

## PRINCIPAUX CRITÈRES POUR ÉVALUER LA QUALITÉ DE L'EAU EN MICRO-IRRIGATION

### IL Y A TROIS GRANDES CATÉGORIES DE SOURCE D'EAU :

- 1- Les réseaux d'aqueducs municipaux
- 2- Les eaux de surface
- 3- Les eaux souterraines

#### Les eaux de surface :

- Citernes de récupération
- Étangs de ferme
- Lacs
- Ruisseaux et petites rivières

#### Les eaux souterraines :

- Puits artésiens
- Puits peu profonds

On doit connaître les caractéristiques physiques, chimiques et biologique de l'eau utilisée en micro-irrigation afin d'éviter des effets négatifs sur les plantes et le colmatage des émetteurs goutte-à-goutte.

### CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES

Il s'agit des particules de sol en suspension dans l'eau. Si aucune précaution n'est prise, ces matières peuvent obstruer progressivement les émetteurs des tuyaux goutte-à-goutte qui ont de très petits orifices. Ce problème se présente le plus souvent lorsqu'on s'approvisionne avec une eau de surface. Les sédiments sont aspirés par la pompe ou entrent en suspension à la suite de l'agitation de l'eau. Un bon système de filtration peut empêcher ces particules d'entrer massivement dans le réseau d'irrigation. À cet égard, les fournisseurs d'équipement de filtration sont en mesure de bien vous conseiller. La règle du pouce indique que les filtres doivent retenir des particules qui sont jusqu'à 10 fois plus petites que le plus petit orifice d'un goutteur, qui a environ 1 mm de diamètre. Les particules qui ne sont pas retenues par les filtres sont alors le plus souvent éjectées par les goutteurs à écoulement turbulent généralement utilisés.

Pour répondre aux besoins de chaque situation, différents types de filtres existent : filtres à sable, filtres à tamis, filtres à disques.

Si on puise l'eau d'irrigation d'un étang ou d'un cours d'eau, une crépine est indispensable en tête de la prise d'eau. La crépine joue le rôle d'une pré-filtration. Elle empêche la pénétration de corps étrangers qui peuvent obstruer les canalisations et faire des dégâts dans la pompe. La taille de la maille est d'environ 5 mm.

Selon d'où vient notre eau d'irrigation, on aura toujours au moins un filtre à disque ou un filtre à tamis. Le filtre à tamis est utilisé en présence d'eaux de bonne qualité, peu chargées en sédiments, alors que le filtre à disques, généralement plus coûteux, est davantage utilisé en présence d'eaux de moindre qualité, chargée en sédiments. Si on s'alimente d'un étang ou d'un cours d'eau, où l'eau, en plus des sédiments, a de la matière organique en suspension, un fort développement biologique et la présence d'algues, on installera aussi un filtre à sable, placé en amont du filtre à tamis ou du filtre à disques pour compléter la filtration.

---

Les filtres, même automatiques, nécessitent de l'entretien. Il faut les contre-laver ou les nettoyer régulièrement et remplacer périodiquement leurs éléments filtrants.

Les particules fines admises dans le réseau doivent être délogées en débloquent les lignes et en les laissant couler librement vers l'extérieur. Le nettoyage se fait en plusieurs étapes en ouvrant chacune des lignes individuellement et non pas toutes ensemble.

**Tableau 1 : Programme de nettoyage des conduites**

Durée du nettoyage (minutes par zone d'arrosage)	Fréquence du nettoyage
20 minutes	Printemps (démarrage initial)
20 minutes	Automne (vidange)
10 minutes	Toutes les 50 heures
Selon le réseau	Après la fertigation

Source : Bulletin Technique 18. Le colmatage des systèmes d'irrigation goutte-à-goutte, CPVQ

En plus des caractéristiques physiques, il faut connaître les caractéristiques minérales ou chimiques de l'eau d'irrigation. Elles influencent en effet le risque de colmatage, l'efficacité de la fertigation et la croissance des plantes.

En général, les risques de colmatage chimique sont davantage élevés avec les eaux souterraines à cause de leur teneur élevée en minéraux.

## CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DÉTERMINANT LA QUALITÉ DE L'EAU D'IRRIGATION

- 1- SALINITÉ : contenu total en sels solubles.
- 2- SODIUM : proportion relative des cations sodium ( $\text{Na}^+$ ) par rapport aux autres.
- 3- ALCALINITÉ : concentration d'anions carbonate ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) et bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ ).
- 4- DURETÉ : concentration en calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) et en magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ).
- 5- pH DE L'EAU.
- 6- AUTRES ÉLÉMENTS.

Les deux premiers critères sont d'importance majeure, car un excès de sels augmente la pression osmotique de la solution du sol et provoque des conditions qui empêchent les racines d'absorber l'eau. Ces conditions provoquent une sécheresse physiologique au niveau de la plante. Même si le sol semble avoir beaucoup d'humidité, les plants flétrissent parce que les racines n'absorbent pas suffisamment d'eau pour remplacer celle perdue par évapotranspiration.

### Salinité

Les principaux sels responsables de la salinité de l'eau sont les sels de calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), de magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ), de sodium ( $\text{Na}^+$ ), de potassium ( $\text{K}^+$ ), les chlorures ( $\text{Cl}^-$ ), les sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) et les bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ). Une valeur élevée de la salinité indique la présence d'une grande quantité d'ions en solution dans l'eau du sol, ce qui rend plus difficile l'absorption de l'eau et des éléments minéraux par la plante. Une salinité trop élevée peut causer des brûlures racinaires.

La SALINITÉ peut se mesurer de deux façons, soit par les matières dissoutes totales (MDT) exprimé en mg/L (ppm) ou, plus couramment, par la conductivité électrique (CÉ). La conductivité électrique peut être exprimée en déciSiemens/mètre (dS/m) ou en microSiemens/centimètre ( $\mu\text{S/cm}$ ). Un déciSiemens par mètre (dS/m) est l'équivalent de 1000 microSiemens par centimètre, c.-à-d.  $1 \text{ dS/m} = 1000 \mu\text{S/cm}$ . **Un déciSiemens par mètre (dS/m) est l'équivalent d'un milliSiemens par centimètre, c.-à-d.  $1 \text{ dS/m} = 1 \text{ mS/cm}$ .**

Il est possible de convertir la valeur de la conductivité électrique pour celle des matières dissoutes totales, mais la vigilance s'impose, car les facteurs de conversion varient selon la conductivité électrique.

$\text{MTD (mg/L)} = 640 * \text{CÉ (dS/m)} \text{ si la CÉ} < 5 \text{ dS/m}$ $\text{MTD (mg/L)} = 800 * \text{CÉ (dS/m)} \text{ si la CÉ} > 5 \text{ dS/m}$
---

### Sodium : proportion relative des cations sodium (Na+) par rapport aux autres

Le sodium est l'un des éléments les plus indésirables dans l'eau d'irrigation. Cet élément origine de l'altération de la roche et du sol, des intrusions d'eau de mer, des eaux traitées et des systèmes d'irrigation.

Une grande quantité de sodium dans l'eau d'irrigation peut avoir, à long terme, un effet négatif sur la structure et la perméabilité du sol. Le sodium remplace le calcium et le magnésium adsorbés sur les particules d'argile et provoque leur dispersion. Il y a éclatement des agrégats, provoquant un sol dur et compact, imperméable à l'eau.

Le sodium contribue aussi directement à la salinité totale de l'eau et peut être toxique pour des cultures sensibles comme les carottes, les haricots, les fraises, les framboises, les oignons, pour en nommer quelques-unes.

La concentration de sodium dans l'eau d'irrigation est estimée par le **rapport d'absorption du sodium (RAS)**. Le RAS décrit la quantité de sodium en excès par rapport aux cations calcium et magnésium, qui eux, peuvent être tolérés en relativement grande quantité dans l'eau d'irrigation.

Le RAS se calcule au moyen de la formule suivante en exprimant la concentration de chaque élément en milliéquivalents par litre (meq/L) :

$$\text{RAS} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})/2}}$$

La plupart du temps, les résultats de l'analyse de l'eau sont exprimés en parties par million (ppm), ou son équivalent, en mg/L. Il est possible de faire la conversion des ppm en meq/L en utilisant les formules suivantes :

$\text{meq/L} = \text{ppm} / \text{poids de 1 meq de l'élément}$ <p style="text-align: center;"><b>où</b></p> $1 \text{ meq} = \text{masse atomique de l'ion (ou groupe d'ions)} / \text{valence (nombre de charges + ou -)}$
---

Ainsi, pour calculer le RAS, les valeurs suivantes doivent être utilisées pour convertir les teneurs exprimées en partie par million de chaque élément en milliéquivalents par litre (meq/L) :

$$\text{ppm de Ca}^{2+} \div 20; \text{ ppm de Na}^+ \div 23; \text{ ppm de Mg}^{2+} \div 12,15$$

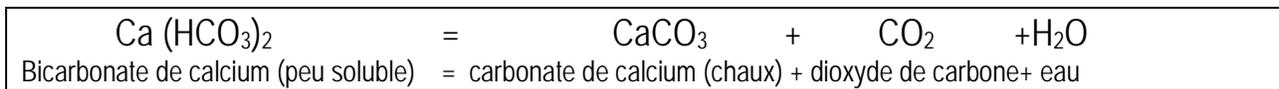
De l'eau avec un RAS de plus de 9, ne devrait pas être utilisée même si le contenu total en sel est relativement bas. Un usage continu d'eau avec un RAS élevé provoque une déstructuration du sol.

L'eau avec un RAS se situant entre 0 et 6 peut généralement être utilisée sur tous types de sols, et ce, sans risque d'accumulation de sodium. Si le RAS se situe entre 6 et 9, les risques de problème relié à la perméabilité du sol augmentent. Dans ce cas, le sol devrait être échantillonné aux 2 ans afin de déterminer si l'eau d'irrigation augmente la teneur en sodium du sol.

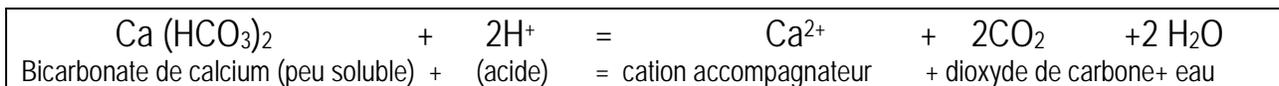
Lorsque la conductivité électrique de l'eau d'irrigation est élevée, une faible valeur de RAS est préférable. En effet, une eau avec une CÉ élevée contient davantage de sodium pour un même RAS qu'une eau dont la CÉ est faible. Par conséquent, une eau d'irrigation dont la conductivité électrique se situerait entre 1,5 et 3,00 dS/m et dont le RAS serait supérieur à 4, devrait être utilisée avec prudence. Des échantillons de sols doivent être prélevés annuellement afin d'éviter d'éventuels problèmes de salinité du sol.

### Alcalinité et dureté

**L'alcalinité et la dureté sont deux notions intimement liées au risque de colmatage du système goutte-à-goutte.** La dureté fait référence à la quantité de calcium et de magnésium contenue dans l'eau. Ces deux éléments proviennent de l'altération de la roche-mère. L'alcalinité, quant à elle, est une mesure du pouvoir de l'eau à neutraliser les acides, c'est un peu comme le «pouvoir tampon de l'eau». Au Québec, une eau riche en calcium et en magnésium possède généralement des quantités équivalentes de bicarbonates ou de carbonates, lesquelles lui confèrent une alcalinité élevée. Et c'est là où le bât blesse... **Les bicarbonates de calcium et de magnésium sont relativement peu solubles dans l'eau.**



Lorsque l'eau des goutteurs s'évapore, ou encore lorsque le pH ou la température de l'eau d'irrigation change un peu, les bicarbonates de calcium et de magnésium précipitent sous forme de paillettes. Celles-ci migrent à travers le réseau et se déposent à l'intérieur des goutteurs, provoquant peu à peu leur colmatage. Pour contrer ce risque, on doit descendre le pH de l'eau sous le pH 7. Des traitements périodiques à l'acide nitrique ou sulfurique vont éliminer ces dépôts. Une fois le processus d'acidification enclenché, la réaction produit alors de l'eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ), du dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) qui est libéré dans l'air ainsi que le cation accompagnateur (soit le calcium ou le magnésium).



Quand vous ajoutez de l'acide pour neutraliser l'alcalinité, vous libérez du fait même le calcium et le magnésium qui, sinon, restent emprisonnés par le carbonate. Vous comprendrez alors qu'il est très important de «casser» cette alcalinité qui empêche le calcium et le magnésium d'être disponibles à la plante.

L'alcalinité, tout comme la dureté de l'eau, est généralement exprimé en ppm (mg/L) de carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ). Il arrive toutefois que la dureté de l'eau soit élevée sans pour autant que son alcalinité le soit. C'est le cas lorsque le calcium et le magnésium de l'eau sont sous forme de sulfates et de chlorures.

Tableau 2 : Degré relatif de dureté de l'eau selon la quantité de carbonate de calcium

Dureté (ppm CaCO <sub>3</sub> )	Degré relatif de dureté
0-50	Très douce
50-100	douce
100-200	Modérément douce
200-300	dure
300 et plus	Très dure

Source : CRAAQ, 2003. Guide de production des annuelles en caissettes 313p.

### pH de l'eau d'irrigation

Le pH est la mesure de la concentration en ions hydrogène de la solution (H<sup>+</sup>). Il est représenté par une expression logarithmique, c'est donc dire que la concentration en H<sup>+</sup>, à pH 6,0 est 10 fois plus grande que celle à pH 7,0 et 100 fois plus grande que celle à pH 8,0. Plus la concentration en ions hydrogènes est élevée, plus le pH est bas et plus c'est acide.

Le pH influence la forme et la disponibilité des éléments nutritifs dans l'eau d'irrigation. Le pH de l'eau d'irrigation devrait se situer entre 5,5 et 6,5. À ces valeurs, la solubilité de la plupart des micro-éléments est optimale.

### Autres éléments

Certains éléments de l'eau d'irrigation peuvent être directement toxiques à la culture. Établir des limites de toxicité pour l'eau d'irrigation est compliqué de par les réactions qui peuvent se passer quand l'eau atteint le sol. Les éléments potentiellement dangereux de l'eau peuvent être inactivés par des réactions chimiques ou bien s'accumuler dans le sol jusqu'à atteindre des niveaux de toxicité pour les plantes.

*Le bore et le chlore sont à surveiller*

Des excès en bore sont presque tout le temps associés à des puits très profonds qui ont également une forte salinité. Une eau d'irrigation contenant plus de 1 ppm de bore (B) peut causer une accumulation toxique pour les cultures sensibles, tel l'ail, l'oignon, les haricots et les fraises.

Les chlorures peuvent causer des dommages lorsqu'ils sont en trop grande quantité dans l'eau d'irrigation, à plus forte raison lorsque c'est par aspersion.

*Sulfate : le soufre est rarement toxique pour les plantes*

Les plantes sont très tolérantes aux sulfates. Leur concentration est généralement mesurée afin d'en prévenir les carences plutôt que d'en vérifier les excès potentiels. Des carences en soufre peuvent être appréhendées si l'eau d'irrigation contient moins de 48 ppm de sulfates.

Le soufre peut parfois occasionner le colmatage. Certaines eaux, facilement identifiables à leur odeur d'œuf pourri, contiennent du sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S) qui précipite par simple aération. Afin d'éviter tout risque de colmatage, le sulfure d'hydrogène devrait se situer en deçà de 0,2 ppm.

*Fer : bon pour les plantes mais peut, dans certaines conditions, colmater les émetteurs*

Des niveaux de fer se situant entre 1 et 2 mg/L sont considérés optimaux pour la nutrition de la plante alors qu'à l'opposé, des niveaux supérieurs à 0,1 mg/L de fer ferreux ( $\text{Fe}^{2+}$ ) peuvent causer l'obstruction des émetteurs. En effet, si une oxydation se produit, le fer dissous précipite sous forme d'hydroxyde de fer insoluble ( $\text{Fe}^{3+}$ ). L'oxydation peut se faire soit par agitation de la masse d'eau, par incorporation d'oxygène ou par l'action de bactéries ferrugineuses. Contrairement aux carbonates de calcium ou de magnésium, l'action de l'acide ne modifie pas le pourcentage de fer qui précipite.

Lorsque le colmatage est d'origine minérale, deux solutions de traitement sont possibles. La première solution consiste à pomper l'eau souterraine dans un réservoir avant de l'envoyer dans le système d'irrigation en s'assurant qu'il y a une bonne aération dans le réservoir. L'aération permet la transformation de  $\text{Fe}^{2+}$  soluble en  $\text{Fe}^{3+}$  insoluble qui se dépose au fond du réservoir. L'autre alternative consiste à injecter du chlore, un agent oxydant puissant, sous forme d'hypochlorite de sodium (eau de Javel), pour que le fer précipite et qu'il soit intercepté par le filtre.

### **Pesticides**

Parce que les eaux de surfaces comme les eaux souterraines peuvent avoir une charge non négligeable en pesticides ou en produits de dégradation de pesticides, l'eau d'irrigation peut aussi contenir ces substances chimiques indésirables. En circulation dans le système d'irrigation, bien qu'en faibles concentrations, les pesticides détectés, qui sont le plus souvent des herbicides, peuvent nuire à la croissance des jeunes plantes et des plantes sensibles.

À titre d'exemples, entre 2012 et 2014, un suivi mis en place par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) a permis de documenter la présence des pesticides dans des puits près de secteurs maraîchers, vergers, vignes et petits fruits. Parmi les 103 puits échantillonnés, 42 ont montré la présence de pesticides. Les étangs d'irrigation peuvent aussi contenir des pesticides. En effet, en 2007, une étude menée par TechnoRem Inc. sur la qualité de l'eau des étangs de fermes et des cours d'eau utilisée aux fins d'irrigation dans la zone de production maraîchère des MRC *les Maskoutains*, *Rouville* et *Brome-Missisquoi* nous informait que des pesticides ont été détectés dans 16 des 17 étangs échantillonnés.

Provenant de la référence *Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection des utilisations à des fins agricoles*, du Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME), il existe des valeurs maximales recommandées en ce qui concerne la qualité de l'eau de surface pour l'irrigation des cultures. Ces recommandations ont été préparées dans le but de fournir des renseignements scientifiques de base sur les effets de la qualité de l'eau d'irrigation en regard de certains paramètres. Le protocole d'élaboration des recommandations pour la qualité des eaux visant la protection de l'eau d'irrigation est conçue pour assurer la protection des cultures sensibles susceptibles d'être exposées aux substances toxiques contenues dans l'eau d'irrigation. Les recommandations du CCME n'ont pas force de loi.

La liste qui suit présente les pesticides qui font l'objet de recommandation pour la qualité de l'eau à des fins d'irrigation par le CCME :

Herbicides : Atrazine, Bromacil, Bromoxynil, Cyanazine, Dicamba, Diclofop-méthyl, Dinosèbe, Linuron, MCPA, Métolachlore, Métribuzine, Simazine, Tébuthiuron,

Insecticides : Aldicarbe,

Fongicide : Chlorothalonil

---

## CARACTÉRISTIQUES BIOLOGIQUES

Il s'agit essentiellement des bactéries et des algues présentes dans l'eau d'irrigation. L'eau pompée directement de puits artésiens pose rarement problème à cet égard. Il peut en être autrement de l'eau de bassin ou de rivières lorsque le nombre de bactéries de tous types dépasse les 10 000/ml d'eau.

Des bactéries individuelles ou des cellules d'algues et leurs résidus organiques peuvent être suffisamment petits pour pouvoir passer au travers des filtres du système d'irrigation et obstruer progressivement les sorties d'eau. En présence de très faibles quantités d'oxygène et de particules organiques en suspension, les bactéries se multiplient et forment des colonies qui prennent l'apparence de traînées gélatineuses, qui peuvent en elles-mêmes colmater les émetteurs. De plus, ce type de bactéries oxyde certains minéraux comme le fer, le manganèse ou le soufre en composés insolubles, qui viennent aussi colmater les goutteurs.

Les algues sont rarement un problème, car la filtration les élimine presque complètement ....mais pas totalement. En guise de précaution, le système doit être composé de matériaux opaques car la lumière facilite beaucoup la croissance des bactéries et celles des algues en suspension.

Il existe un traitement contre le colmatage biologique et c'est l'injection de chlore dans le système d'irrigation goutte-à-goutte. Pour que ce traitement soit efficace, le pH de l'eau doit être en bas de 6,5. Le chlore sous forme d'eau de Javel (hypochlorite de sodium) est un bon bactéricide, facilement disponible et peu dispendieux. Il peut être injecté de façon continue à raison de 0,5 mg/L de NaOCL, ou à haute concentration à intervalles réguliers. L'injection de chlore est une mesure préventive qui n'a que très peu d'effet sur un système déjà colmaté.

## EN CONCLUSION

Afin d'évaluer les propriétés physiques, chimiques et biologiques de votre eau d'irrigation, faites faire une analyse complète et demandez la teneur en chlorure et en bicarbonate, les particules en suspension (si possible) et un comptage microbiens.

Pour déterminer la qualité horticole d'une eau d'irrigation, un échantillon de 250 ml est suffisant. Les bouteilles de plastique (polyéthylène haute densité ou polypropylène) sont recommandées alors que celles en verre sont à éviter car elles peuvent se casser. De plus, certains types de verre, comme le pyrex, peuvent contaminer l'échantillon en bore. Plusieurs laboratoires répartis sur le territoire du Québec peuvent offrir la gamme complète d'analyses.

Pour ce qui est de la détection des pesticides dans l'eau d'irrigation, contactez le [Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec \(CEAEQ\)](#).

---

## BIBLIOGRAPHIE :

- Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2000. Irrigation and Salinity, 4 p.  
[http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/ba3468a2a8681f69872569d60073fde1/42131e74693dcd01872572df00629626/\\$FILE/irrsalin.pdf](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/ba3468a2a8681f69872569d60073fde1/42131e74693dcd01872572df00629626/$FILE/irrsalin.pdf)
- Benham, Brian et R. Blake. Filtration, Treatment, and Maintenance Considerations for Micro-Irrigation Systems. Virginia Cooperative Extension. 8 p. [https://pubs.ext.vt.edu/content/dam/pubs\\_ext\\_vt\\_edu/442/442-757/442-757\\_pdf.pdf](https://pubs.ext.vt.edu/content/dam/pubs_ext_vt_edu/442/442-757/442-757_pdf.pdf)
- Boyer, I., et coll., 2012. La filtration en irrigation localisée. Association régionale pour la maîtrise des irrigations (ARDEPI), 6p. [http://www.agriculture31.com/IMG/pdf/Irrig\\_Ardepi\\_Filtration.pdf](http://www.agriculture31.com/IMG/pdf/Irrig_Ardepi_Filtration.pdf)
- CCME, 2014. [Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection des utilisations de l'eau à des fins agricoles](#). Le Conseil canadien des ministres de l'environnement
- Couture, I., 2010. Suivi des pesticides dans cinq étangs d'irrigation dans la zone de production maraîchère des MRC les Maskoutains, Rouville et Brome-Missisquoi-Montérégie-Est. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. 48 p.  
<https://www.agrireseau.net/legumeschamp/documents/97025/suivi-des-pesticides-dans-cinq-etangs-d-irrigation-dans-la-zone-de-production-maraichere-des-mrc-les-maskoutains-rouville-et-brome-missisquoi-montereg>
- CRAAQ, 2003. Guide de production des annuelles en caissettes, 313 p.
- Denis, Richard, 1992. Bulletin Technique 18. Le colmatage des systèmes d'irrigation goutte-à-goutte. Conseil des productions végétales du Québec.
- Giroux, I., 2016. *Portrait de la présence de pesticides dans l'eau souterraine près de secteurs maraîchers, vergers, vignes et petits fruits - Échantillonnage 2012 à 2014*, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement, 25 p. + 5 ann.
- Grattan Stephen R. Irrigation water salinity and crop production. University of California, Agriculture and Natural Resources. 9 p. <http://anrcatalog.ucanr.edu/pdf/8066.pdf>
- Hoffman, Glenn J. 2010. Water Quality Criteria for Irrigation. University of Nebraska Lincoln. 7p.  
<http://extensionpublications.unl.edu/assets/pdf/ec782.pdf>
- Lambert, Liette, 2000. Acides, engrais et mystères...MAPAQ St-Rémi 17 p.  
<https://www.agrireseau.net/legumesdeserre/Documents/Acidengtab%202000%20FINAL29nov00.pdf>
- Maynard D. N. et G. J. Hochmuth, 1997. Knott's Handbook for Vegetable growers. 582p.
- Rogers H. Danny., Freddie R. Lamm., Alam Mahbub et G. Morgan Powell. Shock Chlorination Treatment for Irrigation Wells. Kansas State University. 4 p. <https://fyi.uwex.edu/cropirrigation/files/2015/12/Chlorination-of-wells-KS-MF2589.pdf>
- Rogers Danny H., Freddie R. Lamm et Mahbub Alaam. Irrigation Management Series, subsurface drip irrigation Systems (SDI) Water Quality Assessment Guidelines. Kansas State University, 8 p. <https://www.ksre.k-state.edu/sdi/reports/2003/mf2575.pdf>
-

TechnoRem Inc. 2008. Étude sur la qualité de l'eau des étangs de fermes et des cours d'eau utilisée pour fins d'irrigation dans la zone de production maraîchère des MRC Les Maskoutains, Rouville et Brome-Missisquoi\_Montérégie-Est 48 p.

Troien Todd P., Alam, Mahbub., Freddie R. Lamm. Filtration and Maintenance Considerations for Subsurface Drip Irrigation (SDI) Systems. Kansas State University. <https://www.ksre.k-state.edu/sdi/reports/1998/maintaining-the-sdi-system2.html>

Whipker, Brian. Irrigation water quality for container-grown plants. Iowa State University Horticulture, Guide, 4 p. <http://www.extension.iastate.edu/Publications/PM1699.pdf> 4p.

Yelle, Paul Émile, 2003. Propre, Propre et salée ; qualité de l'eau d'irrigation. Agri-vision 2003. MAPAQ, St-Rémi 10p. <https://www.agrireseau.net/legumeschamp/documents/propre%20sal%C3%A9e.PDF>

---

## ANNEXES

### NORMES D'INTERPRÉTATION D'UNE ANALYSE D'EAU

Le tableau ci-après résume les valeurs acceptables pour différents éléments trouvés dans l'eau d'irrigation. Ce sont des valeurs souhaitables lorsque l'eau est utilisée de façon continue. Les seuils pourraient être plus élevés lorsque l'eau d'irrigation est utilisée seulement en période de sécheresse. Par contre, des échantillonnages de sol devraient, dans ce cas, se faire plus fréquemment afin d'éviter l'accumulation d'éléments non désirables dans le sol.

#### Normes d'interprétation d'une analyse d'eau pour la production de plantes annuelles

Paramètres	Unités	Concentration acceptables
Alcalinité (CaCO <sub>3</sub> )	ppm ou mg/L	1 à 100 (pas supérieur à 200)
Aluminium (Al <sup>3+</sup> )		0 à 5
Bicarbonate (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )		30 à 50 (pas supérieur à 150)
Bore (B)		0,2 à 0,5 (pas supérieur à 0,8)
Calcium (Ca <sup>2+</sup> )		40 à 120
Chlore (Cl <sup>-</sup> )		0-100 (pas supérieur à 140)
Cuivre (Cu <sup>2+</sup> )		0,08 – 0,15 (pas supérieur à 0,2)
Fluor (F <sup>-</sup> )		0 (pas supérieur à 1)
Fer (Fe <sup>3+</sup> )		1 à 2 (pas supérieur à 5)
Magnésium (Mg <sup>2+</sup> )		6 à 25
Manganèse (Mn <sup>2+</sup> )		0,2 à 0,7 (pas supérieur à 2)
Molybdène (Mo)		0,02 à 0,05 (pas supérieur à 0,07)
pH		
Potassium (K <sup>+</sup> )	ppm ou mg/L	0,5 à 5
Ratio d'absorption du sodium (RAS)		Inférieure à 4, ne doit pas dépasser 9
Sodium (Na <sup>+</sup> )	ppm ou mg/L	0 à 30 (pas supérieur à 50)
Sulfate (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )		24 à 240
Matière dissoute totale		70 à 700 (pas supérieur à 875)
Zinc (Zn <sup>2+</sup> )		0,1 à 0,2 (pas supérieur à 2,0)
Salinité	dS/m	Inférieur à 1,0-1,5

H.G. Peterson 1999. Water quality and Micro-irrigation for horticulture. Agriculture et Agroalimentaire Canada.  
 CRAAQ, 2003. Guide de production des annuelles en caissettes 313p.

## BARÈME DE QUALITÉ POUR L'EAU D'IRRIGATION

Type de problèmes	Unité	Sévérité du problème		
		Aucune	Légère	Élevée
<b>Salinité</b>				
☐ Conductivité	dS/m	<0,75	0,75-3,0	>3
☐ Matières dissoutes totales	mg/L	<700	700-2000	>2000
<b>RAS (Rapport d'Absorption du Sodium)</b>		<3	3-9	>9
<b>Alcalinité ou dureté (équivalent en CaCO<sub>3</sub>)</b>	mg/L	80-120		>200
<b>pH (risque de colmatage)</b>		<7,0	7-8	>8,0
<b>Fe (risque de colmatage)</b>	mg/L	<0,2	0,2-1,5	>1,5
<b>Manganèse (risque de colmatage)</b>		<0,1	0,1-1,5	>1,5
<b>Sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S) (risque de colmatage)</b>		<0,2	0,2-2,0	>2,0
<b>Comptage bactérien (risque de colmatage)</b>	Nbre/ml	10000	10000-50000	>50000

Source :

Maynard D. N. et G. J. Hochmuth, 1997. Knott's Handbook for Vegetable growers. 582 p.

Peterson, H.G. Water quality Fact Sheet: Irrigation and Salinity, Agriculture et Agroalimentaire Canada, 4p.

Rogers Danny H., Freddie R. Lamm et Mahbub Alaam. Irrigation Management Series, subsurface drip irrigation Systems (SDI) Water Quality Assessment Guidelines. Kansas State University, 8 p.

LE CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DE L'ENVIRONNEMENT (CCME)

RECOMMANDATIONS CANADIENNES POUR LA QUALITÉ DES EAUX : PROTECTION DES UTILISATIONS À  
DES FINS AGRICOLES

Valeurs maximales recommandées en ce qui concerne la qualité de l'eau de surface pour l'irrigation des  
cultures en ce qui a trait aux pesticides

Nom chimique	Critères pour l'irrigation des cultures (µg/L)
<b>Herbicides</b>	
Atrazine	10
Bromacil	0,2
Bromoxynil	0,33
Cyanazine	0,5
Dicamba	0,006
Diclofop-méthyl	0,18
Dinosébe	16
Linuron	0,071
MCPA	0,025
Métolachlore	28
Métribuzine	0,5
Simazine	0,5
Tébutiuron,	0,27
<b>Insecticide</b>	
Aldicarbe	54,9
<b>Fongicide</b>	
Chlorothalonil	5,8

CCME <http://st-ts.ccme.ca/fr/index.html>

Isabelle Couture, agr.  
M.Sc.

Conseillère en horticulture  
maraîchère

Direction régionale de la Montérégie  
Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation  
1355, rue Johnson Ouest, bureau 3300  
Saint-Hyacinthe (Québec) J2S 8W7  
Téléphone : 450 778-6530, poste 6123  
[isabelle.couture@mapaq.gouv.qc.ca](mailto:isabelle.couture@mapaq.gouv.qc.ca)  
[www.mapaq.gouv.qc.ca/monteregie](http://www.mapaq.gouv.qc.ca/monteregie)