ul style="list-style-type: none"> • 0,25–0,5 po/h (7,5-12,0 mm/h); • si des canons d'arrosage sont utilisés, choisir des buses de 1 à 1,25 po (25–31,8 mm), réglées à une pression de 550 à 560 kPa (80-94,5 lb/po²) 	<ul style="list-style-type: none"> • pour une croissance optimale, l'humidité du sol doit être maintenue à au moins 60 % de la capacité au champ; • l'irrigation peut se faire à n'importe quel temps, le jour ou la nuit, mais elle est plus efficace la nuit, puisque les pertes d'eau par évaporation sont alors moindres et qu'il y a habituellement très peu de vent.

Pour une croissance optimale, l'humidité du sol dans les champs de tabac doit être maintenue à au moins 60 % de la capacité au champ.



PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES POUR LA PRODUCTION DE CULTURES

MATÉRIEL DE PÉPINIÈRE CULTIVÉ EN PLEIN CHAMP

MATÉRIEL	AVANTAGES DE L'IRRIGATION	PÉRIODES CRITIQUES D'IRRIGATION	QUANTITÉ D'EAU	SYSTÈMES HABITUELS	PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES / REMARQUES
PLANCHE DE SEMIS	<ul style="list-style-type: none"> • améliore la germination. 	<ul style="list-style-type: none"> • durant la germination et la croissance, jusqu'à ce que le système racinaire soit bien installé. 	<ul style="list-style-type: none"> • 0,5 à 1 po (12,5–25,0 mm) par semaine; • maintenir le taux d'humidité près de la capacité au champ. 	<ul style="list-style-type: none"> • portatif à main; • semi-permanent; • asperseur fixe. 	<ul style="list-style-type: none"> • garder le sol humide durant la germination.
PLANTS REPIQUÉS (profondeur d'enracinement de 7 po [180 mm])	<ul style="list-style-type: none"> • meilleur établissement des plants repiqués; • plants plus gros. 	<ul style="list-style-type: none"> • après le repiquage, et jusqu'à ce que le système racinaire soit bien installé; • pendant les périodes sèches, dans le cas des jeunes plants de pépinière. 	<ul style="list-style-type: none"> • 0,5 à 1 po (12,5–25,0 mm) par semaine; maintenir le taux d'humidité près de la capacité au champ. 	<ul style="list-style-type: none"> • portatif à main; • semi-permanent; • asperseur fixe; • canon mobile. 	<ul style="list-style-type: none"> • irriguer les porte-greffes avant le bourgeonnement; • irriguer après la plantation; • irriguer lorsque l'humidité du sol se situe entre 50 et 70 % de la capacité au champ.
ARBRES-ÉTALONS	<ul style="list-style-type: none"> • favorise l'établissement des plants. 	<ul style="list-style-type: none"> • après la transplantation, jusqu'à l'établissement. 	<ul style="list-style-type: none"> • 0,5 à 1 po (12,5–25,0 mm) par semaine; maintenir l'humidité du sol près de la capacité au champ. 	<ul style="list-style-type: none"> • portatif à main; • canon mobile; • goutte-à-goutte. 	<ul style="list-style-type: none"> • irriguer après la plantation.



L'irrigation améliore le taux de germination dans les planches de semis.



Les arbres-étalons doivent être irrigués après la plantation.

PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES POUR LA PRODUCTION DE CULTURES

MATÉRIEL DE PÉPINIÈRE CULTIVÉ EN CONTENANTS

MATÉRIEL	AVANTAGES DE L'IRRIGATION	PÉRIODES CRITIQUES D'IRRIGATION	SYSTÈMES HABITUELS	PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES / REMARQUES
JEUNES PLANTS EN CONTENANTS	<ul style="list-style-type: none"> • améliore la germination; • maintient une croissance uniforme et vigoureuse. 	<ul style="list-style-type: none"> • chaque jour pour les plants récemment empotés; à tous les 1–2 jours une fois que les racines sont bien développées; • irrigation indispensable durant l'établissement et la croissance des jeunes plants. 	<ul style="list-style-type: none"> • portatif à main; • semi-permanent; • asperseur fixe; • rampe mobile à faible pression; • conduites de nébulisation; • arrosage à la main. 	<ul style="list-style-type: none"> • ce type de culture convient à la production en serre ou dans un endroit clos; • requiert un jugement sûr et de l'expérience; • assurer une distribution uniforme de l'eau : chaque contenant doit recevoir la même quantité d'eau; • l'eau doit avoir une faible teneur en sels et être exempte d'agents pathogènes; • les effets de l'irrigation varient selon la plante; • une couche de gravier au pied de chaque plant aide à conserver l'humidité; • la quantité d'eau requise varie en fonction du milieu de culture, de la température et de la plante.



L'irrigation goutte-à-goutte maintient une croissance rapide et vigoureuse des plants en contenants.

PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES POUR LA PRODUCTION DE CULTURES

MATÉRIEL DE PÉPINIÈRE CULTIVÉ EN CONTENANTS

MATÉRIEL	AVANTAGES DE L'IRRIGATION	PÉRIODES CRITIQUES D'IRRIGATION	SYSTÈMES HABITUELS	PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES / REMARQUES
PLANTS EN CONTENANTS RÉCEMMENT MIS EN POT OU ÉTABLIS	<ul style="list-style-type: none"> • favorise l'absorption des éléments nutritifs provenant des engrais à libération lente; • refroidissement des plantes par évaporation; • maintient une croissance rapide et vigoureuse des plants établis. 	<ul style="list-style-type: none"> • après le repiquage, jusqu'à l'établissement; • avant de couvrir les serres en polyéthylène à l'automne; • peut être utilisée pour provoquer le lessivage, lorsque la teneur totale en sels dépasse 3,5 mS/cm; • chaque jour pour les plants récemment empotés; à tous les 1-2 jours une fois que les racines sont bien développées; • pendant la croissance, du début à la fin de la saison de végétation. 	<ul style="list-style-type: none"> • goutte-à-goutte; • asperseur fixe. 	<ul style="list-style-type: none"> • convient aux contenants de 1 à 5 gallons impériaux (4,5 à 22,7 L); • l'irrigation sur frondaison est inefficace – seulement 15 à 55 % de l'eau d'irrigation atteint le milieu de culture. <p>Pour améliorer l'efficacité :</p> <ul style="list-style-type: none"> • pour un meilleur résultat, disposer les contenants de manière décalée, plutôt que alignée; • regrouper les plantes en fonction de leurs besoins en eau, de la grosseur du contenant, ainsi que du taux et du stade de croissance; • plutôt que d'espacer davantage les contenants, repoter les plants dans des contenants plus gros avant que le feuillage atteigne sa grosseur maximale; • utiliser des engrais à libération lente; • envisager l'irrigation par pulsions, à l'aide d'un système automatisé pour appliquer l'eau à intervalles réguliers; le cycle pourrait par exemple prévoir 4 intervalles avec irrigation pendant 15 minutes, puis un arrêt pendant 30 minutes – pour permettre à l'eau de bien s'infiltrer dans le contenant (on utilise 30 % moins d'eau).



On a recours à l'irrigation sur frondaison pour le matériel en contenants. Pour une plus grande efficacité, on peut regrouper les plants selon leurs besoins en eau, la grosseur du contenant, ainsi que le taux et le stade de croissance des plantes.

PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES POUR LA PRODUCTION DE CULTURES

MATÉRIEL DE PÉPINIÈRE CULTIVÉ EN CONTENANTS

MATÉRIEL	AVANTAGES DE L'IRRIGATION	PÉRIODES CRITIQUES D'IRRIGATION	SYSTÈMES HABITUELS	PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES / REMARQUES
MATÉRIEL DE PÉPINIÈRE EN CONTENANTS	<ul style="list-style-type: none"> • assure une croissance rapide et vigoureuse; • réduit ou élimine le choc au repiquage. 	<ul style="list-style-type: none"> • tous les jours, durant la saison de croissance. 	<ul style="list-style-type: none"> • asperseur fixe; • goutte-à-goutte. 	<ul style="list-style-type: none"> • envisager le goutte-à-goutte pour les contenants de plus de 5 gallons impériaux (22,7 L); • la micro-irrigation consomme 75 % moins d'eau que le système d'irrigation sur frondaison; • nécessite un système automatisé pouvant fournir de 0,16 à 0,33 gallon impérial (0,75 à 1,5 L) par contenant de 2 gallons, par jour.
MULTIPLICATION DU MATÉRIEL DE PÉPINIÈRE	<ul style="list-style-type: none"> • prévient la déshydratation des boutures. 	<ul style="list-style-type: none"> • jusqu'à l'enracinement des boutures. 	<ul style="list-style-type: none"> • asperseur fixe; • nébulisateurs en hauteur à action intermittente. 	<ul style="list-style-type: none"> • garder le feuillage humide pour maintenir le refroidissement par évaporation; • nécessite l'installation d'une horloge ou d'un détecteur d'humidité électronique permettant de régler l'intervalle selon les besoins de la culture.



L'irrigation prévient la déshydratation des boutures en planches de multiplication.

GAZON

AVANTAGES DE L'IRRIGATION	PÉRIODES CRITIQUES D'IRRIGATION	SYSTÈMES HABITUELS	PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES / REMARQUES
<ul style="list-style-type: none"> • sort le gazon du stade de dormance, pour en permettre la récolte; • humidifie la zone racinaire avant la récolte. 	<ul style="list-style-type: none"> • mi-été. 	<ul style="list-style-type: none"> • pivot central; • à déplacement latéral; • canon mobile; • rampe mobile. 	<ul style="list-style-type: none"> • profondeur d'enracinement : 4 à 8 po (100–200 mm); • un apport excessif d'eau en soirée ou durant la nuit peut favoriser l'apparition de maladies; • pour réduire au minimum les pertes d'eau par évaporation, éviter d'irriguer pendant le jour lorsqu'il fait chaud et lorsque le vent souffle fort.



Les semis de gazon doivent être irrigués pour connaître une croissance vigoureuse.

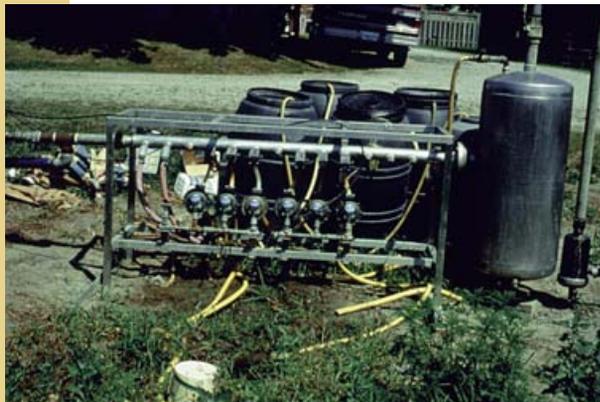
APPLICATIONS SPÉCIALES

Fournir de l'eau aux cultures n'est pas la seule utilité du système d'irrigation. On peut en effet l'utiliser également pour appliquer des produits de phytoprotection sur les cultures à valeur élevée. Le gel, l'abrasion par le sable et la chaleur excessive peuvent être contrôlés dans certains cas. On peut également augmenter la productivité et la qualité de certaines cultures en leur fournissant un apport en éléments nutritifs par l'eau d'irrigation – c'est ce qu'on appelle la fertirrigation. On effectue la fertirrigation à l'aide de systèmes d'irrigation goutte-à-goutte (également appelée micro-irrigation ou irrigation localisée) déjà en place.

La présente section traite des pratiques de gestion optimales pour les applications spéciales de l'irrigation, lesquelles incluent la fertirrigation, la chimigation, le refroidissement par évaporation, la lutte contre l'érosion éolienne et la protection contre le gel. Chacune d'entre elles doit faire l'objet d'une gestion attentive pour être efficace et assurer un usage rationnel de l'eau ainsi que la protection de l'environnement.

FERTIRRIGATION DES LÉGUMES DE PLEIN CHAMP ET DES ARBRES FRUITIERS

L'irrigation goutte-à-goutte et la fertirrigation sont des pratiques relativement nouvelles pour les producteurs de fruits et de légumes de l'Ontario. Elles offrent un moyen très efficace de combiner l'irrigation à la fertilisation et peuvent être utilisées pour accroître le rendement et la qualité de certains fruits et certains légumes.



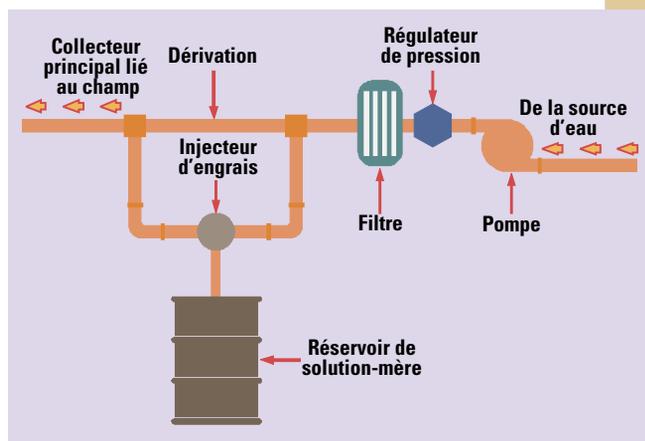
L'irrigation goutte-à-goutte et la fertirrigation peuvent être utilisées pour accroître le rendement et la qualité de nombreuses cultures horticoles.

APPLICATIONS SPÉCIALES

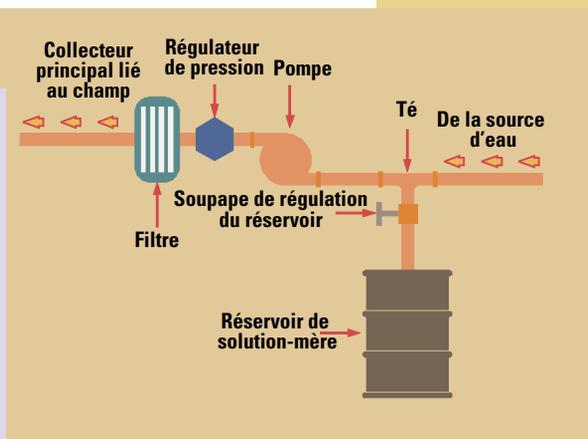
CONCEPTION DU SYSTÈME DE FERTIRRIGATION

Il existe une grande diversité de systèmes qui permettent l'injection de solutions fertilisantes dans l'eau d'irrigation. Le système le plus précis consiste à utiliser un injecteur d'engrais (p. ex. Anderson, Dosatron, Amiad, etc.) qui mesure la solution fertilisante injectée dans l'eau d'irrigation à un taux prédéterminé.

Une autre méthode consiste à **installer un té** de raccordement sur le côté aspirant de la pompe d'irrigation et à le relier à un tuyau menant au réservoir d'engrais. L'écoulement de la solution fertilisante dans le système est réglé au moyen d'un robinet ou d'un robinet-vanne. Ce système n'est pas aussi précis qu'un injecteur d'engrais, mais il est moins coûteux et son degré de précision devrait être suffisant pour la plupart des cultures de plein champ.



L'injecteur d'engrais est le système de fertirrigation le plus précis. Le filtre principal est placé en amont de l'injecteur d'engrais. Un système avec cette configuration requiert des filtres supplémentaires à l'entrée de chaque zone ou groupe de zones.



L'installation d'un té de raccordement sur le côté aspirant de la pompe d'irrigation est moins coûteuse. Il fonctionne de façon similaire à un injecteur d'engrais.

SOLUTIONS-MÈRES

Les solutions-mères sont des solutions concentrées d'engrais qui sont injectées dans le réseau d'irrigation goutte-à-goutte. La préparation de la solution-mère se fait comme suit :

- Étalonner le système pour déterminer la quantité de solution-mère injectée durant la période d'injection souhaitée – dans la plupart des cas, une période d'environ une heure suffit.

Un dispositif anti-refoulement, comme un clapet anti-retour, empêche l'eau contaminée de retourner dans la source d'eau.

La quantité requise d'engrais doit être complètement dissoute dans le volume d'eau du réservoir de solution-mère à injecter.

APPLICATIONS SPÉCIALES

Un ratio de solubilité 1:1 signifie qu'un kilo d'engrais se dissoudra dans 1 L d'eau (1 L d'eau pèse 1 kg).

FAIRE LE TEST DU BOCAL

Avant de mélanger différents engrais dans le réservoir, il vaut mieux tester le mélange dans un bocal pour vérifier que les produits sont bel et bien compatibles. (Une incompatibilité des engrais entraîne la formation d'un précipité qui pourrait obstruer les goutteurs.) Pour faire le test, mettre un peu d'engrais dissous dans le bocal contenant l'eau d'irrigation. S'il y a risque d'incompatibilité un précipité se formera ou la solution deviendra opaque en l'espace d'une ou deux heures. Si la solution perd sa limpidité, l'obstruction des goutteurs peut se produire. Il faut porter des vêtements et lunettes de protection pendant le test.

- Déterminer la quantité d'engrais à ajouter à la solution-mère pour fournir la concentration voulue en éléments nutritifs sur la parcelle qui sera irriguée – consulter le tableau à la page 101 pour connaître les taux de fertirrigation proposés pour les légumes.

(La quantité requise d'engrais doit être soluble dans le volume de solution-mère. Les ratios de solubilité (poids de l'engrais pouvant être dissous dans un poids donné d'eau) figurent dans le tableau ci-dessous. Si l'engrais requis ne peut être dissous dans le volume d'eau prévu, augmenter la quantité d'eau et injecter la solution sur une plus longue période.)

- Lorsqu'on emploie des engrais secs, il faut s'assurer qu'ils sont solubles à 100 %.
- Des solutions distinctes peuvent être mélangées ensemble ou préparées pour chaque engrais individuel et injectées au moyen d'un injecteur à têtes multiples. On peut utiliser des engrais solubles comme le 20-5-20 ou de composition semblable, mais ils coûtent beaucoup plus cher. NE PAS mélanger des solutions d'engrais contenant du calcium à des solutions contenant des phosphates ou des sulfates, car ils pourraient former un précipité susceptible d'obstruer les goutteurs.

ENGRAIS RECOMMANDÉS POUR LA PRÉPARATION DE SOLUTIONS-MÈRES À INJECTER PAR LE RÉSEAU D'IRRIGATION GOUTTE-À-GOUTTE

ENGRAIS	TENEUR EN AZOTE ÉLÉMENTAIRE (%)	TENEUR EN POTASSE (K ₂ O, EN %)	RATIO DE SOLUBILITÉ SOLUTÉ:EAU
NITRATE D'AMMONIUM	34	0	1:1
NITRATE DE CALCIUM	15	0	1:1
NITRATE DE POTASSIUM	13	44	1:4
SULFATE DE POTASSIUM	0	50	1:15

APPLICATIONS SPÉCIALES

BESOINS EN ENGRAIS DES LÉGUMES

En général, une partie des éléments nutritifs dont la culture a besoin est incorporée dans le sol avant la plantation et le reste est injecté au moyen du réseau goutte-à-goutte. Le calendrier d'injection est établi en fonction des besoins de la culture. On commence par un faible taux d'application, lorsque la plante est petite, puis on augmente le taux d'application durant les périodes de croissance rapide et de développement des fruits.

Une analyse de sol doit être faite pour déterminer les besoins en phosphate et en potasse. La totalité du phosphate doit être appliquée avant la plantation.

Environ 30 à 50 % de la quantité requise d'azote et de potasse est appliquée à la volée avant la plantation; le reste est injecté par le réseau d'irrigation goutte-à-goutte, conformément aux taux indiqués dans le tableau ci-dessous.

TAUX DE FERTIRRIGATION RECOMMANDÉS POUR LES LÉGUMES CULTIVÉS SUR DES SOLS SABLEUX ET DES LOAMS SABLEUX

TAUX DE N ÉLÉMENTAIRE ET DE K ₂ O (kg/ha/semaine)			
STADE DE CROISSANCE	TOMATES	POIVRONS	CONCOMBRES ET AUTRES CUCURBITACÉES
DE LA CROISSANCE VÉGÉTATIVE À LA FLORAISON	2,5*	3 – 5	3 – 5
DE LA NOUAISSON AU GROSSISSEMENT DES FRUITS	5,0	7 – 10	7 – 10
RÉCOLTE	2,5	3 – 5	3 – 5

*2,5 kg/ha/semaine de N et de K₂O.
Pour convertir en livres/acre, multiplier les kg/ha par 0,9.

BESOINS EN ENGRAIS DES ARBRES FRUITIERS

La publication 360F du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario, intitulée *Recommandations pour les cultures fruitières*, fournit des recommandations générales sur la fertilisation des arbres fruitiers.

Dans le cas de la fertirrigation, plutôt que de fournir la quantité d'azote requise en une seule application, en périphérie du feuillage au pied de chaque arbre ou dans la bande d'herbicides, le tiers de la quantité dont l'arbre a besoin est injecté en dose unique au début d'avril, avant la sortie des feuilles. Cette opération vise à stimuler une croissance végétative tôt au printemps. Il faut savoir que les racines de l'arbre se développent avant tout indice de débourrement.

APPLICATIONS SPÉCIALES

Comparativement au mode d'application à sec, la fertirrigation permet de réduire d'environ 50 % la quantité totale d'azote et de potassium. Cette méthode de fertilisation des vergers doit cependant faire l'objet d'une surveillance étroite, au moyen d'analyses foliaires.

Le reste de l'azote (2/3) est appliqué en quantités égales à chaque irrigation, en mai et à la mi-juin. L'application d'azote à la mi-juin a pour but de ralentir la croissance végétative et de promouvoir l'endurcissement de la plante en prévision de l'hiver.

Lorsque l'application de potassium (K) se fait par fertirrigation, le potassium est injecté en quantités égales à chaque irrigation, en juillet et en août, plutôt qu'en une application unique en bande au printemps. Le fait de retarder l'application du potassium par rapport à celle de l'azote a pour but d'améliorer la coloration des fruits, la résistance à l'hiver, la croissance des arbres et la résistance aux maladies durant la seconde moitié de la saison de croissance.

En Ontario, les vergers n'ont habituellement pas un besoin prouvé de fertilisation au phosphore (P), de sorte qu'il n'est pas nécessaire d'injecter du P dans l'eau d'irrigation. Dans le cas du magnésium (Mg) et du calcium (Ca), il est préférable de faire des pulvérisations foliaires selon le besoin, plutôt que par le système d'irrigation. Les oligo-éléments (p. ex. bore, manganèse, fer, zinc) pour la culture des arbres fruitiers ne sont appliqués que lorsque l'analyse foliaire ou que des symptômes apparents révèlent une carence. L'application d'oligo-éléments doit se faire par pulvérisations foliaires, et non par fertirrigation.

MISE EN GARDE

Lorsque le nitrate d'ammonium est utilisé comme source d'azote, il se produit une acidification rapide du sol sous les tuyaux goutteurs; cette acidification ne se produit pas avec l'azote des nitrates. Il vaut donc mieux choisir l'azote des nitrates pour la fertirrigation des arbres fruitiers. Si le pH diminue en deçà de 4,0, le manganèse et l'aluminium sont absorbés au point de devenir phytotoxiques, ce qui entraîne un arrêt de la croissance, ainsi qu'une réduction du rendement et de la qualité fruitière.

ÉTABLISSEMENT DU CALENDRIER DE FERTIRRIGATION DES LÉGUMES ET DES ARBRES FRUITIERS

La section qui précède a fourni des explications sur la façon d'établir le calendrier de fertirrigation pour l'application de l'azote et du potassium en fonction du stade de croissance de l'arbre et de la culture. Chaque fertirrigation doit s'inscrire dans le calendrier d'irrigation régulier et s'effectuer de préférence à la fin de chaque cycle d'irrigation, pour éviter le lessivage des éléments nutritifs sous la zone racinaire principale. Les conduites doivent par ailleurs être rincées immédiatement après chaque fertirrigation, pour éviter l'obstruction des goutteurs.



On voit ici un système de fertirrigation comprenant une pompe, des filtres et un réservoir d'alimentation. De tels systèmes sont compatibles avec le goutte-à-goutte. Leur combinaison permet d'atteindre une meilleure efficacité dans l'application des engrais. Toutefois, jusqu'à maintenant, il y a tout lieu de croire que la fertirrigation n'offre aucun avantage nutritionnel appréciable dans le cas des pommes et des pêches, comparé aux engrais secs granulaires épandus au printemps, au moment de l'éclatement des bourgeons.

APPLICATIONS SPÉCIALES

N'oubliez pas :

- ▶ Il faut bien planifier le calendrier d'irrigation pour éviter le lessivage des éléments nutritifs.
- ▶ On peut utiliser des tensiomètres pour déterminer à quel moment doit se faire l'irrigation goutte-à-goutte (pour plus d'information sur les tensiomètres, voir la page 30).
 - ▷ La fréquence de la fertirrigation peut varier – on peut injecter un faible taux d'engrais tous les 2 ou 3 jours, ou des taux plus élevés, tous les 7 à 14 jours.
- ▶ Dans les sols sableux qui retiennent peu l'eau et les éléments nutritifs, il est préférable d'effectuer des injections fréquentes (tous les 2 à 3 jours).
- ▶ Avant de commencer la fertirrigation, faire une vérification complète du système d'irrigation goutte-à-goutte, pour s'assurer qu'il n'y a pas de fuites et que tous les goutteurs fonctionnent.
- ▶ Le réseau doit être d'une capacité suffisante pour fournir la quantité requise d'engrais en une période relativement courte :
 - ▷ Ceci est important durant les périodes pluvieuses où l'irrigation est inutile mais où il faut fertiliser.
 - ▷ Après l'injection d'engrais, le réseau d'irrigation doit fonctionner un certain temps pour éliminer toute la solution fertilisante et prévenir l'obstruction des goutteurs.

CHIMIGATION

La chimigation, c'est-à-dire l'application de produits agrochimiques par le réseau d'irrigation, peut être utile pour les canneberges et les légumes de serre. Seuls les produits homologués (comme le montre l'étiquette) peuvent être utilisés pour la chimigation.

L'application d'herbicides et de pesticides en infimes concentrations peut se traduire par des économies de temps et argent. **Cette pratique exige des compétences spéciales et beaucoup de précautions; elle doit respecter les lois en vigueur et n'utiliser que des produits homologués pour l'usage prévu.** La principale préoccupation environnementale vient des risques de contamination des sources ou des eaux souterraines, en cas de déversement ou de mauvais fonctionnement du matériel.

MATÉRIEL

- ▶ Il faut installer un clapet de retenue à ressort du côté de refoulement de la pompe, pour éviter le reflux de l'eau en cas d'arrêt de la pompe.
- ▶ On doit installer un clapet de pied pour éviter le refoulement de l'eau introduite dans la conduite d'amenée vers la mare-réservoir.
- ▶ La source d'eau doit être un réservoir sans sortie d'eau, et non pas un réservoir alimenté par une rivière, un ruisseau, une source ou le réseau municipal.
- ▶ Le système doit être muni d'un dispositif anti-retour.
- ▶ Pour la chimigation, seuls peuvent être utilisés des asperseurs fixes à faible volume, munis de buses de $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{10}$ ou $\frac{1}{12}$ po et assurant une distribution uniforme de l'eau en un jet constant.



La chimigation peut s'avérer utile où se trouve un système d'irrigation avec asperseur fixe à faible volume.

APPLICATIONS SPÉCIALES

ÉTALONNAGE

Avant d'utiliser le système pour appliquer des produits chimiques, il faut en faire l'étalonnage. La marche à suivre apparaît ci-dessous.

L'objectif de la méthode est de calculer la durée totale (E).

1. Actionner la pompe et remplir le système; s'assurer que tous les asperseurs fonctionnent normalement; réparer toutes les fuites.
2. Remplir le réservoir de produits chimiques avec un volume prédéterminé d'eau, p. ex. 40 gallons impériaux (200 L).
3. Ajouter un traceur dans le réservoir.
4. Noter l'heure (a) et ouvrir le clapet de la conduite d'aspiration reliée au réservoir de produits chimiques.
5. Surveiller la première buse, pour déterminer à quel moment apparaît le traceur et noter l'heure (b).
6. Continuer de faire fonctionner le système et noter l'heure à laquelle le traceur apparaît dans la dernière buse (c).
7. Continuer d'aspirer le produit chimique, jusqu'à ce qu'il n'en reste plus.
8. Observer le premier asperseur pour voir à quel moment l'eau qui en sort devient claire (sans traceur); noter l'heure (d).
9. Noter l'heure à laquelle l'eau qui sort de la dernière buse est claire (e).
10. Noter le temps nécessaire pour une rotation complète de l'asperseur (f).
11. Prendre en note la pression à la pompe (p).

La durée totale (pulvérisations hâtives d'insecticides et de fongicides) : $E = e - a$

La durée totale (pulvérisations d'herbicides à n'importe quel moment, et pulvérisations d'insecticides et de fongicides de la floraison jusqu'à la récolte) : $E = f - a$

PULVÉRISATION DE PRODUITS CHIMIQUES

Ne pas oublier d'étalonner le système avant de pulvériser des produits chimiques (ci-dessus).

1. Utiliser la même pression (p) employée pendant l'étalonnage pour toutes les applications.
2. Utiliser le volume prédéterminé d'eau dans le réservoir de produits chimiques, p. ex. 40 gallons impériaux (200 L).
3. Connaître la superficie à traiter ($A = n^{bre}$ d'acres).
4. Vérifier la dose du pesticide (r) indiquée sur l'étiquette (poids par acre).
5. Multiplier (r) par (A) pour déterminer la quantité requise pour l'ensemble de la surface à traiter : la quantité varie d'un pesticide à un autre, p. ex. 12 acres, à raison de 3 livres/acre = $3 \text{ lb/ac} \times 12 \text{ ac} = 36 \text{ livres}$ (6 ha à raison de 2 kg/ha = $6 \text{ ha} \times 2 \text{ kg/ha} = 12 \text{ kg}$).
6. Toujours dissoudre complètement le pesticide dans le réservoir et maintenir une agitation constante pour éviter que le pesticide se dépose.

APPLICATIONS SPÉCIALES

7. Porter toujours l'équipement de protection requis (p. ex. gants, combinaison, masque, etc.) durant la manipulation des produits.
8. Mettre le système en marche et s'assurer que toutes les buses fonctionnent bien.
9. Ouvrir le clapet de la conduite d'aspiration pour amorcer l'entrée des produits chimiques – noter l'heure avec précision.
10. Poursuivre la chimigation pendant la durée totale E.
 - Pour l'application d'insecticides et de fongicides en début de saison, cesser la chimigation lorsque $E = e - a$.
 - Pour l'application d'herbicides à n'importe quel moment, ainsi que d'insecticides et de fongicides de la floraison à la récolte, cesser la chimigation lorsque $E = f - a$ (il faut une rotation supplémentaire des asperseurs, pour assurer une meilleure application des pesticides sur le feuillage).
11. S'il y a rupture d'une conduite ou qu'un autre problème survient durant la chimigation, fermer le clapet de la conduite d'aspiration qui vient du réservoir de produit chimique puis arrêter la pompe – utiliser l'équipement de sécurité nécessaire si des réparations doivent être effectuées dans une aire traitée ou sur des conduites contenant le pesticide.

SÉCURITÉ

- Choisir un moment idéal (où il y a peu de vent) pour la chimigation – tôt le matin convient habituellement.
- N'autoriser la présence d'aucune personne à proximité ou à l'intérieur du champ durant la chimigation.
- Respecter le délai prévu avant de retourner au champ, ainsi que l'intervalle prescrit (nombre de jours) avant la récolte, qui sont indiqués sur l'étiquette du produit chimique.

S'il faut irriguer, pratiquer la chimigation à la fin du cycle.

LUTTE CONTRE L'ÉROSION ÉOLIENNE

Un grand nombre de terres horticoles hautement productives sont sujettes à l'érosion éolienne. Le sol sec et meuble est facilement déplacé par le vent.

L'irrigation peut offrir une solution d'urgence à court terme contre l'érosion éolienne ou constituer l'étape finale d'une démarche intégrale visant à lutter contre l'érosion. L'eau appliquée avant que le vent n'exerce son effet aide à retenir le sol. Le succès de cette pratique dépend :

- du type de sol,
- de la quantité d'eau appliquée (avant et pendant la tempête de vent),
- du pouvoir asséchant du vent (humidité relative),
- de la durée de la tempête de vent.

Pour de meilleurs résultats, il est recommandé d'associer cette pratique à d'autres mesures, par exemple la gestion des résidus ou l'aménagement de bandes gazonnées ou de brise-vent.

Les pratiques de gestion optimales comme l'aménagement de bandes gazonnées en brise-vent, la plantation d'un couvert végétal et la gestion des résidus permettent de lutter contre l'érosion éolienne.



L'irrigation pour réduire l'érosion par le vent est considérée seulement comme une solution d'urgence. Pour être utile, elle doit débuter avant que le vent se lève.

APPLICATIONS SPÉCIALES

PROTECTION DES PETITS FRUITS CONTRE LE GEL

EXIGENCES

- Système d'irrigation par aspersion fixe assurant une couverture intégrale et uniforme.
- Buses assurant une application suffisante d'eau pour protéger contre le gel, sans toutefois inonder le champ. On utilise généralement des buses de 1/8 po (3 mm) à 5/32 po (4 mm) sous un vent de 0-1,25 km/h. Un taux d'application de 0,15 po (4 mm) d'eau par heure suffit à protéger jusqu'à une température de $-6,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($20\text{ }^{\circ}\text{F}$). Les taux d'application recommandés varient de 0,10 po à 0,15 po (2,5-4 mm) par heure.
- Disposer d'une source d'alimentation en eau suffisante.
- Placer des thermomètres bien étalonnés aux endroits les plus froids du champ. Le système idéal serait celui fait de câbles souterrains reliés à des thermistances dans le champ, lesquelles seraient reliées à leur tour à un dispositif de surveillance du gel muni d'un système d'alarme placé à l'intérieur de la maison.

RÉGLAGE

Les fleurs de fraiser ouvertes gèlent à une température d'environ $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($31\text{ }^{\circ}\text{F}$) maintenue pendant plusieurs heures. Les fleurs non ouvertes gèlent quant à elles à une température de $-2,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($28\text{ }^{\circ}\text{F}$) maintenue pendant plusieurs heures. Les fleurs non protégées peuvent résister à des températures plus froides, mais seulement pendant une brève période. Les bourgeons bien serrés peuvent tolérer $-5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($22\text{ }^{\circ}\text{F}$).

Le système d'alarme devrait être réglé à environ $1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($34\text{ }^{\circ}\text{F}$) afin qu'on ait le temps d'actionner la pompe et de mettre le système en marche. Lorsque la température est sous le point de congélation, il est important de s'assurer que les têtes des asperseurs ne gèlent pas et qu'elles continuent de tourner.

Lorsque le système d'irrigation est mis en marche pour protéger une culture contre le gel, il faut le garder en marche jusqu'à ce que la glace commence à fondre. Certains croient que, selon la méthode d'encapsulation de glace, il faut laisser le système en marche jusqu'à ce que la glace soit complètement fondue. Ceci n'est toutefois pas nécessaire, à moins que l'on soit au stade de mûrissement des fruits.

PROBLÈMES

- Si le vent est supérieur à 10 mi/h (16 km/h), il se peut que certains bourgeons gèlent en raison d'une application peu uniforme.
- Plus le vent est élevé, plus il faut augmenter la quantité d'eau appliquée à l'heure, à cause de l'évaporation et des risques de dommages dus au gel sous l'effet du refroidissement par évaporation.
- Lorsque la vitesse du vent atteint 16 km/h, il faut appliquer 20 mm/h d'eau pour protéger la culture jusqu'à $-6,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($20\text{ }^{\circ}\text{F}$).
- L'irrigation, comme mesure de protection contre le gel, rend les sols plus humides et donc plus propices à l'apparition de la stèle rouge et d'autres pourridiés.



Si on ne remédie pas au gel, il peut détruire les premières fleurs des fraisiers qui produisent les plus gros fruits au champ.

Le point de rosée influe sur la rapidité avec laquelle chute la température. Des dégâts causés par le gel peuvent se produire avant même que le givre ne se forme à la surface de la culture lorsque le point de rosée est sous le point de congélation. La formation de glace laiteuse signifie que la quantité d'eau utilisée est insuffisante. La glace doit être transparente et non pas laiteuse.

APPLICATIONS SPÉCIALES

MISE EN GARDE : CULTURES DE VERGERS ET AUTRES CULTURES FRUITIÈRES (lutte contre le gel par encapsulation de glace)

Si la vitesse du vent est supérieure à 5 milles (8 km) à l'heure, éviter l'irrigation sur frondaison à faible volume (1/10 po [2,5 mm] par heure) comme moyen de protéger contre le gel. L'effet du refroidissement par évaporation causé par le mouvement de l'air sur la mince couche d'eau qui s'est formée sur les feuilles ou les fleurs serait suffisant pour causer de graves dommages lorsque la température se situe près du point de congélation. La plupart des systèmes d'irrigation par aspersion utilisés pour protéger contre le gel ne fournissent pas un volume suffisant pour écarter ce problème éventuel. Être certain d'avoir suffisamment d'eau en réserve pour suffire à une application pendant plusieurs nuits consécutives. Lorsque la vitesse du vent est inférieure à 5 milles (8 km) à l'heure, on considère qu'un taux d'application de 0,15 po d'eau (4 mm) par heure est suffisant pour protéger les cultures jusqu'à une température de -6,7 °C (20 °F).

REFROIDISSEMENT PAR ÉVAPORATION

Le temps chaud et sec peut réduire la nouaison et le grossissement des fruits (p. ex. fraises). L'eau qui s'évapore de la surface de la plante rafraîchit la plante et peut aider à surmonter ces deux problèmes. L'eau utilisée pour le refroidissement par évaporation doit être de grande qualité, les fruits étant cueillis peu après.

Le principe du refroidissement par évaporation repose sur l'utilisation d'une mince couche d'eau à la surface des tissus. L'eau qui s'évapore de la surface de la feuille ou du fruit entraîne avec elle un peu de chaleur de la plante.

Utilisée de manière adéquate, cette méthode :

- ▶ Abaisse la température des plantes – facteur important durant la croissance des feuilles et le développement des stolons.
- ▶ Abaisse la température du sol.
- ▶ Abaisse la température des fruits –
 - ▷ Ralentit le mûrissement.
 - ▷ Aide à prolonger la durée de conservation à l'étalage.

On utilise de faibles taux d'application pour refroidir les cultures par évaporation, soit 2 mm/h. Le refroidissement par évaporation doit se faire assez tôt pour que le feuillage ait le temps de s'assécher avant la nuit, de sorte que les risques de maladies soient moindres.

Le refroidissement par évaporation devrait être utilisé lorsque la température de l'air dépasse 29 °C (84 °F), que le degré d'humidité est faible et qu'il y a un peu de vent. Cette pratique est en effet moins efficace en l'absence de vent ou lorsque le degré d'humidité relative est élevé. Dans des conditions idéales, le refroidissement par évaporation peut abaisser la température de 9 °C (48 °F).



L'action des abeilles augmente le nombre de graines dans les fruits qui se développent et a une influence positive sur la récolte. Cependant, les abeilles ne butinent pas durant un cycle d'irrigation.

APPLICATIONS SPÉCIALES

EXIGENCES

- ▶ Utiliser de préférence un système d'irrigation par aspersion fixe assurant une couverture intégrale et uniforme.
- ▶ L'eau froide est plus efficace que l'eau tiède pour abaisser la chaleur de la culture.
- ▶ Calibre des buses :
 - ▷ 1/8 à 1/4 po.
 - ▷ Un calibre plus petit peut être souhaitable si l'on veut procéder au refroidissement par évaporation de tout un champ en même temps car le taux d'application est inférieur.
 - ▷ Les buses de calibre plus petit sont également utiles pour la protection contre le gel; cependant, le système d'irrigation devra alors fonctionner plus longtemps lorsqu'on veut irriguer.
- ▶ Période d'application :
 - ▷ Procéder au refroidissement par évaporation lorsque la température atteint 29 °C (84 °F) (mesure prise par un thermomètre placé sous abri dans le champ).
 - ▷ Faire fonctionner le réseau d'irrigation pendant environ 15 minutes, puis l'arrêter.
 - ▷ Répéter l'opération si la température atteint de nouveau 29 °C (84 °F).
 - ▷ Ne pas irriguer après 15 h, pour laisser le temps au feuillage de sécher avant la nuit.

DIFFICULTÉS

- ▶ Augmente les coûts.
- ▶ Peut causer des problèmes de pollinisation – les abeilles n'aiment pas butiner durant l'irrigation.
- ▶ Risque de propagation de maladies (moisissure grise, pourriture des racines, pourridié noir, flétrissure verticillienne, stèle rouge). Consulter la publication 360F du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario, intitulée *Recommandations pour les cultures fruitières*, pour plus d'information à ce sujet.
- ▶ Il faut employer de faibles taux d'application (c.-à-d. 2 mm/h) pour éviter le lessivage des éléments nutritifs.
 - ▷ Des taux d'application élevés et une irrigation prolongée favorisent le lessivage des éléments nutritifs.

ANALYSE COÛTS-AVANTAGES

Avant d'investir dans l'achat d'un système d'irrigation, il faut faire une analyse des différents facteurs économiques. En d'autres mots, on doit déterminer si les sommes à investir procureront le rendement espéré.

Cette section présente une méthode pour calculer les gains (pertes) éventuels résultant de l'achat et de l'exploitation d'un réseau d'irrigation. La méthode proposée consiste à estimer les coûts annuels et le rendement annuel liés à l'achat et à l'utilisation d'un système particulier.

L'analyse est faite sur une base annuelle. Pour déterminer le coût annuel d'un équipement qui sera utilisé pendant plus d'une année, il faut en ventiler le coût net sur toute la période d'utilisation prévue. Par exemple, une pompe qui serait achetée au prix de 12 000 \$, utilisée pendant cinq ans, puis revendue au prix de 2 000 \$ aurait un coût net de 10 000 \$. Son coût annuel serait donc de 2 000 \$ (soit $10\,000 \$ \div 5$).

L'analyse coûts-avantages doit porter sur un système précis. Avant de commencer, il faut avoir une bonne idée des coûts des diverses composantes et des coûts d'installation du système. Il faut également estimer les coûts de fonctionnement, comme le carburant, la main-d'œuvre, l'entretien, etc.

Il faut aussi évaluer les avantages que le réseau d'irrigation pourrait avoir sur la culture.

Cinq fiches permettront de calculer le rapport coûts-avantages réel. Les fiches ont été désignées comme suit :

- Fiche 1 : Besoins en eau et en énergie
- Fiche 2 : Coûts annuels de propriété, de réparation et d'entretien
- Fiche 3 : Coûts annuels de fonctionnement
- Fiche 4 : Résumé des coûts et des avantages
- Fiche 5 : Calcul du seuil de rentabilité

ANALYSE COÛTS-AVANTAGES

FICHE 1 : BESOINS EN EAU ET EN ÉNERGIE

Cette fiche descriptive générale sert à compiler et à déterminer les données nécessaires aux fiches suivantes. Elle permet de calculer la quantité totale d'eau requise durant une saison, quantité qui servira ensuite à calculer le nombre d'heures d'utilisation du système d'irrigation durant l'année. Dans le cas des systèmes entraînés par un moteur à combustion interne ou un tracteur, la quantité totale de carburant requise durant la saison est déterminée à partir de la consommation horaire estimative de la source d'énergie, multipliée par le nombre total d'heures d'utilisation du réseau d'irrigation.

Le taux de pompage désigne le nombre de gallons américains d'eau par heure, pouvant être fourni par le système évalué. Le taux calculé peut différer du taux de pompage spécifié, en raison par exemple de la profondeur de l'eau et de la distance jusqu'au champ.

1) Acres à irriguer _____

2) Nombre moyen de pouces d'eau bruts appliqués annuellement par acre ... _____

3) Nombre total d'acre-pouces d'eau appliqués annuellement _____ × _____ = _____
 (ligne 1) (ligne 2)

4) Taux de pompage (gal U.S./h) _____

5) Heures de fonctionnement par année $\frac{27\ 154^1 \times \text{(ligne 3)}}{\text{(ligne 4)}} \dots\dots\dots =$ _____

6) Besoins énergétiques

a) Pompe fixe ou tracteur _____ × _____ = _____
 (ligne 5) litres de carburant par heure d'utilisation

b) Moteur électrique _____ × _____ = _____
 (ligne 5) kWh

¹ Il faut 27 154 gallons U.S. (22 610 gal imp.) pour appliquer un pouce brut d'eau sur un acre de terre.

ANALYSE COÛTS-AVANTAGES

FICHE 2 : COÛTS ANNUELS DE PROPRIÉTÉ, DE RÉPARATION ET D'ENTRETIEN

La fiche 2 sert à calculer le coût annuel moyen lié à l'achat, à la possession et à l'entretien du réseau d'irrigation.

On peut obtenir le prix d'achat de nombreux éléments du système auprès du fournisseur ou les estimer, s'il s'agit de matériel d'occasion. La période d'utilisation prévue fait référence au nombre d'années pendant lesquelles on prévoit utiliser le matériel. Si un élément sera gardé pendant toute sa durée de vie utile, on peut alors prendre les données sur la durée de vie utile indiquées à la page 116. Si par contre on a l'intention de le revendre ou de l'échanger, la période d'utilisation prévue correspond alors au nombre d'années pendant lesquelles la pièce en question sera utilisée. La valeur de récupération est une estimation de la valeur qu'aura l'article à la fin de sa période d'utilisation prévue.

Un montant annuel a été inclus pour refléter les coûts d'intérêt liés à la possession du réseau d'irrigation. Ce montant est basé sur la valeur moyenne de l'investissement, durant la période d'utilisation prévue. Le taux d'intérêt choisi devrait correspondre à l'intérêt offert sur l'épargne, aux frais d'emprunt ou à une combinaison des deux.

Les coûts annuels de réparation et d'entretien peuvent être estimés et notés dans la dernière colonne. Ces coûts correspondent à un pourcentage du prix d'achat (voir la page 116).

Si un tracteur est la seule source d'alimentation énergétique, le pourcentage du prix d'achat du tracteur doit être indiqué sur la fiche 2. Par exemple, si le tracteur sera utilisé au total pendant 1 000 heures durant l'année, dont 400 heures pour l'irrigation, il faudrait alors inscrire 40 % du prix d'achat du tracteur sur la fiche 2.

Pour bon nombre de systèmes d'irrigation, notamment les systèmes goutte-à-goutte, il existe des frais d'installation uniques. Ces frais peuvent inclure le branchement au réseau électrique, l'enfouissement des conduites, l'installation des tuyaux goutteurs dans les vergers, etc. Ces montants doivent être inclus sur la ligne « Installation » de la fiche 2 et la dépense est ventilée sur toute la période d'utilisation prévue.

Dans la ligne « Autre: », deux lignes ont été ajoutées pour toute autre composante et tout autre coût qui seraient nécessaires mais qui ne figurent pas sur la fiche.

ANALYSE COÛTS-AVANTAGES

FICHE 2 : COÛTS ANNUELS DE PROPRIÉTÉ, DE RÉPARATION ET D'ENTRETIEN

Composante	Prix d'achat (\$)	Période d'utilisation prévue (années)	Valeur de récupération (\$)	Amortissement annuel ¹ (\$)	Intérêt annuel ² (\$)	Réparation et entretien ³ (% du prix d'achat)	Coûts annuels ⁴ R et E (\$)
Source d'eau							
Prise d'eau							
Pompe							
Conduites et raccords							
Source d'énergie (moteur électrique, moteur fixe, tracteur)							
Asperseur							
Remorque							
Système de filtration							
Installation							
Autre : Nom _____ Nom _____							
TOTAL							

¹ $\frac{(\text{Prix d'achat} - \text{Valeur de récupération})}{\text{Période d'utilisation prévue (années)}}$

² $\frac{(\text{Prix d'achat} + \text{Valeur de récupération})}{2} \times \text{Taux d'intérêt}$

³ Voir le tableau de la page 116.

⁴ $\text{Prix d'achat} \times \text{Réparation et entretien (\% du prix d'achat)}$

ANALYSE COÛTS-AVANTAGES

FICHE 3 : COÛTS ANNUELS DE FONCTIONNEMENT

Inclure dans cette fiche tous les coûts qui ne figurent pas sur la fiche 2.

Pour remplir cette fiche, il faut déterminer les besoins horaires en main-d'œuvre pour faire fonctionner le système. On calcule ensuite le coût total de la main-d'œuvre en multipliant le nombre d'employés requis par heure par le nombre total d'heures d'utilisation. Par exemple, si l'on estime qu'il faut 1,2 employé pour faire fonctionner le système et que le personnel sera utilisé pendant 400 heures durant la saison, le besoin total en main-d'œuvre sera de 480 heures. Si une personne est embauchée à plein temps pour faire fonctionner le système, un nombre de 400 heures sera calculé pour cet employé. Si l'exploitant agricole se charge du cinquième d'heures (0,2) qu'il reste, 80 heures seront attribuées à l'exploitant. Des frais additionnels de main-d'œuvre doivent également être inclus pour tenir compte du temps que l'exploitant doit consacrer à la gestion du réseau d'irrigation.

Les coûts de récolte et de commercialisation ne s'appliquent qu'aux coûts additionnels associés à la hausse de rendement résultant de l'irrigation. Les coûts de commercialisation incluent par exemple le carburant, les contenants, la main-d'œuvre pour la livraison des quantités supplémentaires, etc. Si plus d'une culture doit être irriguée, il peut être nécessaire de faire ces calculs séparément pour chaque culture.

Par ailleurs, chaque printemps et chaque automne, il peut s'ajouter des frais pour l'installation ou le démontage du réseau. Une estimation de ces frais (incluant la main-d'œuvre) doit être indiquée à la ligne « Installation (démontage) » de la fiche 3.

La catégorie « Divers » inclut toutes les autres dépenses qui ne sont pas directement attribuées au système d'irrigation. Il s'agit, par exemple, du coût du carburant consommé par le camion et le tracteur durant l'utilisation du réseau d'irrigation, des coûts d'entreposage, des hausses de primes d'assurances, etc. Enfin, on peut également y inclure le coût des engrais supplémentaires, si le réseau sert également à la fertirrigation de la culture.

ANALYSE COÛTS-AVANTAGES

FICHE 3 : COÛTS ANNUELS DE FONCTIONNEMENT

CARBURANT (tracteur ou moteur fixe)

$$\frac{\text{heures de fonctionnement par année}}{\text{heures de fonctionnement par année}} \times \frac{\text{litres de carburant par heure}}{\text{litres de carburant par heure}} \times \frac{\text{\$ par litre}}{\text{\$ par litre}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

HYDRO (pompe électrique)

$$\frac{\text{heures de fonctionnement par année}}{\text{heures de fonctionnement par année}} \times \frac{\text{kW par heure}}{\text{kW par heure}} \times \frac{\text{\$ par kW}}{\text{\$ par kW}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

MAIN-D'ŒUVRE

a) engagée

$$\frac{\text{main-d'œuvre requise par heure de fonctionnement}}{\text{main-d'œuvre requise par heure de fonctionnement}} \times \frac{\text{heures de fonctionnement par année}}{\text{heures de fonctionnement par année}} \times \frac{\text{salaire horaire}}{\text{salaire horaire}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

b) propriétaire

$$\frac{\text{main-d'œuvre requise par heure de fonctionnement}}{\text{main-d'œuvre requise par heure de fonctionnement}} \times \frac{\text{heures de fonctionnement par année}}{\text{heures de fonctionnement par année}} \times \frac{\text{taux horaire}}{\text{taux horaire}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

c) gestion

$$\frac{\text{heures de gestion par année}}{\text{heures de gestion par année}} \times \frac{\text{taux horaire}}{\text{taux horaire}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

RÉCOLTE (hausse de rendement)

$$\frac{\text{hausse de rendement (unités/acre)}}{\text{hausse de rendement (unités/acre)}} \times \frac{\text{frais de récolte par unité}}{\text{frais de récolte par unité}} \times \frac{\text{acres}}{\text{acres}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

COMMERCIALISATION

$$\frac{\text{hausse de rendement (unités/acre)}}{\text{hausse de rendement (unités/acre)}} \times \frac{\text{frais de commercialisation par unité}}{\text{frais de commercialisation par unité}} \times \frac{\text{acres}}{\text{acres}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

COÛT ANNUEL D'INSTALLATION (DE DÉMONTAGE) = $\underline{\hspace{2cm}}$

DIVERS = $\underline{\hspace{2cm}}$

TOTAL DES COÛTS DE FONCTIONNEMENT = $\underline{\hspace{2cm}}$

ANALYSE COÛTS-AVANTAGES

FICHE 4 : RÉSUMÉ DES COÛTS ET DES AVANTAGES

La fiche sur les avantages permet d'estimer le bénéfice annuel supplémentaire ou les économies de coût qui résulteraient de l'irrigation. L'irrigation peut, par exemple, améliorer la qualité ou permettre une récolte plus hâtive. Si de tels résultats se traduisent par un prix plus élevé pour la récolte, il faut alors les inclure dans le calcul des avantages. Le calcul de la « Hausse des recettes » de la fiche de travail 4 est donc l'augmentation du prix de vente (le cas échéant) qu'on s'attendrait d'obtenir si la culture était irriguée. Les autres avantages comprennent toute autre économie annuelle et/ou hausse du bénéfice annuel auxquelles le producteur peut s'attendre en irriguant.

Les coûts annuels calculés sur les autres fiches sont résumés sous la ligne du total des avantages.

On détermine la hausse ou la baisse du bénéfice net annuel de l'exploitation agricole en soustrayant le total des coûts du total des avantages.

Un résultat positif signifie que, selon les calculs, l'installation et l'utilisation d'un réseau d'irrigation devraient accroître le bénéfice annuel de l'exploitation agricole.

Avantages

Hausse de rendement $\frac{\text{rendement supplémentaire (unités/acre)}}{\text{rendement supplémentaire (unités/acre)}} \times \frac{\text{prix (\$ par unité)}}{\text{prix (\$ par unité)}} \times \frac{\text{acres}}{\text{acres}} =$ _____

Hausse des recettes $\frac{\text{rendement total (unités/acre)}}{\text{rendement total (unités/acre)}} \times \frac{\text{hausse de prix (\$ par unité)}}{\text{hausse de prix (\$ par unité)}} \times \frac{\text{acres}}{\text{acres}} =$ _____

Autres avantages= _____

TOTAL DES AVANTAGES (a)= _____

Coûts

Amortissement (selon la fiche 2) _____

Intérêts (selon la fiche 2) _____

Réparations et entretien (selon la fiche 2) _____

Fonctionnement (selon la fiche 3) _____

TOTAL DES COÛTS (b)= _____

HAUSSE (BAISSE) du bénéfice net de l'exploitation agricole (a – b)= _____

ANALYSE COÛTS-AVANTAGES

FICHE 5 : CALCUL DU SEUIL DE RENTABILITÉ

Après avoir calculé la hausse (ou la baisse) du bénéfice net, on peut faire d'autres calculs pour déterminer la hausse de rendement requise pour atteindre le seuil de rentabilité. Prenons l'exemple d'un pomiculteur. Il calcule que l'irrigation lui coûterait 375 \$ par acre, par année. Il s'attend à faire en moyenne 125 \$ par cellule de stockage, après déduction des coûts de récolte et de commercialisation. Dans ce cas, la hausse de rendement que le producteur doit obtenir pour atteindre le seuil de rentabilité est donc de trois cellules de pommes par acre ($375 \$ \div 125 \$$).

Calcul du seuil de rentabilité

a) Coût total d'irrigation (selon la fiche 4)	=	_____
b) Nombre total d'acres irrigués	=	_____
c) Coût de l'irrigation par acre ($a \div b$) =	=	_____
d) Prix par unité de produit	=	_____
e) Seuil de rentabilité : hausse de rendement ($c \div d$)	=	_____

RÉPARATIONS, ENTRETIEN ET DURÉE DE VIE UTILE

	Réparations et entretien (% du prix d'achat)	Durée moyenne de vie utile (années)
Sources d'alimentation en eau		
Puits	0,5	25
Réservoir	0,5	15
Prises d'eau		
Structure de béton	0,5	20
Tamis pour conduite d'aspiration	10,0	5
Pompe		
À turbine – cuve	6,0	7
– colonne	4,0	20
Centrifuge	4,0	15
Submersible	4,0	15
Source d'énergie		
Diesel	5,0	15
Essence	5,0	9
Propane	5,0	14
Installation de câblage électrique	1,0	25
Canalisations et tuyaux		
Acier : avec revêt. int. et ext., enterrées	0,5	40
revêtues et enterrées	0,8	20
revêtues et en surface	1,5	12
Aluminium : en surface	2,0	15
PVC : enterrées	0,5	40
Asperseurs	5,0	8
Tracteurs	7,5	15
Remorque	2,0	15

Les chiffres de ce tableau sont des moyennes et servent uniquement de guide pour estimer les réparations, l'entretien et la durée d'utilisation prévue.

Remerciements

Première édition, 1995

Le projet des Pratiques de gestion optimales a été, à l'origine, financé par Agriculture et Agroalimentaire Canada, par l'entremise du Plan vert, administré par la Fédération de l'agriculture de l'Ontario, et appuyé par le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario.

Comité directeur des PGO : Cecil Bradley, Fédération de l'agriculture de l'Ontario; Mike Hicknell, Agriculture et Agroalimentaire Canada; Len Senyshyn, ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario.

Équipe de travail : ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario – John Gardner (président), Leslie Huffman, Jim Myslik, Chris Kessel, Peter Mantel, Bill Ingratta, Ted Taylor; Agriculture et Agroalimentaire Canada – Richard Layne, Chin Tan, Ron Garton; ministère de l'Environnement de l'Ontario – Murray Blackie; Association des fruiticulteurs et des maraîchers de l'Ontario – John Jaques.

Coordonnateur technique : Ted Taylor, ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario.

Expert technique : J.P. Myslik, ing., ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario.

Deuxième édition, 2004

Directeur PGO : David Armitage, Fédération de l'agriculture de l'Ontario.

Remerciements : ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario – Christoph Kessel, Anne Verhallen, Pam Fisher, John Gardner, Janice LeBoeuf, Kristen Callow, Eugenia Banks, Elaine Roddy, Ken Slingerland, Jennifer Llewellyn, Sandra Jones, Leslie Huffman, Denise Beaton, Pam Charbonneau, Université de Guelph – John Cline; Vanden Bussche Irrigation.

Coordonnatrice technique : Elin Gwyn, ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario.

Experts techniques : J.P. Myslik, ing., Rebecca Shortt, ing., et Anne Verhallen, ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario.

Photographies : De nombreuses photographies ont été fournies par le personnel du MAAO et par Vanden Bussche Irrigation. Les autres sont une gracieuseté de collaborateurs et de collaboratrices de l'Ontario, du Québec, du Nouveau-Brunswick, de l'Île-du-Prince-Édouard, de la Nouvelle-Écosse et de Terre-Neuve.

Rédactrice en chef : Alison Lane.

Conception graphique : Neglia Design, Inc.

Illustrateur : David Rouleau, ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario.

Pour de plus amples renseignements

Imprimés

B. C. Trickle Irrigation Manual, Ted W. Van der Gulik. Ministère de l'Agriculture et de des Pêcheries de la Colombie-Britannique, et la Irrigation Industry Association, 1999.

B. C. Frost Protection Guide, Ted W. Van der Gulik et Rick J. Williams. Ministère de l'Agriculture et des Pêcheries de la Colombie-Britannique et la Irrigation Industry Association, 1988.

Calendrier d'irrigation des cultures fruitières, C. S. Tan et R. E. C. Layne. Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario, fiche technique n° 90-224, 1990.

Comment assurer l'irrigation en cas de pénurie d'eau, J. P. Myslik. Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario, fiche technique n° 99-024, 1999.

Fertigation, C. Burt, K. O'Connor et T. Ruehr. Training and Research Center, California Polytechnic State University, 1998.

Irrigation des cultures légumières, A. Verhallen et E. Roddy. Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario, fiche technique n° 96-092, 1996.

Irrigation Insights from the National Program for Irrigation Research and Development, Land and Water Australia, ISBN 0 642 760551.

Knotts Handbook for Vegetable Growers (4^e éd.), Oscar A. Lorenz. Wiley-Interscience, 1996.

Modern Fruit Science, Norman F. Childers. Horticultural Publications, 1996.

Pratiques de gestion optimales : Gestion de l'eau. Agriculture et Agroalimentaire Canada, 1994.

Pratiques de gestion optimales : Les puits (éd. rév.). Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2003.

Programme d'irrigation des tomates — Méthode du bilan hydrique, C.S. Tan. Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario, fiche technique n° 90-113.

Strawberry Production Guide, Northeast Regional Engineering Service. Cooperative Extension, Ithaca, NRAES-88.

Sur le Web

Site Web du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario – www.omaf.gov.on.ca

Site Web du ministère de l'Environnement de l'Ontario concernant les permis de captage d'eau : www.ene.gov.on.ca/envision/gp/3151f.pdf

Site Web du ministère des Richesses naturelles de l'Ontario concernant les avenues possibles en cas de bas niveau d'eau : www.mnr.gov.on.ca/mnr/eaux/p1389.html

STIPULATION D'EXONÉRATION :

Le présent fascicule reflète l'opinion des auteurs et rédacteurs participants, et son contenu se fonde sur l'information disponible à la date de publication. Il se peut qu'il ne coïncide pas avec les programmes et politiques des organismes mentionnés. Aucun jugement de valeur n'est posé sur les produits mentionnés dans ces pages.

Première édition, 1995; édition révisée, 2004

ISBN 0-7778-4498-2