

La boîte à outils des serriculteurs

Système de recyclage des eaux de lessivage

Aspect : la désinfection des solutions nutritives par chloration

Modèle pour entreprises de production de légumes en serre

Introduction

La réutilisation des eaux de lessivage permet une réduction des besoins en eau et en fertilisants de l'ordre de 30 % et 50 % respectivement. Cependant, l'eau recirculée peut devenir rapidement un milieu propice à la multiplication et à la dissémination de plusieurs agents pathogènes. Par conséquent, un système de désinfection de l'eau recirculée est une composante essentielle lors du recyclage des eaux de lessivage si on veut minimiser le risque d'incidence de maladie.

Il existe aussi des risques de contamination d'agents pathogènes par l'eau de puits ou lors de la récupération des eaux de pluie par les gouttières. La désinfection des sources d'eau peut donc également s'avérer nécessaire dans certains cas.

L'objectif de cette fiche est de familiariser l'exploitant agricole à la désinfection des eaux de lessivage par la chloration à l'hypochlorite de sodium (eau de Javel).

Il existe plusieurs autres technologies pour réaliser la désinfection ou traiter des eaux de lessivage. Les principales technologies sont :

- la thermo-désinfection
- le traitement aux rayons Ultra-violet
- l'ozonation
- la filtration lente
- la filtration membranaire
- les techniques de filtration biologique

Avis

Les informations contenues dans ce document sont à titre indicatif seulement. Son utilisation exige une adaptation aux conditions particulières de chaque serre.

L'utilisation de l'hypochlorite de sodium (eau de Javel) est suggérée dans notre modèle de base comme produit désinfectant pour les eaux de lessivage. Au moment de la rédaction de la fiche, il n'y avait pas à notre connaissance de réglementation au Québec pour son utilisation dans un contexte de production de légumes en serre. Son utilisation demande un suivi rigoureux avec un professionnel qualifié et d'expérience pour éviter tous problèmes de phytotoxicité.

Le producteur devra en tout temps être conforme aux lois et règlements en vigueur pour la conception du système et son utilisation.

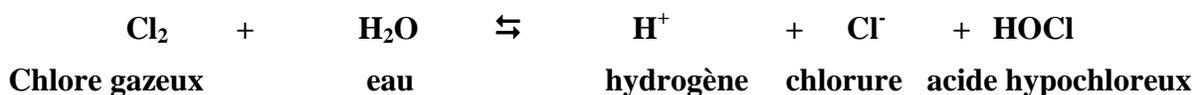


La chloration à l'eau de Javel constitue une des technologies les moins coûteuses et est relativement simple. La conception du système et l'utilisation de l'hypochlorite de sodium (eau de Javel) doivent tout de même se faire avec rigueur. Ses principaux avantages sont :

- efficace contre les agents pathogènes tels Pythium et Fusarium.
- risque réduit d'auto toxicité.
- facile d'exécution et de contrôle
- s'adapte bien à toutes les grandeurs d'entreprise.
- prévient le colmatage des goutteurs provenant des dépôts organiques ou de la multiplication bactérienne dans les lignes.

Chimie du chlore

Le chlore est présent dans l'air sous forme gazeuse et moléculaire de Cl_2 . Au contact de l'eau à pH entre 5 et 7, il réagit selon l'équation chimique suivante :



Entre pH 5 et 7, la forme prévalente du chlore est l'acide hypochloreux (HOCl) et constitue la forme la plus puissante pour la désinfection. À un pH inférieur à 5, c'est le chlore gazeux (Cl_2) qui domine et le chlore s'évapore en plus d'attaquer les joints en silicone alors qu'à pH supérieur à 7, la forme hypochlorite (OCl^-) domine. Plus le pH est élevé, plus la solution concentrée sera stable. Ces trois formes constituent ce qu'on appelle le **chlore libre**.

La réaction du chlore dans les solutions nutritives :

Lorsqu'on ajoute de l'eau de Javel dans la solution nutritive, une portion sera littéralement neutralisée par des ions ayant un potentiel d'oxydation élevé. Par la suite, le chlore va se lier aux différentes formes d'azote ammoniacal pour former des chloramines minérales (Chlore + NH_4^+) ou organiques (Chlore + protéines, amines, etc.). À la fin de cette étape, les chloramines présentes formeront ce qu'on appelle le **chlore combiné ou lié**. Les chloramines ont une valeur désinfectante 500 fois moins élevée que l'acide hypochloreux. Il faut donc une dose de chlore qui permet de neutraliser l'ensemble des ions oxydables et des chloramines avant d'avoir l'effet désinfectant désiré.

Le chlore nécessaire à l'atteinte de cet objectif détermine la **demande en chlore**. La teneur en matière organique de la solution de lessivage sera donc le facteur numéro 1 de la détermination de la demande en chlore. C'est pourquoi il faut filtrer l'eau avant la chloration afin de réduire la charge en matière organique (Voir fiche 5a). **L'évaluation de la demande en chlore par le producteur constitue donc l'un des éléments clés de la réussite de la désinfection à l'eau de Javel.** Finalement, le chlore en sus de la demande en chlore forme ce qu'on appelle le **chlore libre actif** et est composé de l'acide hypochloreux et du chlore gazeux dissous sous les conditions normales de pH. C'est ce chlore libre actif qui constitue l'agent de désinfection.

Également, une dose de 10 à 20 ppm de chlore augmente la conductivité électrique d'environ 0.1mS/cm et le pH d'environ 0.6 unité. De plus, une portion du fer et du manganèse est oxydée; ceci ne nécessite généralement pas de correction.

Concentrations et conditions d'entreposage de l'eau de Javel :

L'eau de Javel se vend à des concentrations de 4 % et 6 % pour l'usage domestique et à 12 % pour les usages industriels. La concentration du produit, son âge, la température d'entreposage et l'exposition à la lumière sont autant de facteurs qui peuvent mener à une perte d'efficacité du produit et/ou à la formation de chlorates qui sont des constituants pour certains herbicides.

Plus le produit est concentré, plus sa durée de vie est courte et plus il sera affecté par la température. À titre d'exemple, l'eau de javel 4 % perd environ 33 % de son efficacité après 12 semaines à 40°C. Cependant, elle n'en perd qu'environ 5 % après 52 semaines à 20°C. Quant à l'eau de Javel 12 %, elle perd environ 72 % de son efficacité après 4 semaines à 40°C et 30 % après 12 semaines à 20°C. Il est donc recommandé de :

- 1- Vérifier la date de fabrication du produit avant de l'acheter.
- 2- Entreposer le produit dans un endroit frais en tout temps, à l'abri de la lumière et loin des fertilisants (chlore + fertilisants = mélange explosif).
- 3- Dès la réception, diluer l'eau de Javel 12 % avec deux parties d'eau pour une partie d'eau de javel dans un contenant hermétique opaque si vous entrevoyez de conserver le produit plus de 3 semaines; ou acheter de l'eau de Javel à 4 % ou 6%.
- 4- Indiquer la date de péremption en fonction de vos conditions d'entreposage.
- 5- Éliminer en fonction des lois et règles en vigueur tout produit ayant subi des conditions d'entreposage à risques.

DÉSINFECTION À L'EAU DE JAVEL

a) Détermination de la dose nécessaire :

La dose nécessaire de chlore à ajouter est fortement liée à la **demande en chlore**. Elle peut varier de 6 à 8 ppm pour les substrats inorganiques à plus de 60 ppm pour les substrats organiques. Il sera nécessaire de débiter par de petites doses (4 ppm) et d'évaluer, après un temps de réaction de 14 à 16 heures, que la teneur en **chlore libre actif** soit inférieure à 0.5 ppm, mais détectable, et celle du **chlore combiné** de moins de 1 ppm (voir mesurage du chlore libre actif). Dans les cas où la dose excéderait 10 ppm, il faudra envisager sérieusement l'utilisation de l'ammonium (NH_4^+) pour neutraliser l'excès de chlore libre actif. D'ailleurs, certains auteurs le recommandent systématiquement.

Le **tableau 1** (en page suivante) indique les volumes d'eau de Javel à ajouter par 1 000 litres de solution de lessivage en fonction de la dose désirée et de la concentration du produit.

b) Mesurage du chlore libre actif

Il existe des sondes ORP qui mesurent directement l'effet oxydant du chlore dans l'eau par une mesure du potentiel d'oxydoréduction. Les connaissances requises et le coût de ces systèmes ont porté notre choix sur les méthodes colorimétriques.

Il existe des réactifs colorimétriques DPD qui permettent de mesurer le chlore total et le chlore libre actif, ce qui permet par différence, de déterminer le chlore combiné selon l'équation suivante.

$$\text{chlore total} - \text{chlore libre actif} = \text{chlore combiné}$$

Tableau 1 : Volume d'eau de Javel à ajouter (ml/1 000 litres) en fonction de la concentration du produit et de la dose désirée de chlore actif^a

Dose désirée (ppm)	Concentration eau de Javel (%)		
	4	6	12
1	28	19	11
2	56	38	21
3	83	57	32
4	111	76	42
5	139	96	53
6	167	115	63
7	195	134	74
8	223	153	84
9	250	172	95
10	278	191	105
11	306	210	116
12	334	229	127
13	362	248	137
14	390	268	148
15	417	287	158
16	445	306	169
17	473	325	179
18	501	344	190
19	529	363	200
20	557	382	211

a. Les volumes calculés tiennent compte de la conversion du NaOCl en Cl₂ et de la densité réelle du produit à l'achat.

c) Durée du traitement :

L'action désinfectante de l'eau de Javel nécessite de 14 à 16 heures de temps de réaction à une température de près de 20°C et un pH entre 6 et 7. Il s'agit donc d'un traitement de nuit.

d) Rémanence du traitement :

La volatilité du chlore gazeux limite la rémanence de la désinfection à au plus 24 heures. Il sera donc nécessaire de traiter à nouveau l'eau non utilisée à la fin d'une journée d'irrigation avec une dose plus faible.

e) Procédure d'opérations suggérée pour la désinfection à l'eau de Javel

À partir du système de base proposé pour la recirculation des solutions nutritives de la fiche d'information 5a, les étapes de réalisation de la désinfection à l'eau de Javel se déroulent comme suit :

- 1- À la fin de la journée d'irrigation (entre 16:00 et 18:00 généralement), l'eau de lessivage emmagasinée dans le réservoir pour la collecte ② est pompée (P1) vers le réservoir d'eau pour la désinfection et le repos (en passant à travers la filtration au sable rapide (F1).
- 2- Actionner la pompe (P4) qui alimente le senseur de pH et assure le brassage des eaux pour mélanger l'acide et l'eau de javel.
- 3- Ajuster et maintenir le pH à 6 en tenant compte de la hausse de pH qui va survenir suite à l'ajout de l'eau de Javel. Si le pH est ajusté en continu, optez plutôt pour le pH que vous utiliser normalement pour les irrigations.

- 4- Mesurer le volume d'eau à traiter à l'eau de javel.
- 5- Ajouter le volume d'eau de Javel en fonction de la dose déterminée précédemment à l'aide du tableau 1.
- 6- Laisser reposer toute la nuit (14 à 16 h).
- 7- Une heure avant d'irriguer, validez que la teneur en chlore libre actif est inférieur à 0.5ppm, mais détectable, et en chlore combiné de moins de 1ppm. Réajuster la dose si nécessaire pour le jour suivant.
- 8- Ajouter 3.6 ppm d'ammonium (NH_4^+) afin de neutraliser le chlore libre actif si nécessaire.
- 9- Vous pouvez maintenant préparer la solution pour sa réutilisation en fonction des ajustements qui seront décrits dans la fiche 5c.

Autres formes de chlore :

- *Chlore gazeux (Cl_2)*
Ce type de chlore demande des installations plus complexes et des coûts de fonctionnement plus élevé que l'eau de Javel, mais est très stable chimiquement.
- *Chlore en pastille (dichloroisocyanure de sodium dihydraté)*
Ce type de chlore est beaucoup plus stable chimiquement et comporte beaucoup moins de risque de phytotoxicité. Malheureusement, l'utilisation de ce type de chlore est peu documentée.
- *Dioxyde de chlore (ClO_2)*
Le dioxyde de chlore a l'avantage d'agir très rapidement et d'être moins affecté par le pH. Malheureusement, c'est un gaz instable et doit être fabriqué en entreprise, ce qui nécessite des investissements assez importants, mais peut s'adresser à la grande entreprise.

Mise en garde :

Certains cas de phytotoxicité ont été rapportés dans la littérature. Ces cas font référence à des injections directes dans les lignes d'irrigation ou à des doses très élevées (plus de 25 ppm) en saison chaude pour lutter contre certains agents pathogènes très résistants. La procédure suggérée dans cette fiche est différente. Il importe cependant de demeurer vigilant sur le respect des procédures à suivre et de valider votre démarche auprès de professionnels si les doses à appliquer excèdent 10 ppm.

Pour obtenir de l'information complémentaire

Nom	Description
Agri-Réseau	Informations et publications sur divers sujets pour la production en serre. www.agrireseau.qc.ca
CIDES	Consultations, publications diverses, informations complémentaires sur les fiches n° 5a, n° 5b et n° 5c. ww.cides.qc.ca
Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail (CCHST)	Informations, publications sur les produits chimiques, l'hygiène et la sécurité au travail. www.cchst.ca
Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST)	Informations, publications, vidéos sur l'hygiène et la sécurité au travail. www.csst.qc.ca
Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST) Service du répertoire toxicologique	Informations, publications sur les produits chimiques (identification du produit, hygiène et sécurité, prévention, propriétés toxicologiques, premiers secours, réglementation, références) et le Système d'Information sur les Matières Dangereuses Utilisées au Travail (SIMDUT). www.reptox.csst.qc.ca
ARMEFLHOR, 2007. Pôle de Protection des plantes, St-Pierre (réunion), février 2007, 138pp.	Lutte préventive contre le flétrissement bactérien en culture de tomate hors sol- état des connaissances et conseils

Les personnes ayant contribué à la rédaction des fiches sur la recirculation sont :

Gilles Cadotte, agronome au CIDES
 Marco Girouard, ingénieur au CIDES
 Jacques Thériault, agronome aux Serres Innov