



**Guide sur le traitement de l'eau de lavage des légumes et des fruits**

Publication 854F

## Éditeur

Arlene Robertson, ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAAARO)

## Coauteurs

Bridget Visser, projet sur l'eau de la Holland Marsh Growers' Association

Charlie Lalonde, projet sur l'eau de la Holland Marsh Growers' Association

Timothy Brook, ingénieur, MAAARO

Vicki Hilborn, ingénieure, MAAARO

Deanna Nemeth, MAAARO

Rebecca Shortt, ingénieure, MAAARO

John Van de Vegte, ingénieur, MAAARO

## Réviseurs

Le document a été révisé par Nathan Scaiff, MEACC, Colleen Haskins, MAAARO, Phil Dick, MAAARO, Larry Braul, ingénieur, AAC, Rob Butler, AAC et Stella Fedeniuk, ingénieure, AAC.

## Besoin de renseignements techniques ou commerciaux?

Communiquez avec le Centre d'information agricole au 1 877 424-1300 ou au [ag.info.omafra@ontario.ca](mailto:ag.info.omafra@ontario.ca)

Une liste complète de tous les produits et services du MAAARO est accessible à [ontario.ca/maaaro](http://ontario.ca/maaaro)

Pour obtenir des exemplaires de cette publication ou de toute autre publication du MAAARO, veuillez passer une commande :

- En ligne à [ontario.ca/publications](http://ontario.ca/publications)
- Par téléphone en communiquant avec l'InfoCentre ServiceOntario  
Du lundi au vendredi, de 8 h 30 à 17 h
- 416 326-5300
- 416 325-3408 (ATS)
- 1 800 668-9938 sans frais partout au Canada
- 1 800 268-7095 ATS sans frais partout en Ontario

## Mise en garde

Le présent document n'est fourni qu'à titre d'information générale. Il ne vise pas à fournir des conseils techniques, juridiques ou d'une autre nature. Il est conseillé aux producteurs de consulter leur propre ingénieur ou conseiller juridique afin de déterminer la meilleure ligne de conduite ou les exigences légales applicables à leur propre exploitation. Ce guide vise à expliquer les principes du traitement de l'eau de lavage et la manière dont ils s'appliquent aux opérations de transformation des légumes et des fruits. L'exploitant est responsable de comprendre les exigences légales et réglementaires qui concernent son exploitation. Même si le guide a été écrit soigneusement, les auteurs et le gouvernement de l'Ontario n'acceptent aucune responsabilité juridique relativement au contenu ou à toute conséquence, notamment toute responsabilité directe ou indirecte découlant de son utilisation. Même si certains vendeurs ou produits peuvent être identifiables, cela ne constitue pas un appui à une quelconque technologie ou à un quelconque produit.

Publié par le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales

© Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, 2017  
Toronto, Canada

ISBN 978-1-4606-9620-0 (version imprimée)

ISBN 978-1-4606-9622-4 (version HTML)

ISBN 978-1-4606-9624-8 (version PDF)

Photo de la page couverture : Farm & Food Care Ontario ([www.farmfoodcareon.org](http://www.farmfoodcareon.org))

# Contenu

Préface.....	vii
Glossaire.....	ix
1. Introduction .....	1
2. Orientation générale .....	3
2.1 Introduction .....	3
2.2 Aperçu du processus de conception.....	3
2.3 Embauche d'un expert-conseil.....	5
2.4 Survol du lavage des légumes et des fruits.....	7
2.4.1 Lavage des cultures.....	7
2.4.2 Processus de lavage .....	7
2.5 Qualité de l'eau pour la production de légumes et de fruits .....	10
2.6 Paramètres de la qualité de l'eau .....	11
2.7 Points d'arrivée .....	13
2.7.1 Épandage au sol.....	13
2.7.2 Réutilisation dans l'installation.....	13
2.7.3 Rejets souterrains.....	14
2.7.4 Rejets dans les eaux de surface.....	14
2.7.5 Installation municipale de traitement des eaux usées.....	14
2.8 Autorisations.....	14
2.8.1 Plans de dépollution .....	14
2.8.2 Permis de prélèvement d'eau.....	15
2.8.3 Épandage au sol.....	15
2.8.4 Processus réglementaire pour l'autorisation de rejet.....	16
2.8.5 Autorisation environnementale .....	16
2.8.6 Rejet dans les eaux de surface et souterraines.....	16
2.8.7 Inspections par un agent environnemental.....	17
2.9 Questions fréquemment posées.....	17
3. Réduction de la consommation d'eau .....	19
3.1 Introduction .....	19
3.2 Enlèvement à sec de la terre et des matières végétales .....	19
3.2.1 Dessableurs à doigts.....	19
3.2.2 Défaneuses.....	20
3.2.3 Air comprimé .....	20
3.3 Recherche en Ontario.....	20
3.4 Capacité d'utilisation de l'eau .....	21
3.5 Étude de cas .....	22
4. Contrôle du débit .....	23
4.1 Introduction .....	23
4.2 Endroits où effectuer le contrôle.....	23
4.3 Manières d'effectuer le contrôle.....	23
4.4 Débitmètres.....	24
4.5 Solutions de rechange aux débitmètres .....	25
4.6 Étude de cas .....	26
5. Échantillonnage et analyse de l'eau de lavage .....	29
5.1 Introduction .....	29
5.2 Point d'échantillonnage.....	29
5.3 Fréquence de l'échantillonnage.....	29
5.4 Personnes pouvant effectuer les prélèvements.....	30
5.5 Types d'analyses .....	30
5.6 Manière d'effectuer les prélèvements.....	32
5.7 Matériel d'échantillonnage .....	32
5.8 Processus d'échantillonnage.....	33

5.9. Choix d'un laboratoire.....	34
5.10 Présentation des échantillons de laboratoire.....	35
5.11 Paramètres typiques de l'eau de lavage.....	35
5.12 Étude de cas.....	36
6. Considérations d'avant-projet.....	37
6.1 Introduction.....	37
6.2 Coûts.....	37
6.3 Objectifs de traitement.....	37
6.4 Infrastructure du site.....	38
6.5 Exigences liées à la main-d'œuvre.....	38
6.6. Feuille de travail sur les considérations d'avant-projet.....	39
7. Considérations liées à la conception.....	41
7.1 Introduction.....	41
7.2 Définition des paramètres généraux.....	41
7.3 Définition des étapes.....	41
7.4 Données clés à recueillir.....	41
7.5 Dimensionnement du système.....	43
7.6 Choix des technologies.....	46
7.7 Fiche d'évaluation des technologies.....	48
8. Technologies de traitement.....	49
8.1 Introduction.....	49
8.2 Épandage au sol.....	49
8.3 Système de bandes de végétation filtrantes.....	52
8.4 Enlèvement des débris.....	54
8.4.1 Pompes hacheuses.....	54
8.4.2 Filtres à tamis paraboliques et tamis hydrauliques.....	55
8.4.3 Filtration progressive passive.....	57
8.4.4 Filtre à déroulement automatique.....	59
8.5 Enlèvement des matières solides.....	61
8.5.1 Centrifugeuses et hydrocyclones.....	61
8.5.2 Filtres à tambour.....	63
8.5.3 Sacs filtrants.....	66
8.5.4 Bassins de décantation.....	69
8.5.5 Coagulation et floculation.....	73
8.5.6 Flottation à l'air dissous.....	76
8.5.7 Electrocoagulation.....	77
8.5.8 Filtres à sable.....	78
8.6 Réduction des éléments nutritifs.....	79
8.6.1 Lits bactériens et bioréacteurs.....	79
8.6.2 Milieux humides aménagés.....	82
8.7 Enlèvement des matières dissoutes.....	84
8.7.1 Aération.....	84
8.8 Microfiltration.....	90
8.8.1 Désionisation capacitive.....	90
8.8.2 Filtration sur membrane.....	92
8.9 Désinfection.....	94
8.9.1 Chlore.....	95
8.9.2 Ozone.....	95
8.9.3 Désinfection aux ultraviolets.....	96
9. Achat d'immobilisations en matériel.....	99
9.1 Introduction.....	99
9.2 Achat d'équipement de traitement.....	100

10. Construction d'un système de traitement de l'eau de lavage .....	103
10.1 Introduction.....	103
10.2 Petite échelle — laveur de légumes-feuilles.....	103
10.3 Moyenne échelle — laveur de pommes.....	106
10.4 Grande échelle — laveur de légumes .....	109
113	
11. Optimisation.....	115
11.1 Introduction.....	115
11.2 Processus d'optimisation .....	115
11.3 Étude de cas n° 1.....	116
11.4 Étude de cas n° 2.....	118
12. Après l'installation.....	121
12.1 Exploitation et entretien d'un système de traitement de l'eau de lavage.....	121
12.2 Tenue de dossiers.....	122
12.3 Évaluation du rendement du système.....	122
Annexe A — Exemple de bon de commande .....	123
Annexe B — Accusé de réception du bon de commande .....	124

## Figures

- Figure 2.1. Processus de conception pour l'élaboration d'une stratégie de gestion de l'eau de lavage.
- Figure 2.2. Étapes liées à l'embauche d'un expert-conseil.
- Figure 2.3. Exemple d'échéancier (p. ex. un diagramme de Gantt) qu'un expert-conseil peut fournir pour la gestion du projet.
- Figure 2.4. Diagramme d'un réservoir de récolte.
- Figure 2.5. Pommes de terre dans un réservoir de récolte.
- Figure 2.6. Carottes dans un réservoir de récolte.
- Figure 2.7. Diagramme d'un canal de manutention.
- Figure 2.8. Pommes dans un canal de manutention.
- Figure 2.9. Diagramme d'une barre de pulvérisation.
- Figure 2.10. Lavage de carottes à l'aide d'une barre de pulvérisation.
- Figure 2.11. Diagramme d'un cylindre de lavage et de polissage.
- Figure 2.12. Intérieur d'un cylindre de lavage.
- Figure 2.13. Intérieur d'un cylindre de polissage.
- Figure 2.14. Pommes de terre recevant un dernier rinçage.
- Figure 2.15. Exemple de solutions avec une turbidité variable (de gauche à droite, 10 uTN, 20 uTN, 100 uTN et 800 uTN).
- Figure 3.1. Dessableur à doigts qui enlève la terre et change la direction des produits agricoles de 90°.
- Figure 3.2. Racleurs installés pour nettoyer un dessableur à doigts.
- Figure 3.3. Défaneuse installée dans une installation de lavage de carottes.
- Figure 3.4. Carottes récoltées (pas d'enlèvement de terre et non lavées).
- Figure 3.5. Utilisation de l'eau pour les carottes après différentes techniques d'enlèvement à sec de la terre.
- Figure 3.6. Carottes précédemment lavées.
- Figure 4.1. Capteur Hach Flow-Tote 3 AV avec trois électrodes saillantes.
- Figure 4.2. Compteur Hach FL900AV et capteur Hach Flow-Tote 3 AV.
- Figure 4.3. Capteur installé sur une bande de tuyau.
- Figure 4.4. Bande et capteur placés sur une conduite d'évacuation.
- Figure 4.5. Données collectées par un débitmètre.
- Figure 5.1. Utilisation d'une perche d'échantillonnage pour prélever l'eau de lavage.
- Figure 5.2. Utilisation d'un seau pour combiner des échantillons.
- Figure 5.3. Échantillonneur automatique.
- Figure 5.4. Les procédures d'échantillonnage comprennent le triple rinçage du contenant de prélèvement.

- Figure 5.5. Transfert du contenant de prélèvement à la bouteille d'échantillonnage.
- Figure 5.6. Transfert dans une bouteille d'échantillonnage contenant un agent de préservation.
- Figure 5.7. Exemple de formulaire de chaîne de possession.
- Figure 5.8. Jeu de bouteilles d'échantillonnage étiquetées.
- Figure 5.9. Résultats d'échantillonnage d'une installation de lavage des légumes racines.
- Figure 7.1. Processus de traitement de l'eau de lavage.
- Figures 7.2. Bocaux avec des particules de sol à différentes étapes de décantation.
- Figure 7.3. Diagramme pour le choix d'une technologie de traitement.
- Figure 8.1. Épandage au sol d'eau au moyen d'un système d'irrigation.
- Figure 8.2. Tamis hydraulique enlevant les débris de carotte de l'eau de lavage.
- Figure 8.3. Effet de Coanda.
- Figure 8.4. Diagramme d'un filtre à tamis parabolique.
- Figure 8.5. Filtre à tamis parabolique avec un plateau métallique pour diriger l'eau sur le tamis.
- Figure 8.6. Solides grossiers collectés par un filtre à tamis parabolique.
- Figure 8.7. Diagramme d'un filtre progressif passif.
- Figure 8.8. Vue intérieure d'un filtre progressif passif.
- Figure 8.9. Diagramme d'un filtre à déroulement automatique.
- Figure 8.10. Matières solides récoltées par le papier d'un filtre à déroulement automatique.
- Figure 8.11. Force centrifuge.
- Figure 8.12. Diagramme d'un hydrocyclone et du processus grâce auquel il sépare les matières solides des matières liquides.
- Figure 8.13. Vue intérieure des 16 hydrocyclones d'une unité à plusieurs cyclones.
- Figure 8.14. Hydrocyclone montrant le sol minéral plus lourd au fond et l'eau trouble au-dessus.
- Figure 8.15. Diagramme d'un filtre à tambour.
- Figure 8.16. Barre de pulvérisation située à l'extérieur du tambour.
- Figure 8.17. Intérieur d'un filtre à tambour.
- Figure 8.18. Matières solides emprisonnées qui restent après la purge du tamis.
- Figure 8.19. Cycle de pulvérisation optimisé pour un filtre à tambour.
- Figure 8.20. Sac filtrant en tissu non tissé.
- Figure 8.21. Sac filtrant en toile tissée.
- Figure 8.22. Orifice à la base d'un sac filtrant réutilisable.
- Figure 8.23. Gros sac filtrant jetable (Geotube®).
- Figure 8.24. Modification des concentrations du total des solides en suspension pour différents sacs filtrants.
- Figure 8.25. Exemple d'un étang de décantation tapissé d'argile.
- Figure 8.26. Bassin de décantation avec des zones de décantation et d'accumulation des matières solides.
- Figure 8.27. Exemple d'un bassin de décantation en béton avec une série de trois cellules.
- Figure 8.28. Processus de coagulation et de floculation.
- Figure 8.29. Pourcentage de réduction du total des solides en suspension (TSS) et des éléments nutritifs associés, du phosphore (PT) et de l'azote Kjeldahl (ATK), dans un tube géotextile vertical suspendu (avec et sans l'ajout de coagulants).
- Figure 8.30. Diagramme d'une unité de flottation à l'air dissous (FAD).
- Figure 8.31. Milieu de roches volcaniques dans un lit bactérien.
- Figure 8.32. Milieu de copeaux de bois dans un lit bactérien.
- Figure 8.33. Mailles synthétiques (un matériau synthétique) dans un BioCord®.
- Figure 8.34. Croissance de bactéries sur un système BioCord après 55 jours de traitement de l'eau de lavage.
- Figure 8.35. Milieu humide aménagé.
- Figure 8.36. Diffuseur d'aération par le fond.
- Figure 8.37. Perturbation en surface par un diffuseur.
- Figure 8.38. Bassin peu profond avec un aérateur par le fond présentant de grandes zones non aérées.
- Figure 8.39. Bassin peu profond avec deux aérateurs par le fond présentant de petites zones non aérées.
- Figure 8.40. Bassin profond avec un aérateur par le fond ne présentant aucune zone non aérée.
- Figure 8.41. Aérateur de surface montrant le mouvement de l'eau et la concentration d'oxygène dissous.

- Figure 8.42. Système d'aération installé à la surface.  
 Figure 8.43. Aération de surface en service.  
 Figure 8.44. Mouvement de l'eau sur un seuil.  
 Figure 8.45. Eau s'écoulant sur un déversoir.  
 Figure 8.46. Vue en plan des aérateurs de surface installés dans un système à trois bassins.  
 Figure 8.47. Aérateur de style fontaine.  
 Figure 8.48. Processus de désionisation capacitive.  
 Figure 8.49. Pourcentage de réduction du phosphore total (PT), de l'ammoniac et du total des solides dissous (TSD) avec deux réglages (50 % et 90 % de réduction de la conductivité) par une unité de désionisation capacitive.  
 Figure 8.50. Pourcentage de réduction du total des solides en suspension (TSS), du phosphore total (PT) et de l'azote total Kjeldahl (ATK) par une unité d'ultrafiltration.  
 Figure 8.51. Système de désinfection aux UV sans matière organique ou matière organique particulaire.  
 Figure 8.52. Système de désinfection aux UV avec matière organique, matière organique particulaire et microorganismes survivants.  
 Figure 9.1. Étapes pour l'achat d'immobilisations en matériel.  
 Figure 10.1. Système de lavage existant pour l'installation de légume-feuilles à petite échelle.  
 Figure 10.2. Système de traitement de l'eau de lavage proposé pour un laveur de légumes-feuilles à petite échelle.  
 Figure 10.3. Circuit effectué par les pommes dans une installation de conditionnement à moyenne échelle.  
 Figure 10.4. Système de traitement de l'eau de lavage proposé pour une installation de conditionnement de pommes à moyenne échelle.  
 Figure 10.5. Système de lavage actuel d'une installation de lavage de légumes à grande échelle.  
 Figure 10.6. Système de traitement de l'eau de lavage proposé pour une installation de lavage de légumes à grande échelle.  
 Figure 11.1. Étapes d'optimisation.  
 Figure 11.2. Quantité de matières solides dans les déchets pour différentes durées de cycle de pulvérisation (de gauche à droite) soit 25 secondes, 20 secondes, 15 secondes, 10 secondes et 5 secondes.  
 Figure 11.3. Diffuseur d'aération par le fond.  
 Figure 11.4. Bulles d'air s'élevant à la surface de la cellule.  
 Figure 11.5. Concentration d'oxygène dissous dans un bassin de décantation avec et sans aération.  
 Figure 11.6. TSS dans un bassin de décantation avec et sans aération.

## Tableaux

- Tableau 2-1. Options de gestion de l'eau de lavage  
 Tableau 4-1. Types de débitmètres  
 Tableau 5-1. Objectif de l'échantillonnage et points d'échantillonnage suggérés  
 Tableau 5-2. Paramètres de la qualité de l'eau  
 Tableau 5-3. Résultats d'échantillonnage d'une variété d'eaux de lavage agricoles  
 Tableau 5-4. Résultats d'échantillonnage d'une installation de lavage des légumes racines  
 Tableau 6-1. Feuille de travail sur les considérations d'avant-projet  
 Tableau 7-1. Spectres de dimension et masse volumique de différents types de sol  
 Tableau 7-2. Fiche d'évaluation des technologies  
 Tableau 8-1. Paramètres pour l'échantillonnage de l'eau de lavage et du sol  
 Tableau 8-2. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation pour l'épandage au sol  
 Tableau 8-3. Moyenne des éléments nutritifs dans l'eau de lavage devant être épandue au sol (étude de cas)  
 Tableau 8-4. Sommaire de l'adéquation de l'eau de lavage pour l'épandage au sol  
 Tableau 8-5. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation pour un SBVF  
 Tableau 8-6. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation pour un filtre à tamis parabolique ou un tamis hydraulique

- Tableau 8-7. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation d'un système de filtration progressive passive
- Tableau 8-8. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation d'un filtre à déroulement automatique
- Tableau 8-9. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation d'une centrifugeuse et d'un hydrocyclone
- Tableau 8-10. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation d'un filtre à tambour
- Tableau 8-11. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation d'un sac filtrant
- Tableau 8-12. Caractéristiques des différents sacs filtrants testés
- Tableau 8-13. Pourcentage de réduction moyen du TSS, du PT et de l'ATK dans les systèmes de sacs filtrants évalués
- Tableau 8-14. Spectres de dimension et masse volumique de différents types de sol
- Tableau 8-15. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation d'un bassin de décantation
- Tableau 8-16. Vitesse de décantation et temps nécessaire pour décanter de la terre de 0,3 m de profondeur à 20 °C
- Tableau 8-17. Pourcentage moyen de réduction des systèmes de décantation évalués
- Tableau 8-18. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation de la coagulation et de la floculation
- Tableau 8-19. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation pour la FAD
- Tableau 8-20. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation d'une unité d'électrocoagulation
- Tableau 8-21. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation des filtres à sable
- Tableau 8-22. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation des lits bactériens et des bioréacteurs
- Tableau 8-23. Pourcentage de réduction de différents paramètres avec un bioréacteur utilisant des roches volcaniques
- Tableau 8-24. Pourcentage de réduction de divers paramètres d'un lit bactérien utilisant des copeaux de bois
- Tableau 8-25. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation d'un milieu humide aménagé
- Tableau 8-26. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation d'un aérateur par le fond
- Tableau 8-27. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation d'un aérateur de surface
- Tableau 8-28. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation d'un seuil ou d'un déversoir
- Tableau 8-29. Teneur en oxygène dissous avant l'aérateur, à l'aérateur et à la sortie
- Tableau 8-30. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation d'une unité de désionisation capacitive
- Tableau 8-31. Dimension des pores des technologies des membranes
- Tableau 8-32. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation d'une unité de filtration sur membrane
- Tableau 8-33. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation de la désinfection au chlore
- Tableau 8-34. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation de la désinfection à l'ozone
- Tableau 8-35. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation de la désinfection aux ultraviolets
- Tableau 10-1. Feuille de travail sur les considérations d'avant-projet pour une installation de légumes-feuilles à petite échelle
- Tableau 10-2. Feuille de travail sur les considérations d'avant-projet pour une installation de conditionnement de pommes à moyenne échelle
- Tableau 10-3. Description, source d'eau et consommation d'eau des étapes du processus
- Tableau 10-4. Feuille de travail sur les considérations d'avant-projet pour une installation de lavage de légumes à grande échelle
- Tableau 10-5. Concentrations de l'eau de lavage à la fin de la conduite
- Tableau 11-1. Résultats de l'optimisation d'un filtre à tambour

## Préface

En 2013, la Holland Marsh Growers' Association (HMGA) a présenté une demande au Fonds d'assainissement du lac Simcoe et du sud-est de la baie Georgienne (FALSSEBG), lequel est administré par Environnement et Changement climatique Canada. Cette demande avait pour but d'obtenir un soutien financier pour aider les producteurs exploitant des installations de lavage de légumes à essayer et à sélectionner des technologies de traitement des eaux de lavage.

La HMGA a amorcé un projet de quatre ans (de février 2014 à mars 2017) axé sur les aspects suivants :

- La caractérisation des eaux de lavage des légumes racines et des légumes-feuilles à l'aide d'analyses en laboratoire.
- La détermination des objectifs de traitement de l'eau pour les eaux de lavage horticoles.
- Le repérage des technologies pour les analyses et la mise en œuvre.

Grâce aux résultats d'analyse et aux connaissances recueillies, les propriétaires des installations ont pris conscience que leurs investissements dans le traitement de l'eau de lavage entraînent des améliorations en matière de qualité de l'eau.

Un volet du projet portait sur le transfert des connaissances et des technologies. Un site Web (en anglais seulement) a été créé pour le projet ([www.hmgawater.ca](http://www.hmgawater.ca)) et contient des fiches techniques, des articles, des photos ainsi qu'un blogue décrivant les résultats du projet et les leçons apprises. Le présent guide est une compilation des renseignements acquis tout au long du projet. Même si le projet était principalement axé sur l'eau de lavage provenant de légumes racines, il présente suffisamment de renseignements pour profiter aux industries plus vastes de l'horticulture et de la transformation des aliments de l'Ontario.



### Organismes et entreprises concernés par le projet :

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agriculture et Agroalimentaire Canada</li> <li>• Association des fruiticulteurs et des maraîchers de l'Ontario</li> <li>• Bishop Water Technologies</li> <li>• Econse</li> <li>• Environnement et Changement climatique Canada</li> <li>• Farm &amp; Food Care</li> <li>• Fleurs Canada (Ontario)</li> <li>• Gro-Pak Farms</li> <li>• Holland Marsh Growers' Association</li> <li>• Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario</li> <li>• Ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique de l'Ontario</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Newterra</li> <li>• Office de protection de la nature de la vallée de Nottawasaga</li> <li>• Office de protection de la nature de la région du lac Simcoe</li> <li>• ProMinent Fluid Controls</li> <li>• SRG Soil Research Group</li> <li>• Station de recherche sur la culture de terres noires de l'Université de Guelph</li> <li>• Université de Guelph</li> <li>• Université McMaster</li> <li>• Université de Waterloo</li> <li>• Université Western</li> <li>• Université de Windsor</li> <li>• Voltea</li> </ul> |
|--|--|

## Remerciements

---

La HMGA tient à remercier Environnement et Changement climatique Canada du financement accordé par l'entremise du Fonds d'assainissement du lac Simcoe et du sud-est de la baie Georgienne.

L'équipe du projet sur l'eau de la HMGA aimerait aussi remercier tous ceux qui ont contribué au projet et au guide. Sans leur aide, le projet n'aurait pas atteint ses objectifs.

La Holland Marsh Growers' Association remercie les personnes suivantes de leur travail acharné et de leur dévouement au cours des quatre dernières années, lesquels ont aidé à concrétiser ce projet.

Charlie Lalonde, Jody Mott, Jamie Reaume et Donna Speranzini

Kerri Edwards, Greg Riddell, Eric Rozema, Michael Saunders et Bridget Visser

Tim Brook, Darryl Finnigan, Mary Ruth McDonald, Deanna Nemeth, Ryan Post, Rebecca Shortt et John Van de Vegte

Katie Gibb, Sara Goudet, Tim Horlings, Ann Huber, Bruce Kelly, Evan Mott, Dan Sopuch et Janine West

Photos : personnel du MAAARO et du projet sur l'eau de la HMGA. Merci à tous les collaborateurs producteurs d'avoir permis l'utilisation d'images provenant de leurs exploitations.

# Glossaire

**Azote total Kjeldahl (ATK)** — combinaison de l'azote organique et d'ammonium/ammoniac.

**Conductivité électrique (CE)** — mesure de la capacité pour un échantillon de conduire l'électricité.

**Débris** — matériaux non désirés les plus gros dans l'eau de lavage comme des bâtons, des roches et des résidus.

**Demande biochimique en oxygène (DBO)** — quantité d'oxygène nécessaire pour dégrader la matière organique d'un échantillon.

**Demande biochimique en oxygène des matières carbonées (DBOC)** — mesure de la quantité d'oxygène utilisée pour décomposer la portion de carbone de la matière organique. C'est la forme de DBO communément utilisée dans les études de cas du présent guide, à l'aide de la méthode analytique en 5 jours, DBOC<sub>5</sub>.

**Eau de lavage** — eau utilisée pour laver, manutentionner ou refroidir des fruits et des légumes frais. Elle peut contenir de la terre, des matières végétales et d'autres débris.

**Éléments nutritifs** — (p. ex., azote et phosphore) éléments nécessaires pour la croissance végétale, pouvant avoir une incidence négative sur la qualité de l'eau s'ils sont rejetés dans l'environnement.

**Matière organique** — mesure des substances organiques (provenant du sol, des végétaux et des animaux) dans un échantillon.

**Matières solides totales** — mesure de la matière solide dans un échantillon.

**Oxygène dissous (OD)** — mesure de la quantité d'oxygène gazeux dissous dans l'eau.

**pH** — mesure de l'acidité ou de l'alcalinité d'un échantillon.

**Phosphore total (PT)** — somme de toutes les formes de phosphore.

**PLC** — automate programmable industriel utilisé pour contrôler et exploiter des systèmes ou du matériel de traitement de l'eau de lavage.

**Potentiel d'oxydoréduction** — mesure de la réactivité d'un échantillon.

**Total des solides dissous (TSD)** — portion des solides qui traverseront un filtre.

**Total des solides en suspension (TSS)** — portion des matières solides totales qui peuvent être emprisonnées par un filtre.

**Turbidité** — mesure de l'opacité ou du trouble d'un fluide. Elle est habituellement mesurée en unités de turbidité néphélométrique (uTN).



# 1. Introduction

Le conditionnement des légumes et des fruits nécessite de l'eau pour déplacer, refroidir et laver les produits agricoles. Cette eau doit être gérée d'une manière qui favorise l'intendance environnementale et assure la conformité avec la réglementation en matière de salubrité des aliments et de protection de l'environnement.

Ce guide fournit aux conditionneurs de légumes et de fruits une stratégie pour choisir et gérer le matériel de traitement de l'eau de lavage en fonction d'un plan de gestion de l'eau. Il explique aussi pourquoi il est important d'adopter de bonnes pratiques de gestion de l'eau de lavage dans l'exploitation agricole ou l'installation de conditionnement.

L'eau de lavage est l'eau qui a été utilisée pour laver des fruits et des légumes frais. Elle peut contenir de la terre, des matières végétales et d'autres débris. Ces éléments contribuent aux charges de solides en suspension et d'éléments nutritifs dissous dans l'eau de lavage. Des concentrations élevées de solides, d'éléments nutritifs et de matière organique peuvent nuire à la qualité des eaux souterraines et de surface de l'exploitation agricole ou de l'installation de conditionnement ainsi que des eaux autour de celles-ci. Il est important de gérer l'eau de lavage afin qu'elle n'ait pas d'impact sur les sources d'approvisionnement en eau à proximité ainsi que sur la qualité et la durée de vie des fruits et des légumes frais.

Des légumes et des fruits sont lavés dans des installations de conditionnement partout en Ontario. Le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAAARO) estime qu'il peut y avoir jusqu'à 2 000 producteurs ontariens qui lavent des fruits et des légumes frais dans leur exploitation agricole. Chaque installation est unique pour les raisons qui suivent :

- la taille de l'installation;
- le type de fruits et de légumes frais conditionnés;
- le type de transformation (p. ex., l'épluchage, le découpage ou une transformation plus poussée);
- les techniques de lavage;
- les volumes et les débits des eaux de lavage;
- la capacité d'entreposage de l'eau sur place;
- le nombre de jours de lavage;
- la saison durant laquelle survient le lavage;
- la source d'eau ou la qualité de l'eau disponible.

Plusieurs options existent pour gérer l'eau de lavage produite par une installation. Ces options comprennent notamment :

- l'épandage au sol (irrigation ou épandage sur des terres agricoles);
- le traitement et la réutilisation au sein de l'installation;
- le traitement et le rejet sur place;
- le transport vers une installation voisine de traitement des eaux usées.



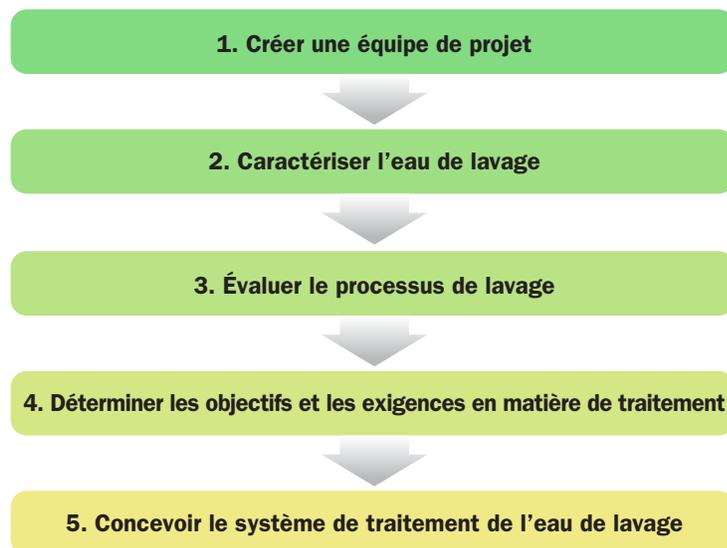
## 2. Orientation générale

### 2.1 Introduction

Ce chapitre examine la façon dont l'eau est utilisée dans les installations, définit les paramètres de la qualité de l'eau applicables et présente le processus de conception et des stratégies potentielles de gestion de l'eau de lavage.

### 2.2 Aperçu du processus de conception

L'élaboration d'une stratégie de gestion de l'eau de lavage peut s'avérer complexe. La présente partie explique comment créer une stratégie de gestion de l'eau de lavage pour les installations individuelles. Les étapes sont décrites à la figure 2.1.



**Figure 2.1. Processus de conception pour l'élaboration d'une stratégie de gestion de l'eau de lavage.**

#### **1<sup>re</sup> étape : Créer une équipe de projet**

Tout d'abord, il faut créer une équipe de projet qui planifiera, évaluera et déploiera le plan de gestion de l'eau de lavage. Choisissez une personne ou un chef qui participe à chaque étape. La tâche énorme de recueillir des renseignements et de prendre des décisions s'avère gérable en présence d'une équipe solide. Les membres clés de cette équipe pourraient notamment comprendre :

- un chargé de projet;
- un contrôleur financier;
- l'exploitant du système;
- la personne qui exploite les canalisations de lavage;
- un expert-conseil (le cas échéant).

#### **2<sup>e</sup> étape : Caractériser l'eau de lavage**

Il est nécessaire de comprendre pleinement les caractéristiques de l'eau de lavage devant être traitée. La collecte de données sur le volume d'eau comprend :

- les débits;
- le volume quotidien total;
- les débits maximums et minimums;
- le nombre d'heures par jour, de jours par semaine et de semaines par année de la saison de lavage.

Certaines caractéristiques de l'eau doivent être mesurées. Les mesures suivantes devraient être effectuées sur l'eau d'entrée et de sortie :

- limpidité de l'eau;
  - total des solides en suspension (TSS);
  - total des solides dissous (TSD);
  - turbidité;
- la concentration d'éléments nutritifs;
- la concentration de matière organique;
- la teneur en oxygène dissous;
- le pH;
- les bilans microbiologiques (p. ex., *E. coli*);
- autres paramètres exigés.

La connaissance de ces caractéristiques aidera l'équipe de projet à choisir le matériel approprié.

Faites l'inventaire des composantes du système de traitement déjà en place (p. ex., bassins de décantation). Évaluez le rendement du matériel existant avant et après le processus de traitement. Savoir si le processus fonctionne adéquatement permet à l'équipe de projet de décider ce qui peut rester en place et ainsi de faire des économies potentielles.

Des renseignements supplémentaires peuvent être trouvés au chapitre 4 (Mesure du débit) et au chapitre 5 (Échantillonnage et analyse de l'eau de lavage).

### **3<sup>e</sup> étape : Évaluer le processus de lavage**

Il peut être possible de réduire la consommation d'eau ou les charges à certains points du processus de lavage. Voici quelques exemples :

- retirer davantage de terre à l'aide de méthodes sèches avant le lavage (p. ex., dessableurs à doigts);
- réutiliser l'eau de lavage du dernier rinçage à une étape précédente du lavage (chapitre 3 : Réduire la consommation d'eau).

Optimiser le processus de lavage en mesurant le débit de l'eau de lavage à l'aide de débitmètres dans les conduites. Mesurer le débit peut aider à circonscrire :

- le coût de l'eau et le taux d'utilisation;
- la nécessité d'avoir des procédures normales d'exploitation;
- la taille des technologies de traitement nécessaires.

Le volume d'eau utilisé peut influencer la taille du matériel de traitement nécessaire. Réduire la quantité d'eau utilisée ou la charge simplifiera potentiellement le matériel de traitement nécessaire et réduira les coûts du matériel.

### **4<sup>e</sup> étape : Déterminer les objectifs et les exigences en matière de traitement**

À cette étape, il convient de décider du point d'arrivée de l'eau de lavage (p. ex., réutilisation, irrigation ou élimination). Cette décision aidera l'équipe de projet à cerner les exigences liées à la qualité de l'eau au terme du processus, la réglementation devant être respectée et les options de systèmes de traitement. Les principales options comprennent notamment :

- l'épandage au sol (irrigation ou épandage sur des terres agricoles);
- le traitement et la réutilisation au sein de l'installation;
- le traitement et le rejet;
- le transport vers une installation municipale avoisinante de traitement des eaux usées le cas échéant.

### 5<sup>e</sup> étape : Concevoir le système de traitement de l'eau de lavage

Après la collecte de renseignements, la détermination des objectifs du traitement, la caractérisation de l'eau de lavage et l'optimisation du processus de lavage, on peut passer à l'étape de la conception du système de traitement. La conception définitive du système devrait tenir compte de son cycle de vie (de la mise en service à la désaffectation) et comprendre des postes budgétaires comme des dépenses en immobilisations, les coûts permanents d'exploitation, les coûts d'entretien et les nouvelles exigences d'infrastructure et de main-d'œuvre. Tous les systèmes de traitement auront des dépenses dans ces catégories, mais les coûts varieront selon la taille et la complexité du système.

Il faut tenir compte de la disponibilité de la main-d'œuvre pour exploiter le système. Tous les systèmes exigent une certaine supervision et un certain entretien, mais ces éléments varieront. Un système qui nécessite une supervision minimale peut être plus onéreux au départ. Une ou des personnes devront être assignées aux tâches d'exploitation et d'entretien.

## 2.3 Embauche d'un expert-conseil

Un expert-conseil peut être un investissement rentable à titre de chef de projet général ou durant les étapes de conception. Les experts-conseils apportent de l'expérience, des contacts dans l'industrie et une expertise en gestion de projet. Les étapes liées à l'embauche d'un expert-conseil sont résumées à la figure 2.2



Figure 2.2. Étapes liées à l'embauche d'un expert-conseil.

### 1<sup>re</sup> étape : Définir le rôle de l'expert-conseil

L'étendue du travail de l'expert-conseil varie selon les besoins de l'installation. Par exemple, l'expert-conseil devrait être responsable des éléments suivants :

- réaliser une analyse des coûts et des avantages des technologies proposées;
- fournir un soutien technique et en gestion du projet;
- gérer et caractériser les échantillons d'eau de lavage;
- trouver des façons de réduire la consommation d'eau et les charges;
- préparer les documents sur les caractéristiques du matériel et les modalités et conditions;
- préparer les documents et gérer le processus d'acquisition jusqu'à l'émission d'un bon de commande à un fournisseur;
- gérer la totalité du projet de la préparation des caractéristiques du matériel à l'acceptation du matériel installé;

- prodiguer des conseils et faire le travail de préparation concernant l'obtention des approbations et des permis réglementaires;
- aider à mettre en service le projet à partir du démarrage, former les exploitants et fournir un soutien continu en matière de conformité.

La documentation de l'étendue du travail avant de procéder à l'embauche de l'expert-conseil afin de préparer un énoncé clair des responsabilités de ce dernier est une bonne pratique.

### 2<sup>e</sup> étape : Obtenir des propositions écrites

Un devis ne consiste pas seulement à demander de l'aide à quelqu'un pour résoudre un problème. Obtenez de plusieurs experts-conseils des propositions écrites qui comprennent les éléments suivants :

- une description du problème devant être résolu;
- la liste des responsabilités et des modalités de reddition des comptes de l'expert-conseil;
- le coût des services de consultation (généralement sous la forme de \$/h);
- le coût des déplacements et des dépenses (p. ex., kilométrage, repas, hébergement, etc.);
- les périodes de facturation et la méthode de paiement (p. ex., la fréquence à laquelle l'expert-conseil peut présenter des factures pour paiement);
- les qualifications, l'expérience et les références de l'expert-conseil;
- le calendrier des rencontres et de la présentation de rapports (l'expert-conseil devrait fournir régulièrement au client des rapports sur l'état du projet);
- un échéancier pour la réalisation du projet incluant les étapes clés, pouvant être présenté dans un diagramme de Gantt (figure 2.3);
- une preuve d'assurance et du niveau de couverture.

### Contrat de consultation – exemple de diagramme de Gantt

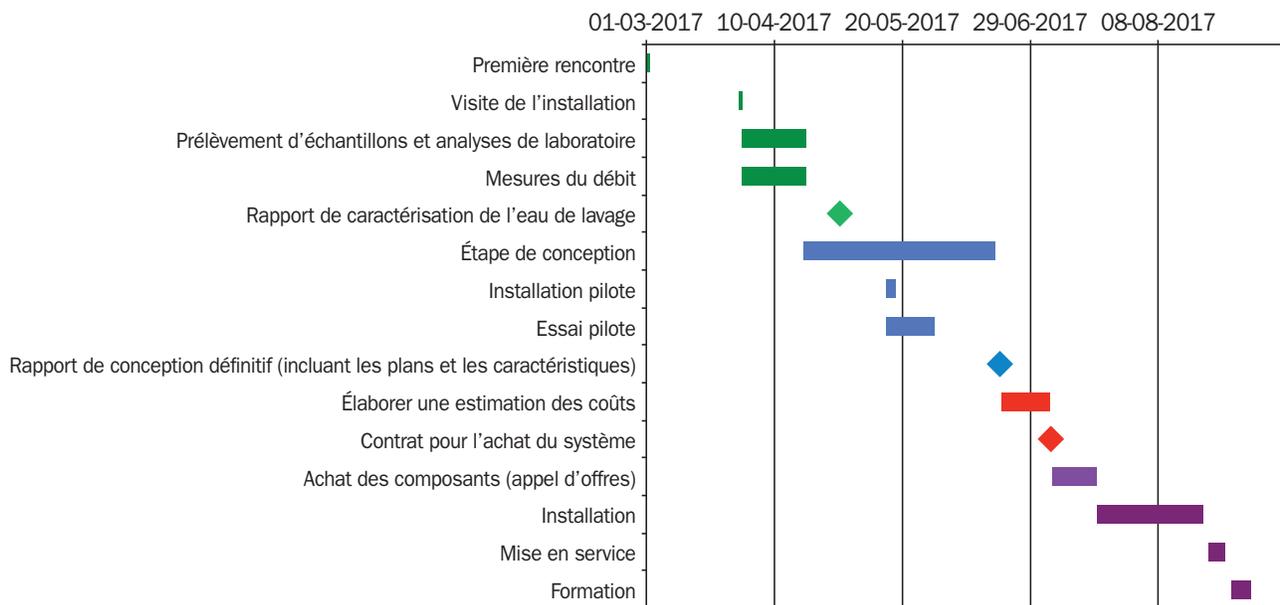


Figure 2.3. Exemple d'échéancier (p. ex. un diagramme de Gantt) qu'un expert-conseil peut fournir pour la gestion du projet.

### 3<sup>e</sup> étape : Choisir l'expert-conseil

Choisissez un expert-conseil qui convient au projet et ne prenez pas une décision uniquement en fonction du coût. Confirmez les qualifications de l'expert-conseil et communiquez avec les références fournies. L'embauche d'un expert-conseil ayant une expérience directe dans le traitement de l'eau de lavage améliore la probabilité de la réussite d'un projet.

### 4<sup>e</sup> étape : Superviser l'expert-conseil

L'équipe de projet doit continuer à travailler avec l'expert-conseil tout au long du projet. Surveillez l'avancement du projet, la façon dont il progresse et les problèmes qui surviennent. Conservez un registre de toutes les communications avec l'expert-conseil, en particulier celles qui concernent des décisions ou des modifications importantes.

Le contrat signé avec l'expert-conseil établira le moment des rapports sur l'état du projet et des rencontres. Les décisions clés du projet, comme le type de matériel de traitement à acheter, l'approbation du paiement d'acomptes et l'acceptation définitive du matériel devraient demeurer la responsabilité de l'équipe de projet, pas de l'expert-conseil. Chaque facture de l'expert-conseil devrait être accompagnée d'un registre des heures et des dépenses facturables.

## 2.4 Survol du lavage des légumes et des fruits

### 2.4.1 Lavage des cultures

Les légumes et les fruits qui sont lavés après la récolte peuvent être répartis en trois groupes en fonction des charges potentielles de l'eau de lavage.

1. Les plantes racines cultivées dans le sol transportent la charge de matières solides la plus lourde pour un processus de lavage donné (p. ex., carottes ou panais).
2. Les cultures cultivées sur le sol auront une charge de matières solides moins importante. Il s'agit souvent de poussière transportée par le vent ou d'éclaboussures de terre causées par la pluie. Il peut s'agir :
  - de cultures cultivées juste au-dessus du sol (p. ex., poivrons, tomates, choux, légumes-feuilles ou melons);
  - de petits bulbes ou de petites racines sous le sol qui sont récoltés avec leurs parties hors sol (p. ex., poireaux ou bottes de radis).
3. Les cultures arboricoles et de cucurbitacées (p. ex., pommes, pêches) contiennent les plus petites quantités de matières solides lors du lavage et ajoutent des tiges, des feuilles, de la poussière et du duvet à l'eau de lavage.

Des éléments nutritifs se retrouvent dans l'eau de lavage par le truchement :

- du sol;
- des morceaux de fruits et de légumes frais brisés;
- du jus (amidon et sucres) des fruits et de légumes frais.

### 2.4.2 Processus de lavage

Plusieurs processus de lavage peuvent être combinés pour laver les légumes et les fruits. L'eau utilisée pour le premier lavage extrait les charges les plus lourdes. La qualité et la quantité de l'eau de lavage dépendent de la complexité du processus de lavage et des produits agricoles qui sont lavés.

### Réservoirs de récolte

Les réservoirs de récolte permettent un atterrissage en douceur lors du vidage des caisses de fruits et de légumes frais et offrent un premier lavage (figure 2.4). Lorsqu'ils sont utilisés, ils représentent généralement la première étape du processus de lavage. Les produits agricoles sont chargés sur un transporteur, basculés, déposés ou immergés (figures 2.5 et 2.6). Le réservoir peut être aéré pour aider à extraire les matières solides des fruits et des légumes frais avant de les transformer. Les matières solides accumulées peuvent être extraites par le bas du réservoir.

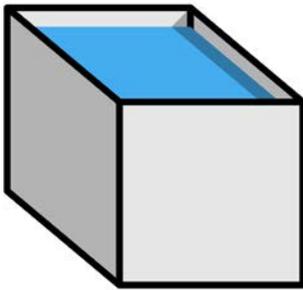


Figure 2.4. Diagramme d'un réservoir de récolte.



Figure 2.5. Pommes de terre dans un réservoir de récolte.



Figure 2.6. Carottes dans un réservoir de récolte.

### Canaux de manutention

Des canaux de manutention déplaçant les produits d'un endroit à un autre à l'aide d'eau (figure 2.7) constituent une manière douce de déplacer les fruits et les légumes frais et permettent d'effectuer un lavage passif (figure 2.8). On peut retrouver des canaux de manutention à toutes les étapes du processus de lavage.

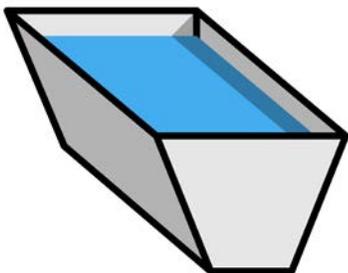


Figure 2.7. Diagramme d'un canal de manutention.



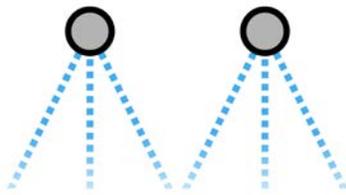
Figure 2.8. Pommes dans un canal de manutention.

### Systèmes de refroidissement à l'eau

Les systèmes de refroidissement à l'eau sont utilisés pour refroidir les fruits et les légumes frais (p. ex., barres de pulvérisation, cuves d'immersion) et nécessitent une source d'eau froide ou un refroidisseur pour refroidir l'eau. Les systèmes de refroidissement à l'eau extraient également une certaine quantité de matières solides et de débris des produits agricoles.

### Rinçages

Une méthode fréquente de lavage utilise les buses d'une barre de pulvérisation pour rincer les fruits et les légumes frais (figures 2.9 et 2.10) et peut être utilisée pour tous les types de cultures. L'ampleur de la charge captée dans l'eau dépend de la quantité de matières solides qui se trouvent sur les fruits et les légumes frais. Portez particulièrement attention à la pression et au débit nécessaires pour enlever la quantité de matière solide voulue sur les fruits et les légumes frais. Si la pression est trop forte, des produits agricoles fragiles peuvent être endommagés par le jet d'eau et réduire la valeur, la durée de conservation et l'apparence des fruits et des légumes frais. Le jus (contenant des sucres et de l'amidon) et les morceaux de fruits et de légumes frais provenant de telles blessures peuvent contribuer aux éléments nutritifs présents dans l'eau de lavage.



**Figure 2.9. Diagramme d'une barre de pulvérisation.**

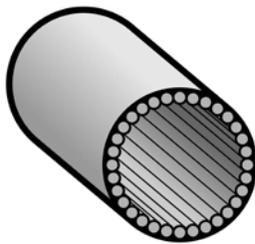


**Figure 2.10. Lavage de carottes à l'aide d'une barre de pulvérisation.**

Source: Farm & Food Care Ontario ([www.farmfoodcareon.org](http://www.farmfoodcareon.org)).

### Cylindres de lavage et de polissage

Les cylindres de lavage et de polissage (figure 2.11) utilisent une combinaison de barres de pulvérisation et de tambours rotatifs pour rincer les salissures des fruits et des légumes frais (figure 2.12). Les cylindres de polissage comportent une série de brosses ou de rouleaux qui tournent dans le sens opposé du cylindre, ajoutant des capacités de nettoyage supplémentaires grâce au frottement des surfaces (figure 2.13). Les cylindres de polissage peuvent aussi être utilisés pour éplucher certains types de fruits et de légumes frais. Ces méthodes de lavage sont principalement utilisées pour les légumes racines. La charge de solides et d'éléments nutritifs de l'eau existante est élevée en raison des concentrations de salissures et de pelures dans l'eau de lavage. Les cylindres de polissage peuvent être utilisés comme étape sans eau avant le lavage lorsque les produits agricoles sont secs.



**Figure 2.11. Diagramme d'un cylindre de lavage et de polissage.**



**Figure 2.12. Intérieur d'un cylindre de lavage.**



**Figure 2.13. Intérieur d'un cylindre de polissage.**

**Derniers rinçages**

Un dispositif de dernier rinçage par aspersion en hauteur avec de l'eau potable (figure 2.14) peut être utilisé pour satisfaire aux règlements en matière d'innocuité des aliments ou comme étape de finition après un processus n'incluant pas un lavage (p. ex., tranchage ou épluchage). Règle générale, cette étape ajoute très peu de matières solides ou d'éléments nutritifs à l'eau.



**Figure 2.14. Pommes de terre recevant un dernier rinçage.**

## 2.5 Qualité de l'eau pour la production de légumes et de fruits

---

Les étapes qui utilisent de l'eau comprennent le lavage primaire, le lavage secondaire et les applications de dernier rinçage. Selon l'utilisation prévue pour l'eau, différentes normes de qualité de l'eau doivent être respectées.

**Lavage primaire**

De l'eau non traitée ou non potable peut être utilisée uniquement pour le lavage s'il est suivi d'un dernier rinçage à l'eau potable. Analysez la présence d'*E. coli* et de coliformes totaux dans l'eau au moins deux fois par année; une fois avant le début de la saison et à nouveau à la mi-saison. Analysez l'eau à la source et au point de service.

**Lavage secondaire**

L'eau est utilisée pour des activités comme le lavage, la manutention par canaux, le rinçage, la brumisation, la fabrication de glace, la réfrigération, le nettoyage du matériel, le polissage, le découpage et le lavage des mains. La pratique optimale consiste à utiliser de l'eau potable.

### Eau du dernier rinçage

L'eau du dernier rinçage doit respecter les normes pour l'eau potable (*Loi sur les produits agricoles au Canada, 1985, Règlement sur les fruits et les légumes frais, C.R.C., ch. 285*). L'eau potable doit avoir une numération de coliformes totaux de 0 CFU/100 mL et une numération d'*E. coli* de 0 CFU/100 mL. Lorsque l'eau est utilisée à d'autres fins (p. ex., eau potable), des exigences supplémentaires doivent être respectées (*Loi de 2002 sur la salubrité de l'eau potable, Règl. de l'Ont. 169/03 : Normes de qualité de l'eau potable de l'Ontario*).

Des objectifs esthétiques (p. ex., eau sulfureuse) (*document d'aide technique pour les normes, directives et objectifs associés à la qualité de l'eau potable en Ontario, [www.ontla.on.ca/library/repository/mon/14000/263450.pdf](http://www.ontla.on.ca/library/repository/mon/14000/263450.pdf) [en anglais seulement]*).

Si l'eau potable est entreposée dans un réservoir, nettoyez le réservoir pour garantir que l'eau demeure potable pendant qu'elle est entreposée. Pour de plus amples renseignements, consultez la publication du MAAARO, *Guide de nettoyage et d'assainissement pour la préparation des aliments d'origine végétale*,

[www.omafr.gov.on.ca/french/food/inspection/fruitveg/sanitation\\_guide/cs-guidebook.htm](http://www.omafr.gov.on.ca/french/food/inspection/fruitveg/sanitation_guide/cs-guidebook.htm)



#### SAVIEZ-VOUS QUE...

L'eau d'irrigation devrait présenter moins de 1 000 CFU de coliformes totaux/100 mL et moins de 100 CFU d'*E. coli*/100 mL d'eau. Analysez l'eau au moins deux fois par année — une fois avant le début de la saison et à nouveau à la mi-saison. Analysez l'eau à la source et au point de service afin d'obtenir une meilleure idée de la qualité de l'eau et des tendances en cette matière. Si vous suivez un programme de salubrité des aliments (p. ex., CanadaGAP, [www.canadagap.ca](http://www.canadagap.ca)), assurez-vous d'en comprendre les exigences spécifiques liées à l'analyse de l'eau, puisqu'elles peuvent être différentes de celles décrites dans le présent guide. La qualité de l'eau avant la récolte pourrait grandement se répercuter sur le produit et la qualité de l'eau de lavage qui en résulte. Assurez-vous de respecter toutes les lignes directrices d'utilisation pertinentes.

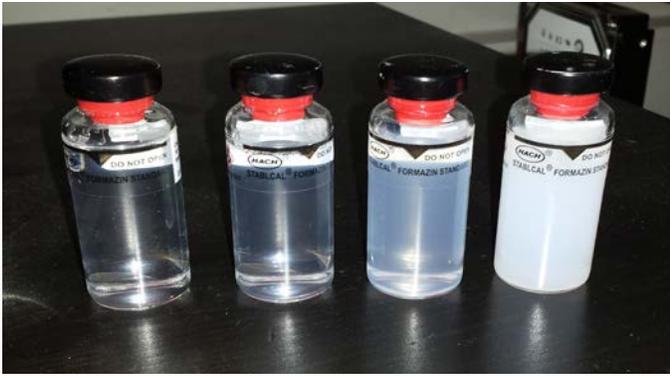
## 2.6 Paramètres de la qualité de l'eau

Surveillez toujours les paramètres de la qualité de l'eau à des fins environnementales et de salubrité des aliments. Ces paramètres comprennent la limpidité, la concentration en éléments nutritifs, la matière organique, l'oxygène dissous, le pH et les concentrations microbiologiques de l'eau.

### Limpidité de l'eau

Le total des solides en suspension (TSS), du total des solides dissous (TSD) et de la turbidité sont tous des mesures de la limpidité de l'eau. Le TSS est une mesure de la concentration de solides (mg/L) capturés dans un filtre. Les plus petites particules qui traversent le filtre sont considérées comme des solides dissous et sont quantifiées comme TSD (mg/L).

La turbidité est une autre façon de quantifier la limpidité de l'eau, mesurée en unités de turbidité néphélométrique (uTN). Des exemples de solutions avec différentes mesures de turbidité sont montrés à la figure 2.15.



**Figure 2.15. Exemple de solutions avec une turbidité variable (de gauche à droite, 10 uTN, 20 uTN, 100 uTN et 800 uTN).**

azote et phosphore) et de la matière organique, et ils fournissent des sites de fixation pour les agents pathogènes.

### Éléments nutritifs

Dans l'eau de lavage, l'**azote (N)** se retrouve sous différentes formes, dont le nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ), l'ammonium/ammoniac ( $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ ) et l'azote organique, et est mesuré en mg/L. L'azote total Kjeldahl (ATK) est une combinaison d'azote organique et d'ammonium/ammoniac.

Les concentrations d'azote dans l'eau de lavage des produits agricoles sont souvent assez faibles et ne représentent généralement pas un problème. Tant les concentrations d'ammonium/ammoniac que d'azote organique peuvent être élevées et nécessiter un traitement avant le rejet dans l'environnement. L'ammoniac peut s'avérer extrêmement toxique pour différentes espèces aquatiques, raison pour laquelle les niveaux de rejets en sont réglementés. L'azote organique qui se trouve dans la matière végétale est souvent lié à la matière organique et n'est pas immédiatement disponible pour réagir. Cependant, lorsque ces molécules organiques de grande taille se dégradent, l'azote est libéré et peut avoir des répercussions négatives sur l'eau.

Dans l'eau de lavage, le **phosphore (P)** se retrouve sous la forme de phosphate (ortho-phosphate,  $\text{PO}_4^{3-}$ ), de P particulaire et de P dissous. Le phosphore total (PT) est la somme de toutes les formes de phosphore et est la forme la plus utilisée lors de l'évaluation de la qualité de l'eau.

Toutes les formes de phosphore peuvent se retrouver dans l'eau de lavage agricole à des concentrations modérées. Le PT est réglementé et est considéré comme un polluant important. Un excédent de phosphore introduit dans un cours d'eau peut causer des épisodes d'eutrophisation qui entraînent des efflorescences algales. L'eutrophisation survient lorsque la prolifération d'algues meurt et se décompose. L'oxygène dans le système s'épuise, entraînant la mort des poissons et d'autres organismes aquatiques. Certaines efflorescences algales génèrent des composés toxiques qui peuvent avoir des répercussions négatives sur la santé humaine et du bétail.

### Matière organique

La quantité de matière organique (MO) dans l'eau de lavage est déterminée en mesurant la quantité d'oxygène consommée durant la décomposition de la matière organique. C'est ce qui est déclaré comme la demande biochimique en oxygène (DBO) en mg/L.

La mesure de la quantité d'oxygène utilisée pour décomposer la portion de carbone de la matière organique est appelée demande biochimique en oxygène des matières carbonées (DBOC), soit la forme de DBO la plus utilisée dans ce guide.

L'eau de lavage des fruits et des légumes frais entraîne souvent une demande en oxygène élevée en raison des volumes importants de MO. L'excès de MO dans un cours d'eau cause une perte rapide d'oxygène en raison de sa consommation lors de la décomposition de la MO, et peut aussi entraîner le blocage des conduites et une diminution de l'efficacité des systèmes de désinfection.

L'eau de lavage des fruits et des légumes frais peut contenir un TSS élevé et avoir une turbidité élevée. Le principal composant de la charge de matières solides est la salissure lavée des produits agricoles. Les solides en suspension sont considérés comme problématiques dans l'eau de lavage parce qu'ils réduisent la limpidité de l'eau, bloquent la tuyauterie et les conduites d'irrigation et interfèrent avec les technologies de désinfection. Si elle est directement rejetée dans l'eau de surface, l'eau de lavage avec des concentrations élevées de solides et une turbidité élevée pourrait rajouter des sédiments dans les systèmes aquatiques. Les matières solides peuvent aussi contenir d'autres substances paramétrées, comme des éléments nutritifs (p. ex.,

### Oxygène dissous

L'oxygène dissous (OD) est la concentration d'oxygène dans l'eau, déclarée en mg/L. Les organismes aquatiques (p. ex., poissons) ont besoin d'une quantité d'OD suffisante dans l'eau pour vivre. Les cours d'eau en santé présentent généralement des concentrations d'OD se situant dans une fourchette de 7 à 10 mg/L.

L'eau de lavage des fruits et des légumes frais peut contenir une concentration élevée de MO et la décomposition naturelle de la matière organique dans l'eau consomme l'oxygène. Si l'OD dans l'eau de lavage est faible, il est possible que l'eau de lavage contienne encore de la MO, ce qui peut entraîner une DBO élevée lorsqu'elle est rejetée dans un cours d'eau. Lorsque vous interprétez des données sur l'OD, n'oubliez pas que l'OD varie également en fonction de la température, de la profondeur de l'eau, de la vitesse du débit de l'eau et des composants biologiques du système.

### Bilans microbiologiques

Les agents pathogènes sont des microorganismes pouvant causer des maladies chez l'humain, les animaux et les végétaux. L'analyse d'échantillons d'eau pour tous les microorganismes possibles n'est ni rentable ni technologiquement possible. Les échantillons d'eau de lavage agricole sont donc analysés pour détecter la présence de coliformes totaux et d'*E. coli*. Si les coliformes totaux ou *E. coli* dans un échantillon d'eau dépassent les concentrations maximales, un traitement supplémentaire et plus efficace est nécessaire.

Les agents pathogènes (p. ex., humains et végétaux) dans l'eau de lavage agricole sont une préoccupation importante pour la salubrité des aliments, la santé des végétaux et la conformité environnementale. Les concentrations d'agents pathogènes dans l'eau utilisée pour le lavage des fruits et des légumes frais sont une préoccupation importante et il est souvent nécessaire de recourir à des technologies de désinfection pour garantir que l'eau du dernier rinçage satisfait aux normes régissant l'eau potable. Certains agents pathogènes végétaux peuvent se propager dans les cultures par le truchement de l'eau de lavage provenant de l'irrigation ou de l'épandage au sol. Surveillez les concentrations d'agents pathogènes dans les eaux de lavage rejetées puisqu'elles peuvent présenter un risque de contamination environnementale pouvant compromettre la qualité des ressources hydriques communes.

## 2.7 Points d'arrivée

Après avoir été produite et traitée par une installation de lavage, l'eau de lavage peut être utilisée ou rejetée à plusieurs endroits.

### 2.7.1 Épandage au sol

L'eau de lavage peut être épandue sur le sol par irrigation, répandue par camion-citerne ou à l'aide d'un système de bandes de végétation filtrantes. Les épandages devraient correspondre aux besoins en eau et en éléments nutritifs des cultures et à la capacité de rétention d'eau du sol. Les systèmes de bandes de végétation filtrantes utilisent l'eau coulant sur une pente conçue à cet effet, où le débit correspond à la capacité de rétention d'eau du sol. Ces options sont applicables uniquement lorsque des terres appropriées sont disponibles en quantités suffisantes. Un entreposage adéquat peut être nécessaire pour équilibrer la production d'eau de lavage et le moment de l'épandage au sol. Consultez le MAAARO (p. ex., *Loi de 2002 sur la gestion des éléments nutritifs*) et le bureau local du ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique (MEACC) (p. ex., autorisations environnementales) pour en savoir plus sur les autorisations exigées. Assurez-vous de posséder les permis et les autorisations nécessaires avant de construire les structures d'entreposage et de procéder à l'épandage de l'eau de lavage.

### 2.7.2 Réutilisation dans l'installation

L'eau de lavage usée peut être recueillie, traitée et réutilisée dans l'installation de lavage. L'étape à laquelle l'eau de lavage est réutilisée dicte le traitement nécessaire. Les options de réutilisation vont de la réutilisation durant les premières étapes de lavage jusqu'au traitement de l'eau pour atteindre les normes pour l'eau potable permettant de la réutiliser durant le dernier rinçage. La réutilisation intensive de l'eau pourrait réduire ou éliminer tous les rejets d'eau de lavage dans l'environnement.

### 2.7.3 Rejets souterrains

Le rejet d'eau de lavage sous la surface du sol est généralement réalisé par l'entremise d'un champ d'épuration. Cette eau de lavage peut exiger un prétraitement avant d'être rejetée dans le champ d'épuration. Consultez le bureau local du MEACC pour connaître les exigences liées à une autorisation environnementale (AE) et discutez avec d'autres instances (p. ex., municipalité, office de conservation de la nature, bureau de santé publique) concernant les autorisations requises. Assurez-vous de détenir les permis et les autorisations nécessaires avant de procéder à des rejets ou de commencer la construction.

### 2.7.4 Rejets dans les eaux de surface

Sous réserve des autorisations exigées en vertu de la réglementation applicable (p. ex., autorisation environnementale), l'eau de lavage peut être rejetée dans les eaux de surface. Consultez le bureau local du MEACC concernant les autorisations exigées. Cette eau de lavage exige vraisemblablement un traitement avant d'être rejetée, et vous devez détenir les permis et les autorisations nécessaires avant de pouvoir procéder à des rejets.

### 2.7.5 Installation municipale de traitement des eaux usées

L'eau de lavage peut être envoyée par un système de conduites ou par camion dans une installation municipale de traitement des eaux usées. Communiquez avec la municipalité pour voir si cette option est possible. La caractérisation de l'eau de lavage est nécessaire et l'autorisation est accordée au cas par cas. Le règlement municipal sur les eaux usées définit la quantité et la qualité de l'eau de lavage qui peut être acceptée et les droits afférents. Les municipalités peuvent exiger un certain prétraitement avant que l'eau de lavage puisse être acceptée par l'installation de traitement des eaux usées et/ou des frais supplémentaires peuvent s'appliquer.

Si l'eau de lavage est transportée par camion, envisagez de conclure un contrat à long terme avec un transporteur autorisé, puisqu'il détient les autorisations exigées pour le transport et le déchargement à l'installation de traitement.

## 2.8 Autorisations

Des autorisations obligatoires sont souvent exigées pour prélever de l'eau ou rejeter de l'eau dans l'environnement. Cette partie décrit les exigences liées aux permis de prélèvement d'eau, à l'épandage au sol aux termes de la *Loi de 2002 sur la gestion des éléments nutritifs* et des autorisations environnementales. De plus, les arrêtés environnementaux exigeant des plans de dépollution et des études sur la capacité d'autoépuration sont aussi abordés.

### 2.8.1 Plans de dépollution

Un plan de dépollution peut être utilisé par le MEACC comme mesure provisoire pendant qu'une AE est élaborée et approuvée. Cela ressemble à un arrêté de mesures préventives, lorsque les circonstances le justifient. Un plan de dépollution peut être exigé après l'inspection de l'installation par un agent de l'environnement. Ce plan est la feuille de route qui décrit la manière dont l'installation répond aux problèmes circonscrits durant l'inspection.

Il doit aborder toutes les préoccupations soulevées par le MEACC et comprend vraisemblablement les éléments suivants :

- le volume d'eaux usées produit chaque jour;
- les améliorations proposées au système de traitement ou au traitement;
- un échéancier pour les différentes étapes;
- des croquis détaillés décrivant le processus de traitement de l'eau de lavage de l'installation identifiant clairement les points de rejet dans l'environnement;
- une description de la façon dont les rejets ont été contrôlés par le passé;
- toutes les données disponibles sur la quantité et la qualité des rejets passés;
- un calendrier pour l'échantillonnage et l'analyse de l'eau de lavage.

Un plan de dépollution est un document juridique contraignant. Les étapes et échéanciers qu'il fixe doivent être respectés. Conservez des dossiers pour prouver la mise en œuvre du plan au MEACC.

### 2.8.2 Permis de prélèvement d'eau

Un permis de prélèvement d'eau du MEACC est exigé pour les prélèvements supérieurs à 50 000 L/jour d'eau, qu'il s'agisse d'eau de surface ou souterraine. Cela comprend l'eau prélevée de lacs, d'étangs, de rivières, de fossés et de puits, même si ces sources sont construites ou se trouvent entièrement sur la propriété de l'installation. La limite de prélèvement quotidienne totale est cumulative pour toutes les sources d'eau sur la propriété. Des exemptions existent pour les prélèvements supérieurs à 50 000 L/jour destinés à l'abreuvement direct (sans entreposage) des animaux, l'arrosage des jardins et des pelouses résidentiels, la lutte contre les incendies ou si l'eau est fournie par quelqu'un qui détient déjà un permis de prélèvement d'eau (p. ex., eau d'un réseau municipal).

Une fois qu'un permis est délivré, les volumes quotidiens prélevés doivent être mesurés, enregistrés quotidiennement et déclarés annuellement. Des modalités et des conditions additionnelles peuvent être imposées sur le permis.

Des renseignements sur le permis et le processus de demande sont disponibles au [www.ontario.ca/fr/page/permis-de-prelevement-deau](http://www.ontario.ca/fr/page/permis-de-prelevement-deau), comme l'exige la *Loi de 1990 sur les ressources en eau de l'Ontario*.

## Sommaires des exigences de l'autorisation

Le tableau 2-1 est un sommaire des options et des autorisations afférentes concernant l'eau de lavage.

**Tableau 2-1. Options de gestion de l'eau de lavage**

Destination de l'eau de lavage	Autorisations applicables
Épandage au sol (p. ex., épandage, irrigation, bande de végétation filtrante)	AE ou plan de gestion des matières de source non agricole (MSNA) ou stratégie/plan de gestion des éléments nutritifs (S/PGEN)
Aucun rejet (recyclage complet)	Aucune autorisation de rejet de l'eau de lavage (c.-à-d. AE) exigée, mais obligation de tenir compte des exigences liées à la salubrité des aliments
Eau souterraine (p. ex., champ d'épuration, installation septique)	Si >10 000 L/jour : AE requise Si <10 000 L/jour : autorisation locale conformément au Code du bâtiment de l'Ontario, 2012
Eaux de surface	AE
Égout municipal	Autorisation de l'organisme d'exploitation et municipale

### 2.8.3 Épandage au sol

L'eau de lavage peut être épandue au sol en vertu d'une AE approuvée (délivrée par le MEACC), d'une stratégie ou d'un plan de GEN ou d'un plan de gestion des MSNA (délivrés par le MAAARO). L'épandage doit constituer une utilisation bénéfique et respecter les exigences prescrites de la manière décrite dans la réglementation. L'entreposage de l'eau de lavage est souvent nécessaire puisque l'épandage au sol peut être impossible si le sol est mouillé ou gelé. L'épandage au sol peut être limité par les éléments suivants :

- la texture du sol;
- les conditions climatiques (p. ex., sol saturé, gelé ou couvert de neige);
- l'absorption par les récoltes;
- la topographie;
- la proximité des eaux de surface et souterraines;
- la proximité de voisins;

- la profondeur de la roche-mère;
- la teneur en éléments nutritifs de l'eau de lavage (p. ex., utilisation bénéfique);
- la proximité de puits et de zones de protection des sources d'eau.

Les ressources sur la gestion des éléments nutritifs du MAAARO sont disponibles au [www.omafra.gov.on.ca/french/agops/index.html](http://www.omafra.gov.on.ca/french/agops/index.html)

### 2.8.4 Processus réglementaire pour l'autorisation de rejet

Aux termes de la *Loi de 1990 sur les ressources en eau de l'Ontario*, les exploitations de lavage agricole effectuant des rejets dans les eaux souterraines ou de surface ont l'obligation d'obtenir une AE du MEACC. Les étapes pour obtenir une AE peuvent comprendre un plan de dépollution, une étude sur la capacité d'autoépuration et des discussions avec les représentants locaux du MEACC.

### 2.8.5 Autorisation environnementale

Une autorisation environnementale (AE) est une exigence en vertu de la *Loi sur les ressources en eau de l'Ontario*. C'est un accord juridique entre le MEACC et une exploitation qui établit des conditions précises, notamment :

- le matériel et la technologie de traitement approuvés;
- les conditions d'exploitation;
- les limites de rejet (volume et qualité);
- les exigences en matière de surveillance et d'établissement de rapports;
- toute autre exigence.

Le processus d'AE exige une consultation préalable avec l'administration locale et le personnel du MEACC. Une fois l'autorisation finale reçue du MEACC, la construction et l'exploitation peuvent commencer. Il est recommandé d'embaucher un expert-conseil pour avoir de l'aide avec le processus réglementaire.

Les ressources du MEACC sur les AE sont disponibles à [ontario.ca/fr/page/autorisations-environnementales](http://ontario.ca/fr/page/autorisations-environnementales).

### 2.8.6 Rejet dans les eaux de surface et souterraines

L'eau de lavage peut être rejetée dans les eaux de surface ou souterraines en vertu d'une AE. Les limites de rejet dans les eaux de surface (p. ex., lacs ou ruisseaux) sont déterminées par le MEACC. L'objectif de ces limites est de s'assurer que la qualité du cours d'eau récepteur n'est pas détériorée en raison du rejet d'eau de lavage. Le MEACC exige souvent des études supplémentaires (p. ex., capacité d'autoépuration) pour déterminer les limites de rejet. Les coûts de ces études sont de la responsabilité de l'exploitant ou de l'installation.

Le rejet dans les eaux souterraines peut survenir par l'entremise :

- d'un champ d'épuration autorisé localement (< 10 000 L/jour) conformément au Code du bâtiment de l'Ontario, 2012;
- d'un champ d'épuration autorisé par une AE (> 10 000 L/jour).



**SAVIEZ-VOUS QUE...** La capacité d'autoépuration renvoie à la capacité d'un cours d'eau à recevoir l'eau de lavage traitée sans compromettre sa qualité générale. Ces études sont utilisées pour modéliser les répercussions des rejets provenant des stations d'épuration des eaux d'égout, du ruissellement des eaux pluviales et de l'eau de lavage agricole dans un bassin hydrographique. Le bassin hydrographique peut être aussi petit qu'un ruisseau local ou aussi grand qu'un lac entier ou un réseau hydrographique complet. Ces études se fondent sur de précédents travaux portant sur le bassin hydrographique et sont souvent réalisées en partenariat avec les offices de protection de la nature locaux.



**SAVIEZ-VOUS QUE...** La réglementation exige que les analyses d'échantillons soient effectuées par une méthode approuvée ou un laboratoire autorisé. Vérifiez que le laboratoire choisi est acceptable pour le destinataire des données échantillonnées.

### 2.8.7 Inspections par un agent environnemental

Un agent provincial du MEACC a le pouvoir d'inspecter les exploitations de lavage agricole pour s'assurer de la conformité avec les différentes lois environnementales, dont les suivantes :

- *Loi sur la protection de l'environnement, 1990*
- *Loi sur les ressources en eau de l'Ontario, 1990*
- *Loi de 2002 sur la gestion des éléments nutritifs*
- *Loi sur les pesticides, 1990*

Une exploitation considérée comme non conforme doit prendre des mesures pour corriger la situation. Le MEACC produit un rapport qui résume les résultats de l'inspection et d'éventuelles mesures exigées. Dans certains cas, un arrêté d'un agent provincial peut être délivré. La réponse à l'arrêté peut inclure la présentation d'un plan de dépollution ou l'obtention d'autorisations.

### 2.9 Questions fréquemment posées

Les exigences environnementales sont complexes et plusieurs idées fausses existent. Voici une liste de questions fréquemment posées.

#### **Le mélange des eaux pluviales et de l'eau de lavage diluera-t-il les contaminants dans l'eau de lavage et facilitera-t-il le respect des limites de rejet?**

**Réponse :** Non. Les eaux pluviales sont gérées différemment de l'eau de lavage et les deux flux doivent être gardés séparés. Même si les concentrations sont plus faibles, la charge totale de contaminants est la même et peut avoir une répercussion sur le cours d'eau récepteur. Ajouter des eaux pluviales à l'eau de lavage exige un système de traitement plus important dont l'achat et l'exploitation sont plus onéreux.

#### **L'eau de lavage devrait-elle être utilisée comme engrais en raison des éléments nutritifs dissous?**

**Réponse :** Pas nécessairement. La concentration des éléments nutritifs dissous dans l'eau de lavage peut être très faible. L'eau de lavage peut être utilisée pour compléter les besoins en eau des cultures, mais des apports d'engrais supplémentaires peuvent être nécessaires pour satisfaire aux besoins en éléments nutritifs des cultures.

#### **L'eau de lavage est-elle remplie d'éléments nutritifs parce qu'elle a une concentration en TSS élevée?**

**Réponse :** Non. Le TSS élevé dans l'eau de lavage des légumes racines est basé sur les particules de sol restant dans la solution et n'est pas une indication qu'elle est un engrais valable. Afin de déterminer la valeur des éléments nutritifs de l'eau de lavage, laissez le sol se sédimenter et faites un nouvel échantillonnage. Les eaux de lavage avec de faibles concentrations d'éléments nutritifs peuvent ne pas satisfaire les besoins en éléments nutritifs de la culture et de l'engrais supplémentaire peut être nécessaire.

#### **Est-il possible d'éviter d'avoir besoin d'une AE en utilisant l'eau de lavage à des fins d'irrigation au lieu de la rejeter dans les eaux de surfaces?**

**Réponse :** Non. Lorsque vous épandez l'eau de lavage au sol (y compris par irrigation), une AE ou une approbation aux termes de la *Loi de 2002 sur la gestion des éléments nutritifs* est exigée.

***L'eau de lavage devrait-elle être traitée avant de servir à des fins d'irrigation?***

**Réponse :** Oui. Un certain traitement peut être exigé avant d'utiliser l'eau de lavage à des fins d'irrigation. Les matières solides contenues dans l'eau de lavage peuvent bloquer les pompes, les conduites, les pulvérisateurs ou les goutteurs. L'innocuité des aliments et les agents pathogènes végétaux dans l'eau de lavage devraient être tenus en compte avant l'irrigation.

***L'eau de lavage peut-elle servir à l'irrigation, peu importe la concentration?***

**Réponse :** Non. La quantité d'eau de lavage qui peut être utilisée sur une culture en croissance est généralement d'un pouce d'eau par semaine, s'il n'y a pas de pluie. Il sera nécessaire d'entreposer l'eau de lavage lorsqu'il y a une pluviosité élevée.

***L'irrigation peut-elle avoir lieu toute l'année durant?***

**Réponse :** Non. Il est inacceptable d'épandre l'eau de lavage sur un sol saturé, gelé ou couvert de neige. L'irrigation est limitée aux moments de l'année où les cultures sont en croissance. Il faudra recourir à l'entreposage ou à une autre méthode d'élimination durant les mois d'hiver.

***Un bassin d'eau de lavage a-t-il besoin d'un revêtement?***

**Réponse :** Oui. Un revêtement est généralement exigé pour éviter que l'eau souterraine pénètre dans le bassin ou que l'eau de lavage sorte du bassin. Un revêtement peut être fait d'argile, d'une géomembrane ou de ciment. Afin de respecter les exigences d'exploitation et réglementaires, consultez un expert-conseil pour qu'il vous aide à choisir un revêtement. Les bassins de décantation exigent d'être nettoyés régulièrement pour extraire les dépôts de sol.

***L'eau de lavage peut-elle être rejetée dans une zone naturelle (boisée ou herbeuse) où les végétaux l'utiliseront?***

**Réponse :** Non. L'eau de lavage ne peut pas être rejetée dans une zone naturelle sans une AE, et peut nécessiter dans plusieurs cas d'être traitée. Les milieux humides aménagés et les bandes de végétation filtrante sont des exemples de systèmes conçus pour traiter les eaux usées. Ils nécessitent une AE même s'ils sont situés sur votre propriété. Ces systèmes présentent d'importantes contraintes durant l'hiver.

***Un système de traitement de l'eau de lavage a-t-il besoin de supervision?***

**Réponse :** Oui. Certains systèmes sont exploités manuellement alors que d'autres possèdent un certain degré d'automatisation. Cependant, tous les systèmes exigent que quelqu'un surveille et exploite le système de traitement de l'eau de lavage afin de prévenir l'échec du traitement.

## 3. Réduction de la consommation d'eau

### 3.1 Introduction

Il existe des manières de réduire l'ampleur du traitement de l'eau de lavage durant le processus de lavage. Deux pratiques optimales comprennent la réduction de la quantité de matière (p. ex., sol) entrant dans l'eau et la réduction de la quantité d'eau utilisée pour le lavage. Voici comment y parvenir :

- ajouter une étape d'extraction du sol à sec lors de la récolte et/ou à l'installation de lavage avant d'ajouter de l'eau au processus;
- réduire au minimum la quantité d'eau utilisée durant le processus de lavage;
- utiliser l'eau pour plus d'un processus de lavage (p. ex. en la recyclant).

### 3.2 Enlèvement à sec de la terre et des matières végétales

L'utilisation de systèmes d'enlèvement de la terre et des matières végétales à sec peut réduire la taille et le coût du matériel de traitement de l'eau de lavage après le processus de lavage.

La terre contribue aux solides en suspension et aux éléments nutritifs associés comme l'azote et le phosphore dans l'eau de lavage d'une installation. Enlever le plus de terre possible des fruits et des légumes frais avant qu'ils entrent en contact avec l'eau réduit la quantité de terre qui doit être séparée de l'eau de lavage durant le traitement. Certains éléments nutritifs liés aux particules de terre seront aussi extraits. Les matières végétales comme les feuilles, les tiges, les racines ou les résidus peuvent obstruer le matériel de traitement et il vaut mieux les extraire au début du processus.

Avant que les légumes et les fruits n'entrent en contact avec l'eau, une partie de la terre et des matières végétales qu'ils transportent peuvent être extraites à l'aide de techniques sans eau au champ durant la récolte et une fois à l'installation de conditionnement.

Plusieurs options d'extraction à sec existent avant le lavage, notamment des dessableurs à doigts (enlèvement de la terre), des défaneuses (enlèvement de la végétation) et de l'air comprimé (sol et végétation). Règle générale, tout mouvement ou culbutage des légumes peut permettre d'en détacher des débris. Le matériel conçu précisément à cette fin est le plus efficace, mais les technologies d'extraction physique peuvent potentiellement endommager les fruits et légumes frais.

Le succès de tout enlèvement de terre effectué dans le champ dépendra des conditions climatiques. Plus la terre est sèche, plus elle sera facile à extraire. Si la récolte survient par temps pluvieux, la terre a tendance à coller à la surface des fruits et des légumes frais et sera plus difficile à extraire. Cela s'applique aussi aux installations de lavage si les fruits et légumes frais sont entreposés dans des conditions humides. Une certaine quantité de particules de terre peut toujours être extraite dans la plupart des conditions.

#### 3.2.1 Dessableurs à doigts

Un dessableur à doigts utilise des rouleaux, formés d'étoiles en caoutchouc, pour déplacer et faire doucement rebondir les fruits et légumes frais afin d'extraire une partie de la terre meuble. Les dessableurs à doigts sont ouverts dans le bas et la terre est recueillie dans un plateau placé en dessous. La terre peut être retournée au champ ou compostée, selon la préférence de l'installation.

Les dessableurs à doigts peuvent être installés au début du processus de lavage, puisqu'ils peuvent transporter les produits agricoles des bacs ou des trémies, et peuvent également être utilisés sur les récolteuses dans le champ. Les dessableurs à doigts sont installés dans le même sens que les transporteurs qui transportent les fruits et légumes frais vers le chariot d'entreposage.

Les dessableurs à doigts peuvent aussi servir à changer la direction du flux de produit, comme l'illustre la



**Figure 3.1. Dessableur à doigts qui enlève la terre et change la direction des produits agricoles de 90°.**

figure 3.1. Le nombre et la taille des rouleaux peuvent être adaptés pour s'installer sur la plupart des récolteuses et dans tout type d'installation de lavage. Si les rouleaux ou les doigts sont bloqués avec des agrégats, des racleurs (figure 3.2) sont installés sur la face antérieure pour nettoyer les blocages. Cela représente un problème plus important dans le champ qu'à l'installation de lavage en raison des conditions humides potentielles lors de la récolte.

### 3.2.2 Défaneuses

Les défaneuses (figure 3.3) peuvent être installées au même endroit que les dessableurs à doigts dans les installations de lavage, mais leur fonction consiste à extraire la matière végétale en vrac des fruits et des légumes frais. Les défaneuses sont dotées d'une bande de transport inclinée en caoutchouc qui présente une série de picots. Les produits agricoles arrivent par un transporteur à courroie sur la bande de transport inclinée de la défaneuse, avant de tomber dans un canal de manutention ou un transporteur qui les amène dans le processus de lavage. Une partie de la matière végétale est captée par les picots en caoutchouc sur la bande de transport et amenée par-dessus le transporteur dans un bac pour être éliminée.

### 3.2.3 Air comprimé

L'air comprimé peut aider à enlever les débris en vrac des produits agricoles. Des buses placées au-dessus d'un transporteur à courroie ou d'un dessableur à doigts font décoller la terre ou la matière végétale des fruits et des légumes frais et peuvent servir comme étape supplémentaire associée à d'autres techniques d'enlèvement. Si vous utilisez de l'air comprimé, gardez le compresseur près des buses pour réduire la perte de pression dans les tuyaux. L'air comprimé est en général plus coûteux que les défaneuses et les dessableurs à doigts.

## 3.3 Recherche en Ontario

Une recherche sur l'enlèvement de la terre et des débris sur les carottes cultivées dans le marais Holland a été menée en 2015 par le MAAARO. Les carottes avaient été récoltées plus tard dans la saison dans des conditions humides et transportaient une quantité moyenne de terre.

La recherche se penchait sur l'enlèvement de terre à l'aide d'un dessableur à doigts. Les résultats indiquent que l'enlèvement de terre à sec peut, comparativement à des carottes récoltées telles quelles, réduire les solides en



**Figure 3.2. Racleurs installés pour nettoyer un dessableur à doigts.**



**Figure 3.3. Défaneuse installée dans une installation de lavage de carottes.**

suspension dans l'eau de lavage de 23 % à 46 % et le phosphore total de 26 % à 54 %, en fonction de facteurs comme la longueur du dessableur à doigts (de 1 à 5 m), la vitesse de rotation, l'angle d'inclinaison et l'utilisation d'air comprimé. Les résultats montrent aussi que les carottes soumises à ces techniques exigeaient moins d'eau pour les laver afin de les rendre propres, le pourcentage de réduction de la consommation d'eau variant de 19 % à 44 %.

Source : *Soil Removal and Turbidity Monitoring for Carrot Washing*, 65e Annual Muck Vegetable Growers Conference, 12 avril 2016, Bradford, Ontario. [www.hmgawater.ca](http://www.hmgawater.ca)

### Exemple de répercussions de l'enlèvement de la terre dans une installation de traitement de l'eau de lavage

Selon les résultats de la recherche menée en 2015 par le MAAARO sur l'enlèvement de la terre, il est possible de calculer les réductions potentielles de terre et de charge de phosphore. Par exemple, une installation de lavage transforme 240 000 kg de carottes dans une journée typique de 12 heures. Sans système d'enlèvement de terre, la charge quotidienne moyenne de l'eau de lavage est de 150 kg de matières solides et de 0,5 kg de phosphore. L'installation d'un système d'enlèvement de terre capable de retirer 25 % des matières solides et du phosphore entraînerait une réduction de 37,5 kg de matières solides et de 0,125 kg de phosphore qui devraient autrement être extraits de l'eau de lavage.

## 3.4 Capacité d'utilisation de l'eau

Réduire au minimum l'utilisation de l'eau est une étape importante avant de mettre en œuvre un quelconque processus de traitement de l'eau de lavage. Il faut toutefois s'assurer d'utiliser une quantité suffisante d'eau pour laver adéquatement les fruits et légumes frais. La taille ou la capacité hydraulique de tout système de traitement de l'eau de lavage doit être suffisamment importante pour supporter le volume et le débit d'eau de lavage produite par l'installation. Une utilisation plus grande de l'eau exige du matériel de traitement plus important et entraîne une augmentation des coûts d'immobilisations et d'exploitation. Déterminez la taille du système de traitement afin qu'il supporte le volume et le débit de pointe de l'eau de lavage.

Afin de réduire au minimum la quantité d'eau de lavage produite, mesurez le volume et le débit d'eau utilisée à chaque étape du processus. Vous trouverez des renseignements sur le contrôle du débit au chapitre 4 (Contrôle du débit).

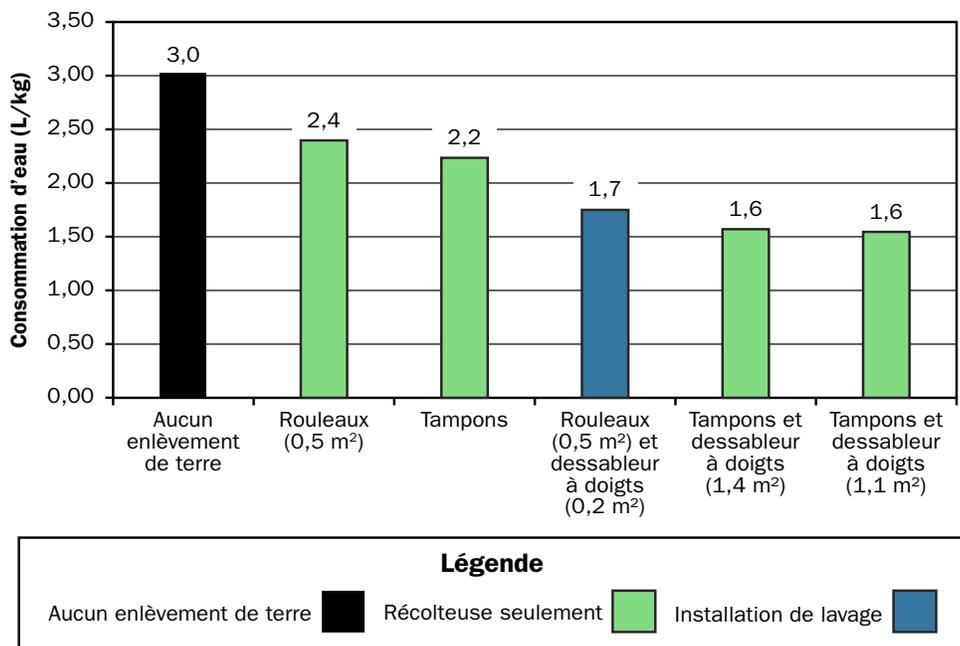
La réutilisation et le recyclage de l'eau sont de bonnes options pour réduire la quantité totale d'eau utilisée durant le lavage, ainsi que la taille exigée du système de traitement de l'eau de lavage. L'eau utilisée durant l'étape du dernier rinçage est généralement recueillie et réutilisée à une étape antérieure du lavage, comme le premier rinçage ou le convoyage. Il est possible de recueillir l'eau de lavage produite et de la traiter pour diverses utilisations à l'installation.

Analysez la qualité de l'eau de lavage recueillie afin de déterminer si elle est adaptée à des utilisations subséquentes.



**Figure 3.4. Carottes récoltées (pas d'enlèvement de terre et non lavées).**

Si vous prévoyez utiliser l'eau de lavage recueillie pour des applications avant la récolte (p. ex., irrigation, lavage du matériel), le traitement peut alors être minimal. Si vous prévoyez l'utiliser dans des étapes postérieures à la récolte (p. ex., lavage de produits agricoles), il peut alors être nécessaire de la traiter et différentes lignes directrices sur l'utilisation de l'eau doivent être respectées (p. ex., CanadaGAP [www.canadagap.ca/fr](http://www.canadagap.ca/fr)). L'eau utilisée pour les derniers rinçages doit respecter les normes régissant l'eau potable. Le traitement pourrait comprendre la réduction des matières solides, l'enlèvement des éléments nutritifs et des matières organiques et la désinfection de l'eau.



**Figure 3.5. Utilisation de l'eau pour les carottes après différentes techniques d'enlèvement à sec de la terre.**



**Figure 3.6. Carottes précédemment lavées.**

Certaines installations de lavage reçoivent des fruits et des légumes frais précédemment lavés afin qu'ils soient conditionnés et il peut être nécessaire de les rincer avant de les conditionner. Afin de minimiser l'utilisation de l'eau, déplacez les produits agricoles à travers la chaîne de conditionnement à l'aide de transporteurs afin d'éviter tous les processus non nécessaires qui utilisent de l'eau.

### 3.5 Étude de cas

Le projet sur l'eau de la HMGA a réalisé un essai à la ferme avec des récolteuses de carottes et des canalisations de lavage afin de démontrer l'impact du matériel d'enlèvement de la terre sur la quantité d'eau nécessaire pour laver les carottes (figure 3.4). Les techniques d'enlèvement enlèvent la terre des fruits et des légumes frais à l'aide de méthodes à sec, ce qui réduit la quantité d'eau nécessaire (figure 3.5) pour obtenir des carottes propres (figure 3.6). La combinaison de techniques d'enlèvement de la terre (p. ex., sur une récolteuse, au champ, à l'installation de lavage avant la chaîne de lavage) peut diminuer encore plus la quantité d'eau nécessaire pour laver les fruits et légumes frais.

Une installation qui lave des produits agricoles présentant différents niveaux de salissure devrait ajuster l'utilisation de l'eau en fonction de la saleté. Par exemple, laver des carottes sans enlèvement de terre avec la même quantité d'eau que pour celles qui utilisent un dessableur à doigts entraîne une consommation inutile et inefficace de l'eau.

## 4. Contrôle du débit

### 4.1 Introduction

Chaque installation qui produit de l'eau de lavage doit connaître la quantité d'eau utilisée à chaque étape du processus de lavage. Ces renseignements permettent à un exploitant de comprendre la quantité d'eau utilisée et le traitement de l'eau de lavage qui sera requis. Les données peuvent aussi cerner les occasions de réduire la consommation au moyen de techniques d'économie ou du recyclage de l'eau. Le calcul de la capacité d'utilisation de l'eau (p. ex., L d'eau/kg de produits agricoles lavés) varie en fonction du type de produit agricole et de la quantité de salissure qui s'y trouve.

Le contrôle du débit est une étape importante pour la conformité réglementaire. Conservez les renseignements sur la consommation d'eau exacte pour justifier une demande de permis de prélèvement d'eau et la déclaration annuelle exigée de la consommation quotidienne. Les volumes de rejet d'eau de lavage sont importants pour les demandes d'autorisation environnementale (AE) et le contrôle exigé. Le suivi de la consommation d'eau est aussi important pour les installations qui prélèvent de l'eau dans un réseau municipal ou qui y rejettent de l'eau à des fins de facturation.

### 4.2 Endroits où effectuer le contrôle

Contrôlez le volume et le débit aux endroits où l'eau entre et sort de l'installation. Installez un débitmètre pour mesurer la quantité totale d'eau qui entre à l'installation afin de tenir compte de toutes les utilisations de l'eau (p. ex., lavage des produits agricoles, nettoyage du matériel). Prenez note que de l'eau est aussi utilisée à des fins autres que le lavage (p. ex., toilettes) et ne se retrouvera pas dans le système de traitement de l'eau de lavage.

Contrôlez la quantité d'eau de lavage produite par le processus de lavage afin d'assurer la bonne dimension du système de traitement de l'eau de lavage. S'il y a d'autres sources intermittentes d'eau (p. ex., eau de pluie, lavage extérieur saisonnier) qui pénètrent dans le système de traitement, contrôlez-en également le débit et le volume.



**SAVIEZ-VOUS QUE...** L'eau de pluie et les eaux pluviales sont gérées différemment de l'eau de lavage et il est important de garder ces deux flux séparés. Ajouter des eaux pluviales à l'eau de lavage exige un système de traitement plus important dont l'achat et l'exploitation sont plus onéreux.

L'installation de débitmètres supplémentaires sur les conduites d'eau est à la base des processus clés (appelés compteurs divisionnaires) qui permettent de déterminer la quantité d'eau utilisée dans l'ensemble de l'installation. L'eau utilisée pour le premier rinçage, le dernier rinçage et les conduites de recyclage sont des processus clés qu'il faut mesurer. Il est aussi possible de mesurer la quantité d'eau de lavage produite par ces emplacements clés en contrôlant les tuyaux d'évacuation.

### 4.3 Manières d'effectuer le contrôle

Plusieurs méthodes existent pour mesurer le débit de l'eau à une installation de lavage, notamment l'installation de débitmètres, le suivi du temps de marche et du débit des pompes, l'estimation de la consommation d'eau au moyen de matériel homologué et l'utilisation d'un essai avec un seau blanc.

Le contrôle du débit devrait s'effectuer sur une base continue. S'il n'est pas possible d'installer des débitmètres permanents, contrôlez durant un laps de temps correspondant aux activités normales de lavage. Cela peut devoir se faire sur une saison entière afin de s'assurer que des renseignements sont recueillis pour toutes les cultures qui sont transformées à l'installation.

## 4.4 Débitmètres

Les débitmètres mesurent l'eau qui alimente un processus ou une installation, ou l'eau de lavage que ceux-ci génèrent. Il existe une grande variété de débitmètres dont la complexité et les fonctions varient. Tous ces instruments fournissent le volume d'eau total et certains mesurent aussi le débit instantané. Certains appareils peuvent être branchés à un enregistreur de données ou à un ordinateur, alors que d'autres exigent une lecture et un enregistrement manuels des données.

Le choix d'un débitmètre approprié dépend des facteurs suivants :

- les paramètres de débit désirés (p. ex., débit instantané, volume, fréquence de rapport);
- l'emplacement (p. ex., fin de la conduite, intérieur de la conduite);
- le caractère permanent ou temporaire de l'installation;
- le milieu d'utilisation (p. ex., intérieur/extérieur, milieu sec/humide);
- les débits anticipés (p. ex., élevé, faible);
- la limpidité de l'eau (p. ex., sale par rapport à claire);
- la précision exigée;
- le budget.

Les deux types de débitmètres les plus communs sont les compteurs à soufflet et les moulinets hydrométriques — chacun utilisant des technologies différentes.

**Les compteurs à soufflet** mesurent le volume d'eau exigé pour déplacer un piston ou un disque. Ils possèdent un filtre à tamis incorporé qui protège l'élément mesureur des débris qui pourraient endommager le compteur.

**Les moulinets hydrométriques** mesurent la vitesse de l'eau qui traverse le dispositif et la convertit en débit et en volume.

**Les débitmètres électromagnétiques** sont des moulinets hydrométriques qui utilisent des propriétés électromagnétiques pour déterminer la vitesse de l'écoulement de l'eau. Ils utilisent le principe physique de la loi de Faraday de l'induction électromagnétique pour mesurer la vitesse et nécessitent un apport d'électricité pour les électroaimants. Ils peuvent mesurer le débit dans l'eau sale sans endommager l'élément mesureur.

**Les compteurs d'eau ultrasoniques** envoient des ondes ultrasoniques à travers l'eau afin de déterminer sa vitesse. Afin de garantir la précision, la plupart des compteurs d'eau ultrasoniques mesurent aussi la température de l'eau, puisque la densité de l'eau change en fonction de la température. Leur conception peut être sous la forme d'un écoulement ou d'une « pince ». Les compteurs à pince sont utilisés pour les conduites de diamètre plus important lorsque les capteurs sont installés à l'extérieur des conduites pour l'écoulement sous pression (eau potable) ou installés à l'intérieur des conduites pour l'écoulement par gravité (rejet de l'eau de lavage). Certains compteurs d'eau de lavage utilisent une combinaison de la méthode ultrasonique pour déterminer la vitesse de l'eau et d'un transducteur de pression pour mesurer la profondeur du flux d'eau afin d'en calculer la superficie de la section transversale.

Le tableau 4-1 contient des descriptions de différents débitmètres.

Tableau 4–1. Types de débitmètres

Type de débitmètre	Volumétrique	À turbine	Électromagnétique	Ultrasonique
Description	Mesure le volume d'eau exigé pour déplacer un piston ou un disque	Mesure le nombre de rotations	Utilise les propriétés électromagnétiques pour déterminer la vitesse de l'eau	Envoie des ondes ultrasoniques à travers l'eau pour déterminer sa vitesse
Type de mesure	Déplacement	Vitesse	Vitesse	Vitesse
Précision	Très précis à des débits faibles à moyens	Très précis à des débits moyens à élevés, peu précis à des débits faibles	Modérément précis	Précis
Usages recommandés	Eau potable, eau de lavage raisonnablement limpide	Eau potable, eau de lavage raisonnablement limpide	Eau potable et eau de lavage	Eau potable et eau de lavage
Exigences d'alimentation	Aucune	Aucune	Oui	Oui
Coût	Faible	Moyen	Élevé	De moyen à élevé
Emplacement sur la conduite	Dans la conduite	Dans la conduite	Dans et sur la conduite	Dans, sur et à la fin de la conduite
Débits recommandés (L/min)	Jusqu'à 300 L/min	Jusqu'à 10 000 L/min	Jusqu'à 10 000 L/min	Dépend de la taille de la conduite et de l'appareil
Taille des conduites	12 à 50 mm (0,5 à 2 pouces)	75 à 250 mm (3 à 10 pouces)	100 à 900 mm (4 à 36 pouces)	> 150 mm (> 6 pouces)
Pièces mobiles	Oui	Oui	Non	Non
Entretien	Faible	Élevé	Faible	Moyen
Exemples	Compteur à piston oscillant, compteur à disque en nutation	Débitmètres à turbine	Électromagnétique	Ultrasonique

#### 4.5 Solutions de rechange aux débitmètres

**Faites le suivi du temps de marche et du débit des pompes.** Le volume d'eau pompé peut être estimé en multipliant le débit de pompage par le temps de marche de la pompe. Par exemple, une pompe fonctionne continuellement à un débit de 500 L/h durant une journée de lavage de 10 heures. Le volume d'eau pompé est de 5 000 L/jour (500 L/h × 10 h/jour).

**L'estimation est réalisée au moyen de matériel homologué.** Certains équipements de lavage sont homologués pour utiliser une quantité fixe d'eau, laquelle peut servir à estimer la consommation d'eau. Par exemple, un cylindre de polissage utilise 2 200 L/h d'eau durant une journée de lavage de 8 heures. Le volume d'eau utilisé est de 17 600 L (2 200 L/h × 8 h/jour).

**L'essai au seau blanc.** Faites un essai avec un seau blanc au tuyau d'évacuation d'une installation

ou sur une pièce individuelle d'équipement. L'eau est recueillie dans un contenant et le volume d'eau est mesuré durant une période de temps donnée. Par exemple, si 10,8 L sont recueillis en 2 minutes, le débit moyen sur la période de prélèvement est de 5,4 L/min (10,8 L ÷ 2 min). Répétez l'essai au seau blanc plusieurs fois au cours d'une journée de lavage et sur une période représentative sur l'ensemble de la saison de lavage afin de déterminer la plage et la moyenne du débit d'eau de lavage produit par l'installation.

#### 4.6 Étude de cas

Une exploitation de légumes devait connaître le volume d'eau s'écoulant de l'installation. Des débitmètres ont été introduits par le projet sur l'eau de la HMGA afin de déterminer les volumes et les débits du flux d'eau de lavage produit par les carottes transformées et autres légumes racines.

##### Matériel

Des débitmètres ultrasoniques avec des transducteurs de pression ont été choisis pour cette exploitation en raison de leur fiabilité, de leur facilité d'utilisation et de la capacité de déterminer le débit dans une gamme de conditions, y compris l'eau contenant des concentrations élevées de matières solides. Les débitmètres utilisés comprenaient le capteur Hach Flow-Tote 3 AV (figure 4.1) qui communique au moyen d'un câble avec le compteur Hach FL900AV (figure 4.2). Le capteur a trois électrodes conçues pour prévenir l'accumulation de débris sur le



Figure 4.1. Capteur Hach Flow-Tote 3 AV avec trois électrodes saillantes.



Figure 4.2. Compteur Hach FL900AV et capteur Hach Flow-Tote 3 AV.



Figure 4.3. Capteur installé sur une bande de tuyau.

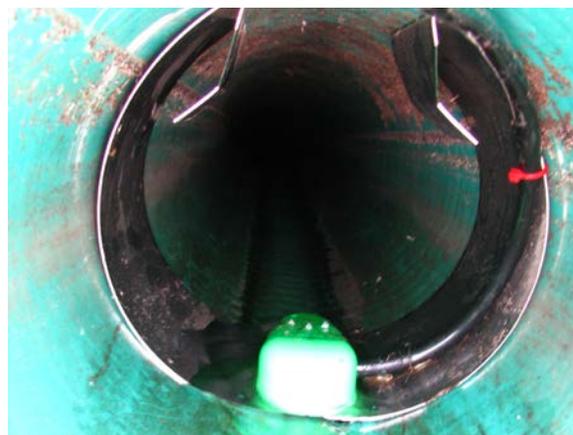


Figure 4.4. Bande et capteur placés sur une conduite d'évacuation.

capteur. Des bandes de tuyaux allant de 200 à 350 mm (8 à 14 pouces) (figure 4.3) ont été utilisées pour arrimer le capteur à l'intérieur de la conduite d'évacuation (figure 4.4).

Le capteur mesure la vitesse et la profondeur de l'eau que le compteur utilise pour calculer le débit et le volume du flux. Les données sont stockées pendant plusieurs jours jusqu'à ce qu'elles soient téléchargées dans un ordinateur. Le compteur Hach FL900AV est alimenté par 4 piles de lanterne 6V.

### Installation et utilisation

Une bande appropriée est choisie en fonction du diamètre de la conduite qui, dans ce cas, doit être supérieure à 200 mm (8 pouces) afin de s'assurer que l'eau ne s'écoule pas sous le capteur. Le capteur est attaché à la bande à l'aide de vis et le câble du capteur est attaché à l'arrière de la bande avec des attaches mono-usage dont les extrémités sont coupées afin d'avoir un effet minimal sur l'écoulement. Le capteur et la bande sont ensuite placés dans la conduite d'écoulement aussi loin que possible de la sortie afin de minimiser l'influence de la turbulence à la sortie et de mesurer à un point d'écoulement rapide. Le capteur peut fonctionner entre -18 °C et 60 °C. Finalement, le capteur est branché au compteur et est placé à un endroit sécuritaire.

Le compteur est initialisé à l'installation en le branchant à un ordinateur et en saisissant les renseignements de démarrage pertinents comme :

- le diamètre de la conduite;
- le niveau de l'eau actuel;
- la fréquence des mesures;
- les paramètres de sortie (p. ex., niveau, vitesse, débit, volume).

Les données collectées à l'installation (figure 4.5) montrent les débits instantanés et moyens quotidiens sur une période de prélèvement d'une semaine.

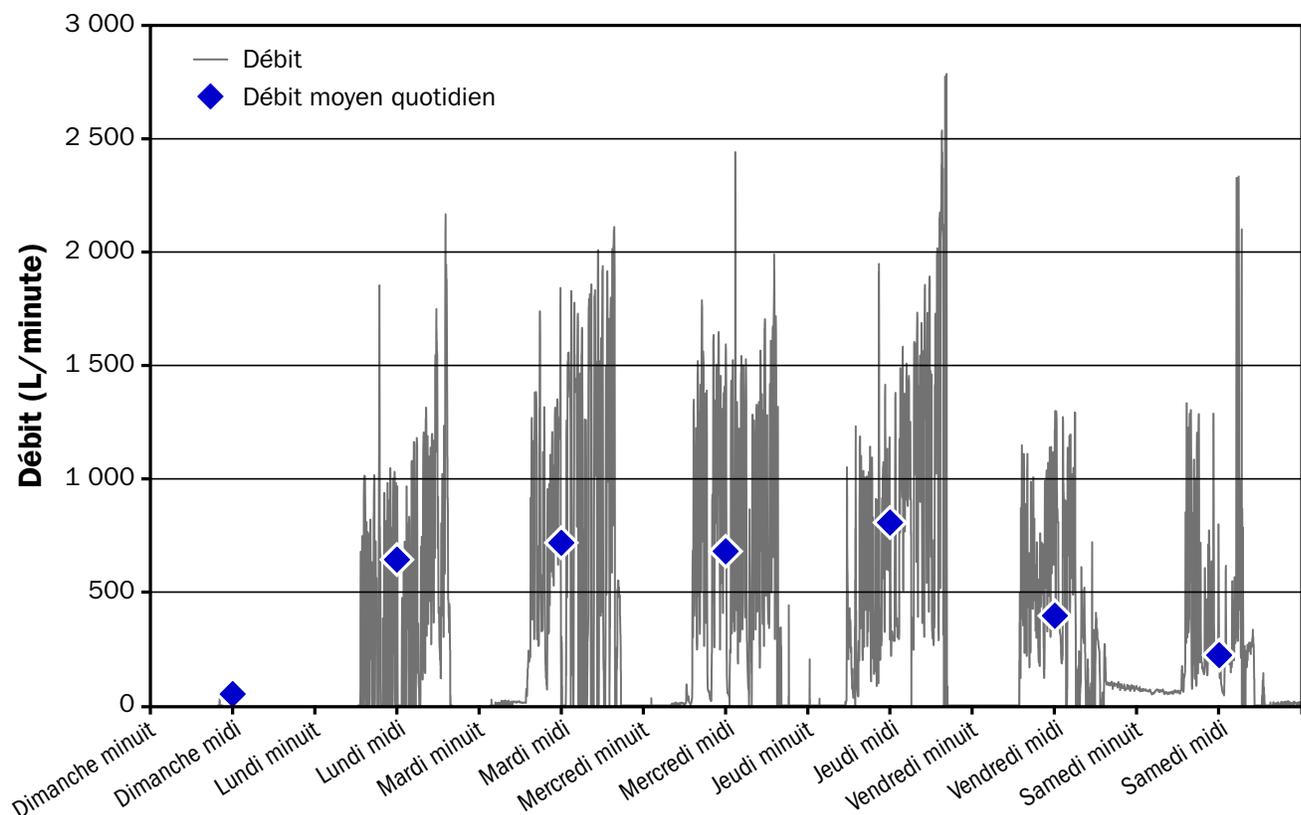


Figure 4.5. Données collectées par un débitmètre.



## 5. Échantillonnage et analyse de l'eau de lavage

### 5.1 Introduction

La qualité de l'eau de lavage, dans une installation de lavage, est caractérisée en prélevant et en analysant des échantillons pour les paramètres de qualité de l'eau. Les résultats d'échantillonnage sont utilisés pour évaluer les options de traitement, évaluer le rendement du système de traitement et satisfaire aux exigences réglementaires.

### 5.2 Point d'échantillonnage

Sélectionnez le ou les points d'échantillonnage appropriés en fonction de la raison pour procéder à l'échantillonnage, comme le montre le tableau 5-1.

**Tableau 5–1. Objectif de l'échantillonnage et points d'échantillonnage suggérés**

Raison de l'échantillonnage	Point d'échantillonnage
Évaluer les options de traitement.	approvisionnement d'eau douce eau de lavage après chaque processus de lavage (p. ex., sortie d'un cylindre de lavage) eau recyclée (le cas échéant) eau de lavage quittant l'installation qui doit être gérée
Évaluer l'efficacité de technologies de traitement individuelles.	avant et après chaque technologie de traitement
Respecter les exigences réglementaires.	au lieu de rejet dans l'environnement ou au réseau d'égout municipal <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Les exigences exactes seront précisées dans l'AE ou le règlement municipal sur les eaux usées.

Choisissez des points d'échantillonnage qui pourront être échantillonnés régulièrement dans le futur (p. ex., accès durant l'hiver, permanence) et évitez les emplacements dangereux (p. ex., espaces clos). Installez des points de prélèvement et étiquetez-les pour faciliter le prélèvement d'échantillons (p. ex., installation de plomberie entre deux technologies, réservoirs).

### 5.3 Fréquence de l'échantillonnage

Lorsque vous caractérisez l'eau de lavage, prélevez des échantillons à différents moments afin d'obtenir un profil général de l'eau. Prélevez plusieurs échantillons à différents points durant une journée de lavage pour chaque culture et périodiquement au cours d'une semaine, d'un mois ou d'une saison de lavage. Cela créera un jeu de données de valeurs minimales, maximales et moyennes pour chaque paramètre de qualité de l'eau pour chaque type de produit agricole.

Il est important de vérifier l'efficacité du processus de traitement. Prélevez des échantillons après l'installation du système de traitement afin de démontrer l'efficacité du matériel. Si le système ne présente pas le niveau de rendement souhaité, effectuez un processus d'optimisation (chapitre 11 : Optimisation). Prélevez des échantillons avant l'installation de nouveau matériel ou de modifications opérationnelles, et faites un autre cycle de prélèvements après l'installation ou les modifications. La comparaison des différences existantes déterminera l'efficacité des modifications apportées au processus.

Des documents réglementaires comme une AE ou des règlements municipaux précisent clairement les emplacements exigés, la fréquence des prélèvements et les paramètres de la qualité de l'eau à être analysés.

## 5.4 Personnes pouvant effectuer les prélèvements

---

Les échantillons d'eau de lavage sont souvent prélevés par :

- le personnel formé de l'installation;
- le personnel du cabinet d'experts-conseils;
- un entrepreneur;
- une entreprise spécialisée dans les prélèvements.

Certaines situations exigent qu'une personne ayant une formation spécialisée effectue les prélèvements dans des situations dangereuses (p. ex., espaces clos, en présence de gaz dangereux). Pour de plus amples renseignements sur les espaces clos, consultez le document intitulé *Directives concernant les espaces clos* du ministère du Travail, [ontario.ca/travail](http://ontario.ca/travail)

## 5.5 Types d'analyses

---

Les échantillons prélevés à des fins de conformité (p. ex., AE ou règlement municipal) devront être analysés par un laboratoire autorisé. Retenez les services de laboratoires autorisés par la Canadian Association for Laboratory Accreditation Inc. (CALA) ([www.cala.ca](http://www.cala.ca)).

Les échantillons prélevés à des fins d'exploitation peuvent être analysés par des laboratoires autorisés ou des compteurs portatifs. Les compteurs portatifs peuvent mesurer différents paramètres, dont les suivants :

- le pH;
- la conductivité électrique;
- le potentiel d'oxydoréduction;
- la température;
- l'oxygène dissous;
- la turbidité;
- le total des solides dissous (TSD).

Assurez-vous de comparer périodiquement le calibrage du compteur à une analyse des échantillons effectuée par un laboratoire autorisé.

Le tableau 5-2 propose des paramètres de la qualité de l'eau qui sont analysés pour caractériser l'eau de lavage et aider à circonscrire le traitement exigé. Les paramètres indiqués par un « x » sont essentiels pour une analyse basée sur l'objectif énoncé. Si vous procédez à des analyses pour des exigences réglementaires, consultez l'AE de l'installation pour confirmer les exigences d'analyse avant de choisir les essais à effectuer.

Tableau 5–2. Paramètres de la qualité de l'eau

Paramètres	Exigences typiques de l'AE	Exigences typiques pour l'épandage au sol	Évaluation du traitement	Exigences en matière d'exploitation
<b>Solides</b>				
Total des solides	—	x	—	—
Total des solides en suspension (TSS)	x	—	x	x
Total des solides dissous (TSD)	—	—	—	—
Turbidité	—	—	—	x
<b>Éléments nutritifs</b>				
Phosphore total (PT)	x	x	x	x
Phosphore dissous	—	—	—	—
Azote total Kjeldahl (ATK)	x	x	—	—
Ammonium/ammoniac	x	x	—	—
Nitrate/nitrite	—	x	x	x
Potassium	—	—	—	—
Chlorure	x	—	—	—
Oligonutriments	—	—	—	—
<b>Autres</b>				
Métaux réglementés	—	x	—	—
Demande biochimique en oxygène (DBO)	x	—	x	x
Oxygène dissous	—	—	—	x
Potentiel d'oxydoréduction	—	—	—	x
pH	x	—	x	x
Température	—	—	—	x
Conductivité électrique	—	—	—	x
<i>E.coli</i> et coliformes totaux	—	—	—	x
Matière organique totale	—	—	—	—
Carbone organique total	—	—	—	—
Analyse granulométrique	—	—	x	—

## 5.6 Manière d'effectuer les prélèvements

Afin d'élaborer des techniques uniformes et normalisées en Ontario, le gouvernement provincial fournit un protocole d'échantillonnage, le *Protocole sur l'échantillonnage et l'analyse des eaux usées industrielles et municipales*, [ontario.ca/fr/document/protocole-sur-lechantillonnage-et-lanalyse-des-eaux-usees-industrielles-et-municipales](http://ontario.ca/fr/document/protocole-sur-lechantillonnage-et-lanalyse-des-eaux-usees-industrielles-et-municipales).

Il y a deux types d'échantillons : les échantillons discrets et les échantillons composites. Un échantillon discret est un échantillon unique prélevé à un seul point à un seul moment (appelé échantillon ponctuel). Un échantillon composite est obtenu en combinant plusieurs échantillons prélevés au même emplacement, à différents intervalles (p. ex., 12 échantillons sur une période de 6 heures à un point du système de traitement) ou à plusieurs emplacements dans une bouteille (p. ex., barres de pulvérisation multiples). Les échantillons discrets fournissent des données provenant d'un seul point dans le temps, alors que les échantillons composites fournissent des données moyennes réparties sur une plus longue période.

## 5.7 Matériel d'échantillonnage

Du matériel de différents types peut être utilisé pour prélever des échantillons.

**Des bouteilles de prélèvement** sont utilisées pour prélever un échantillon qui est ensuite transféré dans une bouteille d'échantillonnage ou un compteur de terrain.

**Les bouteilles d'échantillonnage** sont nécessaires lorsque des échantillons sont envoyés à un laboratoire à des fins d'analyse. Le laboratoire fournit les bouteilles d'échantillonnage nécessaires en fonction des paramètres analysés. Servez-vous d'un marqueur permanent pour étiqueter les bouteilles d'échantillonnage.

**Une perche d'échantillonnage** (figure 5.1) permet à l'utilisateur d'obtenir un échantillon sans risquer de tomber dans un cours d'eau comme un bassin de décantation ou un ruisseau, et possède une bouteille de prélèvement fixée à une perche extensible. Les perches d'échantillonnage peuvent être achetées ou fabriquées.

**Des seaux** (figure 5.2) sont utilisés pour garantir l'uniformité d'un échantillon d'eau lorsqu'un volume important est nécessaire pour remplir plusieurs bouteilles d'échantillonnage pour les analyses en laboratoire. Utilisez des seaux pour recueillir de l'eau de sources diffuses (p. ex., barres de pulvérisation) ou créer un échantillon composite.

**Des glacières** et **des blocs réfrigérants** sont utilisés pour garder les échantillons au froid durant le transport entre le laboratoire et l'installation. Les échantillons pour les analyses de microorganismes et d'azote doivent être gardés au froid en tout temps.

**Des échantillonneurs automatiques** ou **des échantillons composites** (figure 5.3) sont utilisés pour recueillir des échantillons à des moments fixes sans que l'exploitant soit présent. Le dispositif est réglé pour prélever un volume d'échantillon prédéterminé à intervalles précis, par exemple 500 mL chaque 30 minutes. Les échantillonneurs automatiques créent un échantillon composite ou une série d'échantillons discrets.



**Figure 5.1.** Utilisation d'une perche d'échantillonnage pour prélever l'eau de lavage.



**Figure 5.2.** Utilisation d'un seau pour combiner des échantillons.



**Figure 5.3.** Échantillonneur automatique.

## 5.8 Processus d'échantillonnage

### Prélavage

Avant l'échantillonnage, lavez la bouteille de prélèvement, le seau et la perche d'échantillonnage à l'aide d'un détergent sans phosphate afin de prévenir la contamination provenant du site et de favoriser l'intégrité de l'échantillon représentatif.

### Prélèvement des échantillons

Rincez le contenant de prélèvement trois fois avec l'eau de lavage qui sera échantillonnée (figure 5.4). Utilisez l'eau du contenant de prélèvement pour rincer les bouteilles d'échantillonnage trois fois. Ne rincez pas les bouteilles contenant des agents de préservation (p. ex., ceux utilisés pour l'analyse de microorganismes comme *E. coli*). Remplissez les bouteilles d'échantillonnage jusqu'au goulot de la bouteille (figures 5.5 et 5.6) ou à la ligne de remplissage, en vous assurant de ne pas trop les remplir — en particulier pour les bouteilles contenant des agents de préservation.



**Figure 5.4. Les procédures d'échantillonnage comprennent le triple rinçage du contenant de prélèvement.**



**Figure 5.5. Transfert du contenant de prélèvement à la bouteille d'échantillonnage.**



**Figure 5.6. Transfert dans une bouteille d'échantillonnage contenant un agent de préservation.**

Si les bouteilles fournies ne contiennent pas déjà un agent de préservation, la personne qui procède à l'échantillonnage doit respecter les techniques de préservation de l'échantillon pour les paramètres voulus de la manière précisée par le laboratoire autorisé.

Placez les échantillons dans une glacière et gardez-les au froid (idéalement  $< 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) sans qu'ils gèlent pour leur transport au laboratoire. Garder les échantillons au froid prévient la survenue d'autres réactions chimiques ou une activité biologique. Un formulaire de chaîne de possession dûment rempli doit accompagner les échantillons au laboratoire. Le formulaire :

- est fourni par le laboratoire;
- contient des renseignements sur le compte et des coordonnées;
- résume les analyses demandées;
- retrace les déplacements des échantillons de la livraison au laboratoire et tout au long des analyses;
- prévient l'altération de l'échantillon en identifiant la personne en possession de l'échantillon à tout moment.

Un point d'échantillonnage peut nécessiter que plusieurs bouteilles d'échantillonnage soient remplies afin de réaliser les analyses. Toutes les bouteilles sont étiquetées de la même façon et les renseignements apposés sur les bouteilles sont retranscrits sur le formulaire de chaîne de possession. La figure 5.7 est un exemple de formulaire de chaîne de possession.

 <b>Neptune Laboratories</b> 345 Ocean Way Atlantis, SE		<b>EXIGENCES D'ANALYSE</b> <input type="checkbox"/> Régl. Ont. 153 <input type="checkbox"/> Table <input type="checkbox"/> Directives SMID <input type="checkbox"/> Sol de surface <input type="checkbox"/> Sol souterrain (Régl. Ont. 153) <input type="checkbox"/> Régl. Ont. 558 analyse du lixiviat <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non      Dossier de l'état d'un site (Régl. Ont. 153)      Lieu d'élimination : _____ <input type="checkbox"/> Objectifs de qualité de l'eau provinciaux <input type="checkbox"/> Surveillance du lieu d'enfouissement <input type="checkbox"/> Règlement sur l'utilisation des égouts : _____      Autre : _____										NUMÉRO DU RAPPORT (À l'usage du laboratoire)													
Organisme : Ferme ABC Adresse et adresse de facturation (si différente) Ferme ABC, À l'attention de : Arthur Curry, 62, rue Poseidon, Atlantis, SE		<b>ANALYSES DEMANDÉES (Inscrire les analyses dans les cases)</b> FSS    BOD-C    ATK, IND, NO3, NH3    P, P, PT DISSOUT    P, ORTHO-PHOSPHORE, P-SOLUBLE    Zn    Cu    Colif.    Coliformes totaux										<b>ÉCHEANCIER DU SERVICE DEMANDÉ</b> <input type="checkbox"/> Même jour      Majoration de 200 % <input type="checkbox"/> 1 jour      Majoration de 100 % <input type="checkbox"/> 2 jours      Majoration de 50 % <input type="checkbox"/> 3-4 jours      Majoration de 25 % <input type="checkbox"/> 5-7 jours      Norme <input type="checkbox"/> Date précise : _____													
Personne-ressource : Arthur Curry Tél. : 123-456-7890 Téléc. : _____ Courriel : arthur@abcfarm.com		No de proposition : _____ No du B. C. : _____		Nom du projet : Q-5584 ABC-DE Renseignements supplémentaires : _____		* Légende la matrice de prélèvements WW=eau usée, SW=eau de surface, GW=eau souterraine, LS=boîtes liquides, SS=boîtes solides, S=sol, Sed=sédiments, PC=éclats de peinture, F=filtre, OI=huile																			
Lab No :	Identification de l'échantillon	No de contenants	Matrice de prélèvement	Date du prélèvement (aa-mm-jj)	Heure du prélèvement	Indiquer les analyses pour chaque échantillon en cochant la case appropriée										Commentaires									
	Après l'entrepôt	4	WW	2016-07-26	15:00	x	x	x	x	x	x	x													
	Dernier rinçage (légumes verts)	1	GW	2016-07-26	15:30																				
	Puits	5	GW	2016-07-26	15:45	x	x	x	x	x	x	x	x	x											
<b>RENSEIGNEMENTS SUR LA PRÉSENTATION DES ÉCHANTILLONS</b> Prélevé par : Arthur Curry      Présenté par : Arthur Curry Lettres moulées : _____ Signature : <i>Arthur Curry</i> <i>Arthur Curry</i> Date : 2016-07-26/15:00      2016-07-27/10:00 Commentaires : _____		<b>RENSEIGNEMENTS SUR L'EXPÉDITION</b> Messageur de client <input type="checkbox"/> Facture <input type="checkbox"/> Messageur de Neptune <input type="checkbox"/> Livraison <input checked="" type="checkbox"/> No d'éléments : 1 Ramassage par Neptune <input type="checkbox"/>		<b>COMMUNICATION DE RAPPORTS/FACTURATION</b> Rapport par téléc. <input type="checkbox"/> Rapport par courriel <input checked="" type="checkbox"/> Facture par courriel <input type="checkbox"/> Facture par la poste <input type="checkbox"/>		<b>RENSEIGNEMENTS SUR LA RÉCEPTION DES ÉCHANTILLONS (À L'USAGE DU LABORATOIRE)</b> Reçu par (lettres moulées) : _____ Signature : _____ Date de la réception (aa-mm-jj) : _____ Heure de réception : _____ Bouteilles préparées par le lab. : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Température de l'échantillon °C : _____ Étiqueté par : _____																			

Figure 5.7. Exemple de formulaire de chaîne de possession.

### 5.9. Choix d'un laboratoire

Il faut tenir compte de plusieurs facteurs pour choisir le laboratoire qui analysera vos échantillons.

#### Accréditation

L'accréditation d'un laboratoire est le critère le plus important du processus de sélection. L'accréditation requise est décrite par les organismes qui exigent les résultats d'échantillonnage. Par exemple, le MEACC exige que les échantillons d'eau soient analysés par un laboratoire agréé par la CALA (Canadian Association for Laboratory Accreditation Inc.). Une liste des laboratoires agréés par la CALA est accessible au [www.caladirectory.ca](http://www.caladirectory.ca) (en anglais seulement). Sachez que des laboratoires peuvent être accrédités pour l'analyse de certains paramètres et pas pour d'autres.

#### Emplacement

Les échantillons peuvent être déposés au laboratoire, à un point de chute ou envoyés par courrier. Avoir recours à un laboratoire local peut réduire les coûts et le temps de transport des échantillons. Tenez compte des heures d'exploitation pour le dépôt et l'envoi par courrier. Certaines entreprises ont plusieurs points de chute pour les échantillons.

#### Coût

Le coût pour l'analyse des échantillons est en fonction des paramètres analysés et du nombre d'échantillons. Lorsque vous demandez un devis, choisissez un jeu normal de paramètres à être analysés. D'autres paramètres pourront être rajoutés plus tard en payant des frais supplémentaires. Pour un devis précis, estimez le nombre d'échantillons devant être analysés sur une base annuelle.

## 5.10 Présentation des échantillons de laboratoire

Un certain nombre d'étapes doivent être suivies lorsque vous présentez des échantillons à un laboratoire.

Le laboratoire fournit des bouteilles d'échantillonnage en fonction des paramètres choisis (figures 5.8). Les bouteilles d'échantillonnage ont des étiquettes sur lesquelles doivent être inscrits la date, l'heure et l'identificateur de l'échantillon. Utilisez un marqueur ou un stylo permanent (dont l'encre ne coulera pas si elle est mouillée durant le remplissage de la bouteille) pour remplir l'étiquette. Des laboratoires peuvent inscrire certains renseignements sur l'étiquette comme les paramètres et le numéro de compte.

Certains paramètres d'analyses sont tributaires du temps et doivent être reçus et analysés par le laboratoire dans un délai donné. Par exemple, les analyses pour *E. coli* et les coliformes doivent être effectuées dans les 48 heures pour obtenir des résultats précis. Assurez-vous que les échantillons sont reçus par le laboratoire dans les 24 heures qui suivent l'échantillonnage. Lorsque vous sélectionnez les paramètres devant être analysés, informez-vous si certains sont tributaires du temps. Règle générale, prélevez les échantillons tributaires du temps du lundi au mercredi puisque certains laboratoires ne traitent pas les échantillons durant la fin de semaine.

Conservez les échantillons au froid durant le transport vers le laboratoire. Les laboratoires peuvent ne pas fournir de glacières ou de blocs réfrigérants.

Communiquez avec le laboratoire si vous avez des questions ou des préoccupations concernant l'échantillon ou les résultats.



**Figure 5.8. Jeu de bouteilles d'échantillonnage étiquetées.**

Source : Australian Laboratory Services (ALS), Waterloo, Ontario, [www.alsglobal.com](http://www.alsglobal.com)

## 5.11 Paramètres typiques de l'eau de lavage

L'eau de lavage produite dans les installations lavant des types de cultures semblables peut présenter des caractéristiques semblables. Le tableau 5-3 donne un résumé des résultats d'échantillonnage pour une gamme d'installations de lavage, prélevés durant le projet sur l'eau de la HMGA. Les résultats sont rapportés comme le 25<sup>e</sup> percentile, la moyenne et le 75<sup>e</sup> percentile. Cette méthode évite de déclarer les données extrêmes (p. ex., en retirant les erreurs survenues durant l'échantillonnage ou les événements météorologiques extrêmes). Ces données ne peuvent pas remplacer la caractérisation particulière à l'emplacement exigée avant de choisir un système de traitement.

**Tableau 5-3. Résultats d'échantillonnage d'une variété d'eaux de lavage agricoles**

Type de culture	TSS (mg/L)			PT (mg/L)			ATK (mg/L)			DBOC <sub>5</sub> (mg/L)		
	25°	Moy.	75°	25°	Moy.	75°	25°	Moy.	75°	25°	Moy.	75°
Légumes-feuilles	35	185	340	0,3	1	1,4	1,7	2,7	2,9	6	20	27
Pomme de terre	630	22 031	21 500	14	29	48	49	162	249	134	6 033	4 490
Eau de toit/pluie	2,8	3,6	4,4	0,07	0,08	0,09	1,0	1,2	1,4	2,2	3,6	4,5
Légumes racines	188	1 074	1 040	1,1	4,6	6,2	3	24	33	32	261	450

## 5.12 Étude de cas

Une installation de lavage de légumes racines a caractérisé son eau de lavage en prélevant des échantillons à la sortie de l'installation de lavage. Ces échantillons ont été analysés par un laboratoire autorisé. L'installation de lavage de légumes racines a prélevé des échantillons aux fréquences suivantes :

- prélèvements intensifs — six fois en trois jours
- prélèvements à long terme — prélèvements mensuels d'octobre à mars

La période de prélèvements intensifs a présenté la variation de la qualité de l'eau survenue au cours d'une seule journée et d'une série de journées. La période de prélèvements à long terme montrait la variabilité durant la saison de lavage (figure 5.9). Le tableau 5-4 fournit les moyennes, les maximums, les minimums et les intervalles des échantillons.

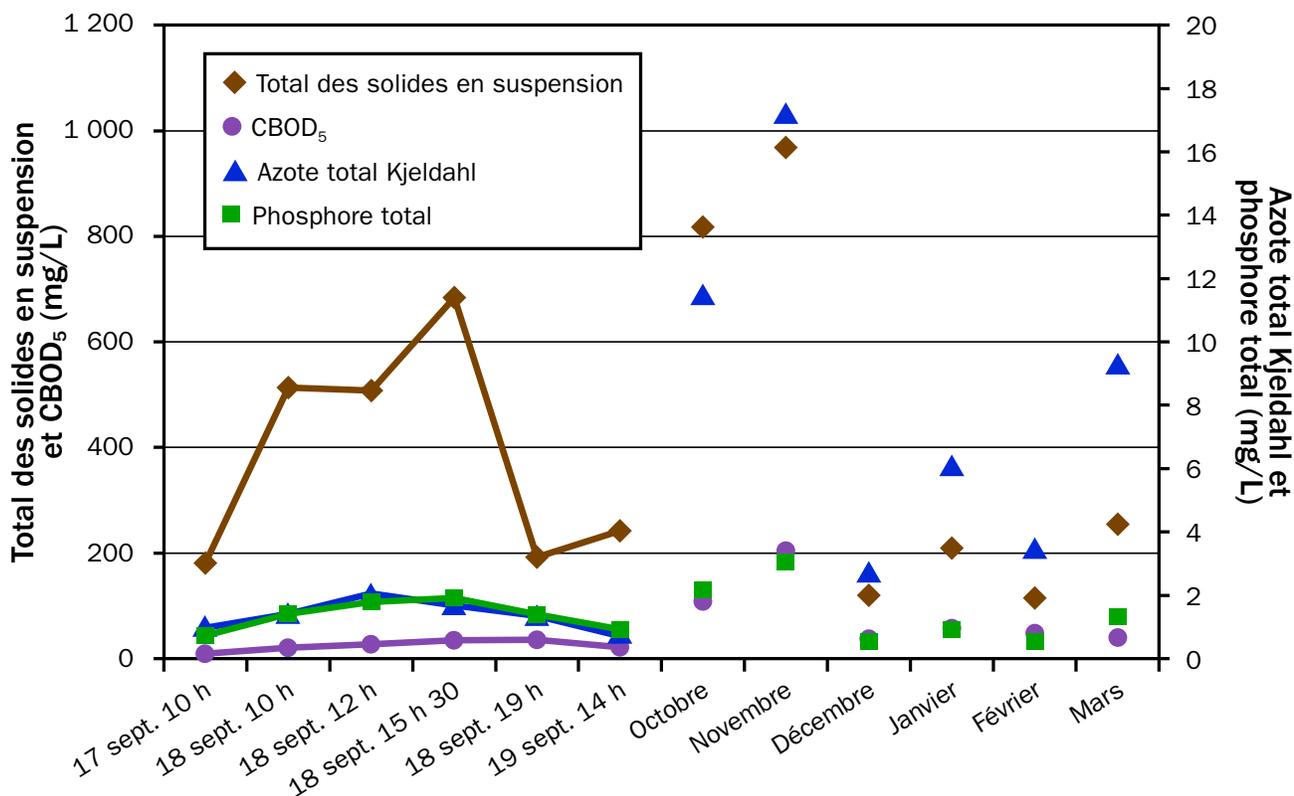


Figure 5.9. Résultats d'échantillonnage d'une installation de lavage des légumes racines.

Tableau 5-4. Résultats d'échantillonnage d'une installation de lavage des légumes racines

Paramètre	TSS (mg/L)	ATK (mg/L)	PT (mg/L)	DBOC <sub>5</sub> (mg/L)
Moyenne	400	4,9	1,4	54
Maximum	968	17,3	3,0	204
Minimum	114	0,7	0,5	9
Intervalle	854	16,6	2,5	195

Selon les résultats illustrés au tableau 5-4, les paramètres fluctuent tout au long de la journée et de la saison de lavage. Cette installation devra investir dans un système de traitement pour gérer la variation de l'eau de lavage et la traiter à un niveau qui est acceptable pour le point d'arrivée.

## 6. Considérations d'avant-projet

### 6.1 Introduction

Concevoir un système de traitement de l'eau de lavage est un processus complexe de plusieurs étapes, notamment le choix, l'achat et l'installation du matériel. Il faut tenir compte de plusieurs facteurs — le coût, les objectifs du traitement, l'infrastructure spécialisée potentielle et les exigences supplémentaires en matière de main-d'œuvre. Comprenez les ressources déjà installées ou disponibles et celles qui sont nécessaires afin de limiter les changements plus tard dans le processus. Une feuille de travail sur les considérations d'avant-projet (tableau 6-1) est fournie à la fin du présent chapitre pour faciliter la compréhension des ressources financières et physiques dont l'installation peut disposer, et aider à cerner les objectifs généraux du matériel de traitement de l'eau de lavage.

Un système de traitement de l'eau de lavage bien conçu peut avoir des répercussions positives sur l'exploitation, dont les suivantes :

- conformité aux exigences réglementaires;
- amélioration du rendement environnemental;
- efficacités accrues pour l'installation (p. ex., main-d'œuvre, eau);
- responsabilisation sociale accrue;
- commercialisation accrue du produit.

### 6.2 Coûts

Le traitement de l'eau de lavage représente un investissement très coûteux. Le coût du système est directement relié à la taille de l'exploitation et des objectifs du traitement. Lorsque le lavage a lieu sur une base quotidienne toute l'année durant et produit des quantités importantes d'eau de lavage, un système de traitement plus complet et plus coûteux est nécessaire pour gérer sa complexité et une solution plus simple ne suffira pas (p. ex., un petit étang de décantation en terre peu coûteux). Mais une exploitation qui lave des produits agricoles seulement quelques heures par semaines durant les mois d'été peut être capable de gérer et de traiter l'eau de lavage avec un système plus simple et un investissement financier moins important.

Les coûts initiaux en capital pour concevoir, acheter et installer un système de traitement de l'eau de lavage comprennent les coûts pour le matériel, les modifications à l'infrastructure, les experts-conseils et les dessins techniques. Une fois le système installé, il y a des coûts permanents liés à son exploitation et à son entretien. Il y a des compromis en matière de coûts entre les systèmes ayant un coût en capital élevé et ceux dont les coûts en capital sont plus bas, mais les coûts d'exploitation plus élevés.

### 6.3 Objectifs de traitement

Lors de la conception d'un système, il faut toujours déterminer les objectifs du traitement. Cette partie de la liste de vérification décrit le niveau de traitement que le système doit respecter. Plusieurs points d'arrivée existent pour l'eau traitée, notamment :

- le rejet dans l'environnement;
- l'épandage au sol;
- l'envoi par un système de conduites ou par camion dans une installation municipale de traitement des eaux usées;
- la réutilisation dans les processus de lavage pour les premiers rinçages;
- le traitement aux normes de l'eau potable et la réutilisation pour les derniers rinçages.

Le volume et le débit de l'eau produite par le processus de lavage déterminent la taille et le coût du système de traitement de l'eau de lavage. Examinez l'impact de tous les changements de matériel ou de futurs agrandissements au processus de lavage avant d'étudier les options en matière de traitement de l'eau de lavage.

## 6.4 Infrastructure du site

L'infrastructure existante peut parfois être incorporée dans le nouveau système de traitement. Notez les détails de l'infrastructure existante comme les tuyaux, les réservoirs, les filtres, les étangs et les services électriques (p. ex. taille, emplacement et autres spécifications). Les exigences du nouveau matériel peuvent faire en sorte que des infrastructures supplémentaires sont nécessaires. Vérifiez auprès de la municipalité pour confirmer si un permis de construire est exigé pour le projet prévu.

Lors de l'installation de nouveau matériel, tenez compte des éléments suivants :

- la main-d'œuvre;
- le service électrique (p. ex., voltage, fréquence, phase);
- la capacité de l'installation de plomberie (p. ex., points de raccordement du système de traitement de l'eau de lavage aux conduites du matériel de production);
- la tuyauterie souterraine;
- l'approvisionnement en air comprimé;
- les exigences d'espace;
- la capacité de charge du plancher (c.-à-d. un examen technique de la charge pouvant être appliquée au plancher);
- les réservoirs de stockage;
- la protection contre les intempéries (p. ex., chauffage);
- le contrôle informatique et l'instrumentation (p. ex., Internet, automates programmables);
- les répercussions sur le processus de production;
- la gestion des déchets;
- l'accès à l'emplacement de l'installation.

Tous les systèmes exigent que les déchets générés soient gérés sur une base permanente. Examinez le flux de déchets produit avant d'acheter ou d'installer du matériel. Créez un plan pour traiter les déchets durant l'installation du système, et non ensuite. Par exemple, les solides qui s'accumulent au fond d'un bassin de décantation doivent être enlevés, entreposés et éliminés (p. ex., compostage). Les filtres doivent être lavés à contre-courant et l'eau de rinçage doit être éliminée (p. ex., épandage au sol) ou être traitée.

## 6.5 Exigences liées à la main-d'œuvre

Après l'installation du système de traitement, la participation continue de la main-d'œuvre est nécessaire pour l'exploitation, le nettoyage, l'entretien et les réparations. Les technologies sélectionnées déterminent la quantité de temps, le niveau de compétences et la formation du personnel pour faire fonctionner le matériel. Certains systèmes exigent un démarrage et une exploitation manuels chaque jour, alors que d'autres sont commandés au moyen d'automates programmables. Tous les systèmes ont besoin d'un certain degré de supervision pour fonctionner.

Désignez au moins deux personnes pour apprendre et exploiter le système. Les grands systèmes complexes peuvent avoir des exigences plus importantes en matière de main-d'œuvre. Dans certains cas, l'exploitation du traitement de l'eau de lavage est réalisée en sous-traitant une société de gestion de l'eau de lavage. Il est important qu'un membre du personnel de l'installation comprenne le système.

## 6.6. Feuille de travail sur les considérations d'avant-projet

Utilisez la feuille de travail sur les considérations d'avant-projet (tableau 6-1) pour résumer les ressources financières et physiques disponibles à l'installation avant de concevoir le nouveau système, et cernez les objectifs généraux du matériel de traitement de l'eau de lavage.

**Tableau 6–1. Feuille de travail sur les considérations d'avant-projet**

<b>Coûts</b>	
Capitaux mobilisables	
Fonds disponibles pour les coûts permanents	
<b>Objectifs du traitement</b>	
À quoi l'eau traitée est-elle destinée?	
Quelle est la qualité de l'eau visée au point d'arrivée?	
De l'eau potable est-elle exigée?	
Débits (min/max; discontinu/continu)	
Saisonnalité (lavage toute l'année ou saisonnier)	
<b>Infrastructure du site</b>	
Technologies de traitement existantes	
Service d'électricité	
Infrastructure de plomberie	
Réseau informatique	
Espace intérieur/extérieur	
Empreinte disponible?	
Texture du sol	
La stratégie de manutention des déchets est-elle complétée?	
<b>Exigences liées à la main-d'œuvre</b>	
Estimation des heures-personnes disponibles pour l'exploitation.	
Estimation des heures-personnes disponibles pour le nettoyage et l'entretien.	
Système exploité de façon automatisée ou manuelle?	
Système contrôlé de façon automatisée ou manuelle?	
Eau de lavage gérée par le personnel de l'installation ou par une société de gestion de l'eau de lavage?	

Remarque : Vous trouverez des exemples de cette feuille de travail remplie au chapitre 10 (Construction d'un système de traitement de l'eau de lavage).



## 7. Considérations liées à la conception

### 7.1 Introduction

Les étapes du traitement de l'eau de lavage suivent généralement un ordre logique (figure 7.1). Les étapes nécessaires dépendent de la qualité de l'eau à traiter et du point d'arrivée souhaité. Par exemple, s'il n'y a pas de solides dans l'eau de lavage, les premières étapes peuvent être omises. Les paramètres généraux et les étapes concernant l'eau de lavage sont décrits dans la partie qui suit.

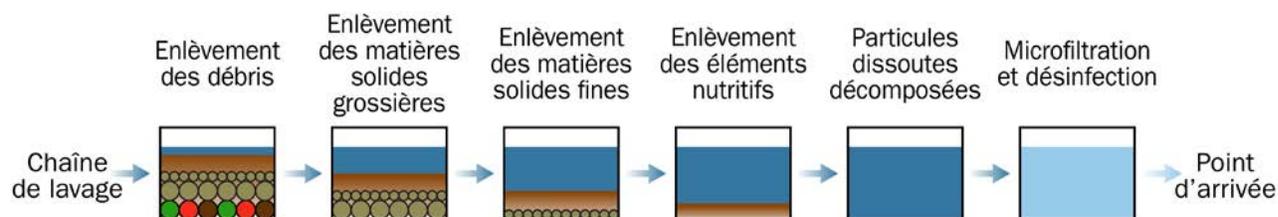


Figure 7.1. Processus de traitement de l'eau de lavage.

### 7.2 Définition des paramètres généraux

**Débris** — gros morceaux de matière végétale (p. ex., fanes, feuilles, racines ou résidus)

**Solides grossiers** — sable, sols limoneux et agrégats ayant une taille et une densité importante

**Solides fins** — argile, terres noires et particules de terre

**Éléments nutritifs** — éléments nutritifs dissous comme l'azote et le phosphore

**Matières dissoutes** — matières dissoutes comme la DBO et les éléments nutritifs dissous

### 7.3 Définition des étapes

1. **L'enlèvement des débris** implique une filtration très grosse et/ou la pulvérisation de gros morceaux en plus petits.
2. **L'enlèvement des solides grossiers** comprend la filtration de moyenne à grosse ou la décantation.
3. **L'enlèvement des solides fins** comprend la microfiltration et/ou l'enlèvement avec produits chimiques.
4. **L'élimination des éléments nutritifs** est un processus biologique ou une élimination des ions.
5. **L'enlèvement des matières dissoutes** augmente la teneur en oxygène dissous et réduit la demande biologique en oxygène.
6. **La microfiltration et la désinfection** sont l'étape du traitement la plus susceptible d'être utilisée pour créer de l'eau potable, laquelle comprend la microfiltration, la désinfection et possiblement l'ajustement du pH.

### 7.4 Données clés à recueillir

Certains renseignements de base doivent être recueillis concernant l'installation avant de concevoir le système de traitement. Il s'agit notamment des renseignements suivants :

#### Débit

Quelle quantité d'eau l'installation utilise-t-elle durant une saison de lavage? Cette quantité comprend le débit de pointe, la consommation d'eau moyenne quotidienne et la consommation d'eau quotidienne maximale. La manière de mesurer la consommation d'eau de l'installation est abordée au chapitre 5 (Contrôle du débit).

### Durée d'exploitation

À quelle fréquence le lavage est-il effectué et pour quelle durée? Il s'agit d'une estimation de la durée pendant laquelle le système fonctionne durant une année, estimation qui comprend les heures par jour, les jours par semaine et les semaines par année.

Concevez le système de traitement en fonction de la durée d'exploitation et des débits maximaux. Mieux vaut surdimensionner le système de traitement afin de le doter d'un facteur de sécurité. Un système de trop petite dimension peut être inefficace et tomber en panne.

### Dimension des particules de sol et masse volumique

Connaissez la dimension et la masse volumique (densité) de la terre qui entre dans l'eau de lavage. Les particules de sol se classent par dimension — le sable est plus gros que le limon qui est lui-même plus gros que l'argile (tableau 7-1). Les terres noires sont normalement de la dimension des particules d'argile, mais certaines particules de terre noire peuvent être aussi grosses que celles du limon.

La masse volumique est une mesure de la densité d'une substance ou d'une particule par rapport à l'eau, laquelle a une masse volumique de 1. Toute particule dont la masse volumique est supérieure à 1 se précipitera alors que toute particule dont la masse volumique est inférieure à 1 flottera.

**Tableau 7-1. Spectres de dimension et masse volumique de différents types de sol**

Type de sol	Dimension (microns)	Masse volumique
Sable	50 à 2 000	2,64 à 2,68 <sup>a</sup>
Limon	2 à 50	2,68 à 2,72 <sup>a</sup>
Argile	< 2	2,44 à 2,92 <sup>a</sup>
Sol tourbeux	0 à 40 000	1,26 à 1,90 <sup>a</sup>
Terre noire	< 74 <sup>b</sup>	1,002 <sup>c</sup>

Remarque : 1 mm = 1 000 microns

<sup>a</sup> Source : C.-Y. OU (2006). *Deep Excavation: Theory and Practice* (p. 8). Londres, GB : CRC Press. C. VENKATRAMAIAH (2006). *Geotechnical Engineering* (3e édition, p. 32). New Delhi, Inde : New Age International.

<sup>b</sup> Source : D. O. FRATTA, A. J. PUPPALA et B. MUHUNTHAN (2010). *GeoFlorida* (2010). *Advances in Analysis, Modeling & Design* (p. 2753). N.p. : ASCE Publications.

<sup>c</sup> Source : AMEC, numéro de projet : TR1114005. *Report for Wastewater Management Assessment of Vegetable Production Site Nine (9) with on Farm Processing*. Holland Marsh Growers' Association, Newmarket, Ontario (2014).

Ces données peuvent être utilisées pour déterminer les technologies de traitement qui peuvent s'avérer utiles pour enlever la terre de l'eau de lavage. La présence et le type de terre dans l'eau de lavage peuvent avoir une incidence négative sur certains systèmes de traitement de l'eau :

- la sédimentation (les particules dont la masse volumique avoisine 1 [p. ex., terres noires] se précipitent difficilement);
- la filtration (les particules plus petites que les ouvertures des membranes ne seront pas enlevées);
- la désinfection (les particules interféreront avec la désinfection et en réduiront l'efficacité);

Il y a deux manières d'identifier la dimension et la densité d'une particule de terre.

1. L'analyse du sol à l'aide d'un bocal Mason identifiera le pourcentage de sable, de limon et d'argile.

- Ajouter de l'eau et une cuillère de terre dans un bocal transparent et incolore. Remuez à fond jusqu'à ce que la terre et l'eau soient mélangées et laissez reposer.
- Le sable se précipitera au fond en premier (environ après une minute), suivi par le limon (quelques heures après), alors que l'argile finira finalement par retomber après un jour complet. Les particules fines de matière organique sont les dernières à retomber alors que les grosses particules organiques continueront de flotter (figure 7.2).
- Utilisez une règle pour mesurer les couches une fois qu'elles se déposent et calculer le pourcentage de sable, de limon et d'argile. Le spectre de dimensions des particules de sable, de limon et d'argile se trouve dans le tableau 7-1.



**Figures 7.2. Bocaux avec des particules de sol à différentes étapes de décantation.**

2. Une analyse granulométrique du sol en laboratoire mesure le spectre de dimensions des particules de sol dans un échantillon. Il est présenté en pourcentages afin de déterminer la dimension la plus commune.

### Échantillonnage de l'eau

Il est important de comprendre la qualité de l'eau de lavage. Ce n'est pas une étape facultative. Les données sont utilisées pour déterminer les technologies de traitement pouvant servir à traiter l'eau de lavage ainsi que la dimension du matériel nécessaire. Les paramètres communs se trouvent au chapitre 5 (Échantillonnage).

## 7.5 Dimensionnement du système

Afin de dimensionner le système, tenez compte de la charge hydraulique, de la charge massique de l'eau de lavage et de la qualité de l'eau exigée pour respecter les objectifs des points d'arrivée retenus.

### Charge hydraulique

La charge hydraulique est la quantité d'eau qui entre dans un système de traitement et est mesurée comme le volume d'eau total au cours d'une période de temps donnée (p. ex., 100 000 L/jour, 50 L/min). Dimensionnez le système de traitement pour correspondre aux débits quotidiens totaux et instantanés produits par l'exploitation de lavage. Tout effort pour réduire ou optimiser (p. ex., le recyclage) la consommation d'eau devrait être fait avant d'identifier les débits utilisés pour dimensionner le système de traitement de l'eau de lavage.

La majorité du matériel de traitement de l'eau de lavage fonctionne mieux lorsque les débits sont raisonnablement constants. En présence de grandes variations du débit, installez des réservoirs de retenue pour équilibrer toute fluctuation et fournir un débit plus uniforme au matériel de traitement. Dimensionnez le matériel pour gérer le débit maximum à moins que des bassins de régulation soient installés pour réguler le débit uniformément.

### Charge massique de l'eau de lavage

La charge massique de l'eau de lavage est la quantité totale de matière (p. ex., matières solides, phosphore, DBO) entrant dans le système de traitement au cours d'une période donnée. Elle est calculée en multipliant les temps de concentration par le débit (p. ex., 10 kg de solides/jour). Dimensionnez le système de traitement pour correspondre aux taux de la charge massique pour les paramètres ciblés produits par l'exploitation de lavage. Différentes technologies de traitement peuvent avoir des taux de charge massique maximaux. Tout effort pour réduire ou optimiser (p. ex., le recyclage) la consommation d'eau et la charge massique (p. ex., l'enlèvement de la terre à sec) devrait être fait avant de déterminer la charge qui sera utilisée pour dimensionner le système de traitement de l'eau de lavage.

### Charge massique des déchets

La charge massique des déchets représente la quantité totale de matières (p. ex., matières solides, eau) séparées du flux d'eau traitée. La plupart des systèmes de traitement produisent un certain flux de déchets qui doit être géré. Élaborez un plan pour gérer la quantité anticipée de déchets avant d'installer l'équipement technologique de traitement de l'eau de lavage.

La charge massique des déchets sera inférieure à la charge massique de l'eau de lavage en fonction de l'efficacité (p. ex., 80 %) du système de traitement. Par exemple, si la charge massique de l'eau de lavage des solides est de 10 kg/jour et que l'efficacité du traitement est de 80 %, la charge massique de déchets des solides est de 8 kg/jour.

### Facteur de sécurité

Soyez prudent en dimensionnant le système afin d'extraire plus de matière que ce qui peut être exigé et de ménager un facteur de sécurité permettant d'accommoder des charges plus importantes imprévues.

### Calculs de charge massique

Les exemples suivants montrent comment calculer la charge massique d'une installation de lavage.

#### Exemple n° 1

La concentration de phosphore total dans un échantillon représentatif (p. ex., composite) est de 18,73 mg/L et le débitmètre mesure un volume d'eau de lavage total de 119 865 L durant une journée complète de production. Calculez chaque jour la charge massique du phosphore total dans l'eau de lavage.

**Solution :** La charge massique quotidienne du phosphore total est calculée en multipliant le débit (L/jour) par la concentration de phosphore (mg/L). La charge massique du phosphore total est de 2,25 kg (119 865 L/jour × 18,73 mg/L/1 000 000 mg/kg) pour cette journée de lavage.

#### Exemple n° 2

Une installation de lavage de légumes produit de l'eau de lavage présentant les caractéristiques suivantes :

- débit moyen (Q) — 300 L/min
- durée de la journée de lavage (WD) — 10 h/jour
- nombre de jours de lavage (WS) — 260 jours/année
- concentration moyenne de phosphore total (PT) — 0,4 mg PT/L (analyse de laboratoire d'échantillons d'eau de lavage)

Estimez la quantité totale d'eau utilisée (charge hydraulique) et la charge massique du phosphore total sur une période d'un an.

#### Solution :

Calculez l'eau utilisée (charge hydraulique).

$$\begin{aligned} \text{Débit total d'eau} &= Q \times WD \times WS \\ &= 300 \text{ L/min} \times 60 \text{ min/h} \times 10 \text{ h/jour} \times 260 \text{ jours/année} \\ &= 46\,800\,000 \text{ L/année} \end{aligned}$$

**Solution :**

Calculez la charge massique du phosphore total sur une période d'un an.

$$\begin{aligned}\text{Charge massique du phosphore total} &= \text{débit total de l'eau} \times \text{PT} \\ &= 46\,800\,000 \text{ L/an} \times 0,4 \text{ mg PT/L} \\ &= 18\,720\,000 \text{ mg PT/année}\end{aligned}$$

Convertissez en kilogrammes

$$\begin{aligned}\text{Charge massique du phosphore total} &= 18\,720\,000 \text{ mg PT/année} \times 1 \text{ kg}/1\,000\,000 \text{ mg} \\ &= 18\,720\,000 \text{ mg PT/année} \div 1\,000\,000 \\ &= 18,72 \text{ kg PT/année}\end{aligned}$$

**Exemple n° 3**

Une installation lave des légumes 5 jours par semaine tout au long de l'année. Son débit est de 190 000 L/jour et un programme exhaustif d'échantillonnage a montré que sa concentration moyenne du total des solides en suspension (TSS) est de 870 mg/L. Le système de traitement est conçu pour extraire 90 % des solides de l'eau de lavage. L'exploitant veut créer un plan pour gérer et éliminer les solides produits annuellement par le système de traitement.

Calculez la quantité de solides devant être gérés sur une base annuelle.

**1. Calculez le débit annuel**

- Durée d'exploitation – 5 jours/semaine, 52 semaines/année
- Débit quotidien – 190 000 L/jour

$$\begin{aligned}\text{Jours de lavage} &= 5 \text{ jours/semaine} \times 52 \text{ semaines/année} \\ &= 260 \text{ jours/année}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Débit annuel} &= 260 \text{ jours/année} \times 190\,000 \text{ L/jour} \\ &= 49\,400\,000 \text{ L/année}\end{aligned}$$

**2. Calculez les solides produits**

- Débit annuel – 49 400 000 L/année
- TSS – 870 mg TSS/L

$$\begin{aligned}\text{Déchets solides} &= 49\,400\,000 \text{ L/année} \times 870 \text{ mg TSS/L} \\ &= 42\,978\,000\,000 \text{ mg TSS}\end{aligned}$$

**3. Convertissez les mg en kg**

$$1 \text{ kg} = 1\,000\,000 \text{ mg}$$

$$\begin{aligned}\text{Déchets solides} &= 42\,978\,000\,000 \text{ mg TSS} \times 1 \text{ kg}/1\,000\,000 \text{ mg} \\ &= 42\,978 \text{ kg de TSS}\end{aligned}$$

**4. Appliquez le rendement du traitement**

- Supposez que le système de traitement réduit la charge du total des solides en suspension de 90 %.

Total des solides en suspension étant des déchets = 42 978 kg TSS/année

Enlèvement = 90 %

$$\begin{aligned}\text{Déchets réels} &= 42\,978 \text{ kg TSS/année} \times 90 \% \\ &= 38\,680 \text{ kg TSS/année}\end{aligned}$$

**Solution :** Sur une année, cette exploitation doit gérer 38 680 kg du total des solides en suspension.

### 7.6 Choix des technologies

En regardant la figure 7.3 de gauche à droite, déterminez les paramètres de l'eau de lavage particuliers qui doivent être pris en compte et choisissez les technologies correspondantes afin de les évaluer.

Selon les technologies choisies (figure 7.3), remplissez la fiche d'évaluation des technologies (tableau 7-2) pour chaque technologie choisie. Comparez la fiche d'évaluation de toutes les technologies choisies ainsi qu'avec la feuille de travail sur les considérations d'avant-projet (tableau 6-1, chapitre 6 : Considérations d'avant-projet). La feuille de travail comporte quatre catégories à examiner : les coûts du traitement, la fonctionnalité, les exigences liées à l'emplacement et les exigences liées à la main-d'œuvre.

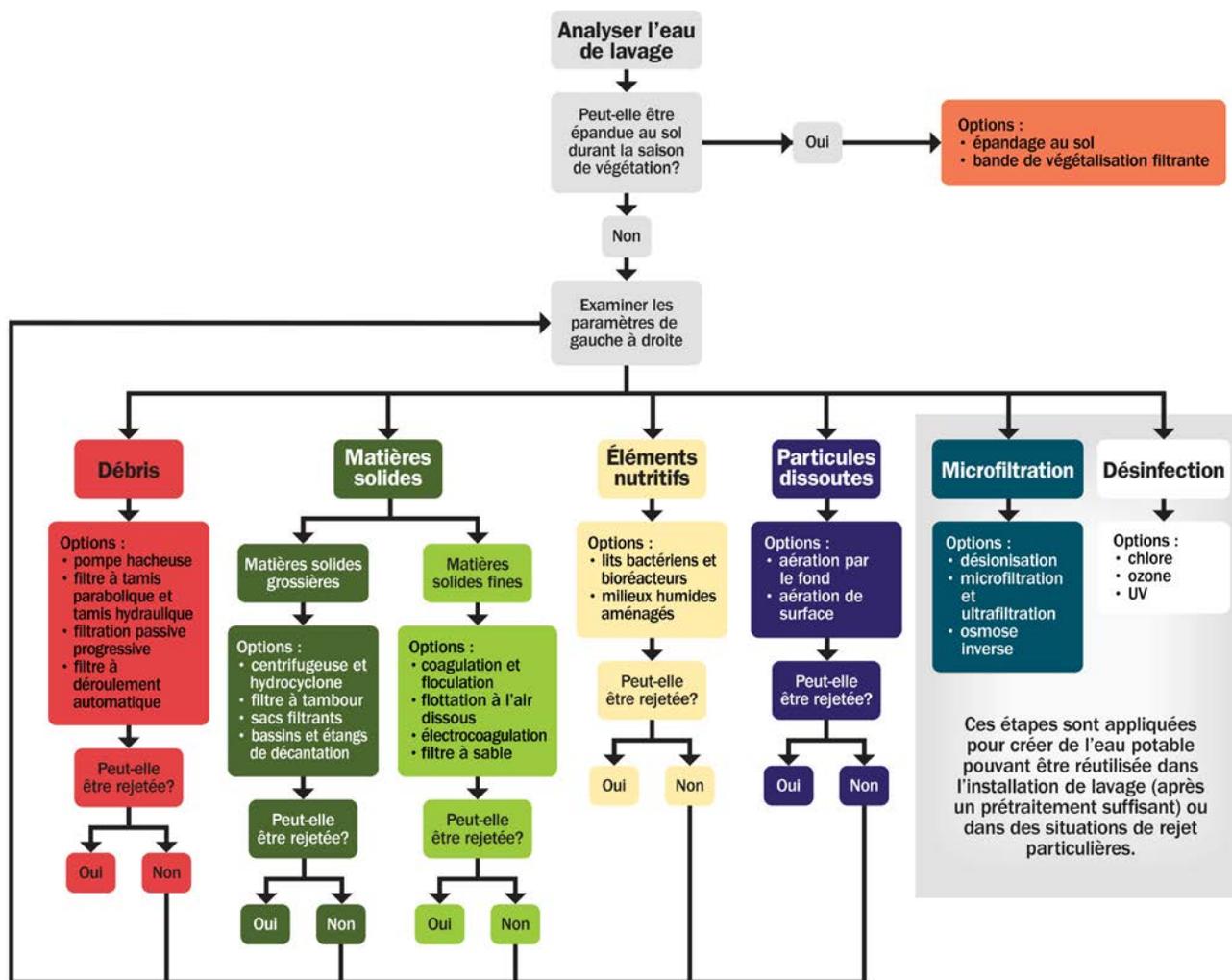


Figure 7.3. Diagramme pour le choix d'une technologie de traitement.

### **Coûts du traitement**

Lorsque vous examinez le coût d'une technologie de traitement, tenez compte des coûts d'immobilisations permanents et des coûts d'entretien. Les coûts d'immobilisations comprennent les coûts de conception, d'achat, d'installation et de démarrage. Les coûts d'exploitation et d'entretien peuvent comprendre la main-d'œuvre, l'électricité, les coagulants, les floculants, le remplacement des filtres, les produits chimiques de désinfection, les ampoules UV et l'entretien du matériel.

### **Fonctionnalité**

Règle générale, les systèmes de traitement de l'eau comportent plusieurs étapes de traitement qui améliorent progressivement la qualité de l'eau. Chaque étape cible différents paramètres comme les solides, la matière organique, les éléments nutritifs ou les agents pathogènes afin d'offrir un traitement complet. Selon la qualité de l'eau exigée pour le flux sortant (p. ex., en fonction de la capacité d'autoépuration, chapitre 3 : Réduction de la consommation d'eau), le nombre d'étapes de traitement variera. Si l'eau est réutilisée et n'est pas rejetée, les normes de traitement sont supérieures afin de respecter les lignes directrices relatives à la salubrité des aliments.

Certaines technologies ont des limites, comme celles qui suivent :

- la température (p. ex., les taux de réaction dépendent de la température ou possiblement du gel en hiver);
- le volume et le débit (c.-à-d. que les systèmes doivent pouvoir gérer les débits maximums et minimums et non seulement le débit moyen);
  - les débits uniformes en tout temps (p. ex., les débits exigés par les systèmes biologiques);
  - les débits discontinus ou intermittents.

Déterminez également si la technologie possède la capacité éprouvée de traiter des eaux de lavage semblables et dans des environnements semblables (p. ex., humidité, corrosion, débris).

### **Exigences liées à l'emplacement**

L'emplacement doit répondre aux exigences particulières du système de traitement. Déterminez les exigences supplémentaires liées à l'infrastructure de l'emplacement pour chaque technologie (p. ex., électricité, plomberie, espace, protection contre les intempéries et gestion des déchets). Si la nouvelle technologie est intégrée dans un système de traitement existant, assurez-vous que les exigences de prétraitement sont satisfaites. Comprenez la manière dont les sous-produits résiduels générés par chaque technologie seront gérés.

### **Exigences liées à la main-d'œuvre**

Déterminez la quantité de temps de travail et les efforts requis pour exploiter, contrôler, nettoyer, entretenir et réparer le matériel de traitement. Afin d'être exploitées efficacement, certaines technologies requièrent une formation spécialisée.

## 7.7 Fiche d'évaluation des technologies

Utilisez la fiche d'évaluation des technologies (tableau 7-2) pour chaque technologie choisie.

**Tableau 7-2. Fiche d'évaluation des technologies**

<b>Coût du traitement (estimation)</b>	
Immobilisations	
Exploitation	
<b>Fonctionnalité</b>	
Paramètres de la qualité de l'eau ciblés (p. ex., matières solides, composés organiques, éléments nutritifs, etc.)	
Étape du processus de traitement (p. ex., prétraitement, rejet final ou eau potable)	
Capacité de débit (min/max/moyen; discontinu/continu)	
Température (p. ex., toute l'année, saisonnière, intérieure)	
Technologie ayant fait ses preuves dans des conditions semblables?	
<b>Exigences liées à l'emplacement</b>	
Exigences techniques (p. ex., électricité, plomberie, etc.)	
Exigences de prétraitement	
Intérieur/extérieur (p. ex., emplacement du matériel)	
Empreinte/superficie de terrain exigée	
Le sol convient-il à la technologie? (p. ex., épandage au sol, étangs en terre)	
Sous-produits résiduels	
<b>Exigences liées à la main-d'œuvre</b>	
Un exploitant formé est-il nécessaire?	
Exploitation manuelle ou matériel automatisé?	
Supervision constante requise (p. ex., employé de garde)?	
Estimation des heures-personnes pour l'exploitation et le contrôle.	
Estimation des heures-personnes pour le nettoyage, l'entretien et les réparations.	

## 8. Technologies de traitement

### 8.1 Introduction

Le présent chapitre décrit les options qui existent en matière de technologie de traitement et donne des exemples au moyen d'études de cas. Les technologies sont groupées et présentées dans le même ordre que dans la figure 7-3 : Diagramme pour le choix d'une technologie de traitement (chapitre 7 : Considérations liées à la conception).

### 8.2 Épandage au sol

L'épandage au sol est une méthode de gestion de l'eau de lavage qui consiste à l'utiliser à des fins d'irrigation ou d'épandage sur les terres agricoles pour la production vivrière (figure 8.1). Il peut aussi être utilisé comme méthode de gestion des sous-produits résiduels d'un processus de traitement de l'eau de lavage. L'épandage au sol doit être fait de manière à protéger la qualité du sol, la qualité des eaux de surface et souterraines et réduire les effets olfactifs sur le voisinage. Il y a des avantages économiques à l'épandage au sol de l'eau de lavage ou de solides puisqu'ils peuvent agir comme source d'eau d'irrigation, d'éléments nutritifs ou de matières organiques. Dans la plupart des cas, l'avantage est cependant mineur par rapport au coût de l'épandage. Lorsqu'on le compare au traitement, l'épandage au sol peut toutefois s'avérer être l'une des méthodes d'élimination les plus économiques.



Figure 8.1. Épandage au sol d'eau au moyen d'un système d'irrigation.

#### Description

Afin d'évaluer la pertinence de l'épandage au sol, analysez l'eau de lavage (c.-à-d. les flux liquides ou solides) et le sol des terres agricoles. Cette analyse détermine le taux d'épandage approprié. Équilibrez la teneur en éléments nutritifs dans l'eau de lavage avec l'exportation par les cultures. Pour éviter le ruissellement, les épandages sont limités par les conditions humides et le volume d'eau qui peut être utilisé par la culture. La première étape pour élaborer un plan d'épandage au sol est d'échantillonner l'eau de lavage durant la saison de lavage (tableau 8-1).

Tableau 8-1. Paramètres pour l'échantillonnage de l'eau de lavage et du sol

Analyse	Eau de lavage	Matières solides	Sol
Macronutriments (p. ex., azote, phosphore, potassium)	x	x	x
Micronutriments (p. ex., sodium, magnésium, bore, manganèse, fer, zinc, cuivre, soufre)			
Métaux réglementés* (p. ex., arsenic, cadmium, cobalt, chrome, cuivre, plomb, mercure, molybdène, nickel, sélénium, zinc)	x	x	x
Microorganismes (p. ex., coliformes totaux, <i>E. coli</i> , agents pathogènes des plantes)	x	x	—
Caractéristiques normales des eaux usées (p. ex., DBO, pH, TSS, chlore, concentration dans l'environnement de matière sèche)	x	—	—
Caractéristiques normales des solides (p. ex., pH, % de matière sèche)	—	x	—
% de matière organique**	—	—	x

\*Les métaux réglementés ne sont pas communs dans l'eau de lavage des fruits et des légumes.

\*\*Il est interdit d'ajouter des matières de sources agricoles aux sols composés à plus de 80 % de matière organique (p. ex., les terres noires) en vertu de la *Loi de 2002 sur la gestion des éléments nutritifs*.

## Considérations

La qualité de l'eau de lavage est essentielle pour déterminer sa pertinence et les taux d'épandage au sol. Assurez-vous que l'eau de lavage a été bien caractérisée puisque sa qualité peut changer considérablement durant le cycle de production.

L'entreposage de l'eau de lavage est nécessaire pour la conserver durant les périodes (p. ex., heures, jours, mois) entre sa production et l'épandage. Cela peut être nécessaire lorsque le sol est saturé et lorsque les volumes produits dépassent la demande en eau des cultures. L'entreposage de l'eau de lavage peut devoir être conçu et situé conformément aux exigences réglementaires. L'enlèvement occasionnel des solides accumulés peut être nécessaire dans le réservoir de stockage de l'eau de lavage.

La filtration peut être requise avant de transférer l'eau dans un système d'irrigation afin d'éviter de boucher les pulvérisateurs et les goutteurs. Des filtres à tamis, à disques ou à gravier peuvent être recommandés par le fournisseur de matériel d'irrigation.

N'épandez pas l'eau de lavage sur des champs couverts de gel ou de neige. Les installations qui lavent durant l'hiver doivent avoir un entreposage d'eau de lavage suffisant (p. ex., un étang doublé ou des réservoirs) pour les mois d'hiver.

Les agents pathogènes végétaux pouvant être présents dans l'eau de lavage peuvent être transférés dans le champ où l'épandage a lieu. Atténuez le risque lié aux solides en les compostant correctement avant l'épandage au sol.

Tenez compte des lignes directrices en matière de salubrité des aliments avant d'utiliser de l'eau de lavage pour irriguer des produits agricoles (partie 2.5. Qualité de l'eau pour la production de légumes et de fruits). Les normes de qualité de l'eau d'irrigation relatives aux agents pathogènes visent les coliformes totaux (1 000 CFU/100 mL d'eau) et *E. coli* (100 CFU/100 mL d'eau) et sont fixées par Environnement Canada. Consultez le document *Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection des utilisations de l'eau à des fins agricoles, 2002* <http://ceqg-rcqe.ccme.ca/fr/index.html>. La conservation des dossiers d'analyse de l'eau constitue une bonne pratique agricole et un volet important d'un programme de salubrité des aliments à la ferme. Pour de plus amples renseignements sur les normes d'irrigation, consultez la fiche technique du MAAARO, *Amélioration de la salubrité des aliments à la ferme par de bonnes pratiques d'irrigation*; commande n° 10-038, [ontario.ca/maaroo](http://ontario.ca/maaroo). Pour de plus amples renseignements concernant l'échantillonnage de l'eau d'irrigation, consultez la vidéo YouTube du MAAARO portant sur l'échantillonnage de l'eau d'irrigation — échantillonnage des systèmes d'irrigation (*Irrigation Water Sampling – Sampling Irrigation Systems*) (en anglais seulement).

Atténuez les risques en matière de salubrité des aliments des cultures irriguées avec de l'eau de lavage en l'épandant :

- sur des cultures qui ne seront pas mangées crues (p. ex., maïs, raisins de cuve);
- sur des cultures non alimentaires (p. ex., arbres, plaques de gazon, fleurs);
- au moyen d'une méthode d'irrigation qui garantit que l'eau de lavage n'entre pas en contact avec la portion comestible de la culture (p. ex., goutte à goutte);
- après la récolte (c.-à-d. pour l'avantage que procurent les éléments nutritifs pour une prochaine culture);
- après le traitement.

## Coûts

Les coûts d'immobilisations comprennent le matériel de manutention des déchets solides (le cas échéant), le matériel d'épandage au sol, les pompes et l'infrastructure de tuyauterie, l'entreposage de l'eau de lavage et le processus d'autorisation réglementaire.

Les coûts permanents comprennent la main-d'œuvre, le carburant, l'entretien du matériel et les analyses de laboratoire. L'épandage au sol exige une main-d'œuvre spécialisée pour épandre la matière (c.-à-d., conduire un tracteur) ou pour exploiter le système d'irrigation, main-d'œuvre qui peut être importante lorsque les volumes

d'eau de lavage sont élevés et que les champs sont éloignés de l'installation de lavage. Le tableau 8-2 résume les coûts d'immobilisations et les coûts d'exploitation pour l'épandage au sol.

L'épandage au sol de l'eau de lavage est une solution à faible coût en présence de terres disponibles à proximité et d'un entreposage suffisant pour l'eau de lavage.

**Tableau 8–2. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation pour l'épandage au sol**

Coûts d'immobilisations	Coûts d'exploitation
Matériel de manutention des déchets solides (p. ex., bacs de stockage, chargeuse frontale)	Main-d'œuvre
Matériel d'épandage au sol (p. ex., épandeur de fumier) ou matériel d'irrigation	Matériel d'entretien
Pompes et tuyauterie	Carburant/électricité
Entreposage de l'eau de lavage (p. ex., conception, construction)	Analyse des échantillons d'eau de lavage
Processus d'autorisation réglementaire	

### Étude de cas

Dans le cadre d'un projet de caractérisation des fruits et des légumes du MAAARO en 2012, on évaluait l'option de l'épandage au sol de l'eau de lavage. Un scénario a été développé en fonction d'une installation de lavage de légumes racines de taille moyenne qui fonctionnait toute l'année durant. Les objectifs visaient à évaluer les critères suivants :

- la quantité de terre exigée pour gérer l'eau de lavage (volume, éléments nutritifs);
- la quantité d'entreposage nécessaire durant l'hiver;
- la valeur agronomique des éléments nutritifs de l'eau de lavage pour l'épandage au sol;
- les concentrations de métaux réglementés dans l'eau de lavage;
- la pertinence d'épandre au sol l'eau de lavage relativement à la salubrité des aliments pour une culture comestible.

### Volume d'eau de lavage disponible pour l'épandage au sol

Dans l'étude de cas, la quantité d'eau de lavage produite était de 20 m<sup>3</sup>/jour pour une semaine de lavage de 5 jours totalisant 100 m<sup>3</sup> ou 100 000 L/semaine et produisant annuellement 5 200 m<sup>3</sup>. L'installation possédait des conduites d'irrigation préexistantes et planifiait d'utiliser toute l'eau de lavage produite annuellement (5 200 m<sup>3</sup>) pour faire 10 épandages d'irrigation de mai à septembre à une profondeur 12,7 mm (0,5 pouce) chaque semaine. Cela équivaut à 127 m<sup>3</sup>/ha/épandage.

$$\frac{5\,200\text{ m}^3}{10\text{ épandages} \times 127 \frac{\text{m}^3}{\text{ha} \times \text{épandage}}} = 4,1\text{ ha}$$

L'installation aurait besoin de 4,1 ha (10,1 acres) pour épandre toute l'eau de lavage produite annuellement.

### Entreposage nécessaire durant l'hiver

En raison des conditions au champ de septembre à avril, l'installation a besoin de 240 jours d'entreposage ou d'environ 3 400 m<sup>3</sup>. L'installation a conçu un réservoir rectangulaire de 3 500 m<sup>3</sup> de 8 m de profondeur sur 15 m de largeur et 30 m de long. L'entreposage comprend un couvercle pour éviter les chutes de pluie, un franc-bord de 1 m, en plus d'être imperméable à l'eau souterraine.

### Valeur agronomique de l'enlèvement des éléments nutritifs

L'étude de cas examinait comment l'eau de lavage pourrait être gérée par un épandage au sol. La valeur nutritive de l'eau de lavage pour l'irrigation sur une culture d'épinards pour le marché des aliments frais a été déterminée en prélevant des échantillons d'eau de lavage devant être épandue au sol et en réalisant une analyse de laboratoire des éléments nutritifs dans l'eau. Les résultats (tableau 8-3) montrent la moyenne des éléments nutritifs dans l'eau de lavage. Selon la recommandation du MAAARO concernant les éléments nutritifs, 110 kg N/ha, 180 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha et 230 K<sub>2</sub>O/ha seraient nécessaires pour obtenir un rendement d'épinards de 4,5 tonnes/ha. En l'absence d'éléments nutritifs supplémentaires dans le sol, des épandages d'engrais seraient exigés.

**Tableau 8–3. Moyenne des éléments nutritifs dans l'eau de lavage devant être épandue au sol (étude de cas)**

Élément nutritif	Analyse de laboratoire de l'eau de lavage (mg/L)	Éléments nutritifs fournis dans l'eau de lavage (kg/ha)	Éléments nutritifs supplémentaires exigés pour une culture d'épinards de 4,5 t/ha (kg/ha)
N*	2	3	107
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	35	44	136
K <sub>2</sub> O	121	154	76

REMARQUE : Ces résultats ne tiennent pas compte des valeurs de base de l'analyse du sol.

\*mesuré comme le nitrate dans l'eau de lavage

### Limites pour les métaux réglementés

Les métaux réglementés contenus dans l'eau de lavage ont été évalués et les résultats montrent qu'ils étaient en deçà des limites déterminées (non détectables dans la plupart des cas).

### Pertinence pour la salubrité des aliments

L'analyse microbiologique montrait que l'eau de lavage ne convenait pas pour l'irrigation d'une culture comestible vendue sur le marché des aliments frais (p. ex., épinards) sans prétraitement destiné à réduire le risque microbien. L'installation pourrait envisager un épandage sur une culture qui n'est pas vendue sur le marché des aliments frais (p. ex., légumes racines, grandes cultures de grain). L'eau de lavage respectait quatre des cinq objectifs de l'épandage au sol pour une culture comestible vendue sur le marché des aliments frais (tableau 8–4).

**Tableau 8–4. Sommaire de l'adéquation de l'eau de lavage pour l'épandage au sol**

Objectifs	Résultat
Faire correspondre le volume d'eau de lavage pour l'approvisionnement en irrigation aux terres disponibles.	✓
Déterminer la quantité d'entreposage nécessaire.	✓
Faire correspondre la valeur agronomique des éléments nutritifs de l'eau de lavage à la culture agricole.	✓
Respecter les concentrations de métaux réglementés.	✓
Adéquation pour la salubrité des aliments de l'eau de lavage (épandue comme eau d'irrigation) sur une culture comestible vendue sur le marché des aliments frais.	x

## 8.3 Système de bandes de végétation filtrantes

Un système de bandes de végétation filtrantes (SBVF) distribue l'eau de lavage dans une zone d'infiltration conçue et plantée dans la végétation. Grâce au processus d'infiltration d'eau, les éléments nutritifs sont absorbés et les solides provenant de l'eau de lavage sont recueillis. Un SBVF est conçu pour être un traitement à zéro rejet puisque toute l'eau et ce qu'elle transporte sont prélevés dans la zone.

### Description

La conception de la zone d'infiltration du SBVF dépend de la quantité d'eau de lavage à traiter, de la texture du sol, de la pente et de la végétation. La quantité d'eau de lavage à traiter est liée à la quantité d'eau que la zone d'infiltration peut traiter par évapotranspiration. La dimension exigée pour la zone d'infiltration est aussi directement reliée à la conductivité hydraulique en milieu saturé des sols. Règle générale, une texture du sol plus fine (p. ex., argile comparativement à du sable) a une conductivité hydraulique en milieu saturé présentant des taux d'infiltration plus lents, ce qui agrandit la zone d'infiltration.

Une tubulure de distribution (p. ex., une conduite perforée) répand également l'eau de lavage sur toute la largeur du SBVF.

Les pentes d'un SBVF varient de 2 à 12 %; les pentes plus abruptes exigent une zone d'infiltration plus longue. Il ne doit pas y avoir de pente sur la largeur de la zone d'infiltration du SBVF.

Plantez une population dense de graminées et de légumineuses pour extraire différents éléments nutritifs de l'eau de lavage. Choisissez des espèces vivaces en fonction du climat, de la tolérance aux inondations, de la longueur de la saison de végétation, de la densité importante des racines, de la tolérance au sel et de faibles exigences d'entretien. Entretenez les graminées en les tondant et resemez au besoin.

Pour de plus amples renseignements sur les SBVF, consultez la publication du MAAARO intitulée *Guide de conception des systèmes de bandes de végétation filtrantes*, publication 826F, [ontario.ca/maaaro](http://ontario.ca/maaaro).



**SAVIEZ-VOUS QUE...** Les SBVF sont différents des bandes tampons végétalisées, mais il est facile de les confondre. Les bandes tampons végétalisées sont généralement placées aux abords et parallèlement aux eaux de surface. Elles peuvent être installées sur un terrain quelque peu accidenté afin de réduire l'écoulement de surface et de collecter les sédiments, et elles comprennent une végétation variée comme des arbres, des buissons et des graminées. Les bandes tampons laissent passer l'eau, mais le SBVF est conçu comme un système à zéro déchet.

### Considérations

Évaluez si un SBVF satisfait aux besoins de l'installation et aux caractéristiques de l'emplacement.

- Un SBVF fonctionne mieux durant la saison de végétation (p. ex., été et automne) lorsque la végétation croît rapidement. Il ne s'agit pas d'un système fonctionnant tout au long de l'année.
- Selon le type de sol, l'empreinte du SBVF exigé peut devoir être plus importante que prévu.
- Des barrages et des fossés peuvent servir à détourner l'écoulement en pente ascendante de la zone d'infiltration du SBVF.
- Des exigences en matière d'espacement minimal existent pour un SBVF par rapport à l'eau souterraine, à la roche-mère, aux puits, à l'eau de surface, aux plaines inondables, aux terres drainées au moyen de tuyaux et aux déchets enfouis afin de protéger la qualité de l'eau.
- Limitez la circulation sur la zone afin de réduire la compaction et de prévenir le développement de voies d'acheminement concentrées.
- Ne laissez pas paître du bétail sur la zone du SBVF.
- Un boisé de ferme existant ne convient pas à une zone d'infiltration.
- Les SBVF pour l'eau de lavage sont réglementés par un processus d'autorisation environnementale en vertu de la *Loi sur les ressources en eau de l'Ontario*.
- La *Loi sur les ressources en eau de l'Ontario* exige qu'un SBVF soit conçu par un professionnel qualifié (p. ex., un ingénieur professionnel).

## Coût

Le coût d'un SBVF dépend de la dimension de la zone d'infiltration et de la somme de travail nécessaire pour niveler et semer la zone. Le tableau 8-5 résume les coûts d'immobilisations et d'exploitation.

**Tableau 8-5. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation pour un SBVF**

Coûts d'immobilisations	Coûts d'exploitation
Conception professionnelle	Entretien (p. ex., tonte, mise en balles)
Permis	Réensemencement
Nivellement	Terre retirée de la production
Pompes et tuyauterie	Carburant/électricité
Semences	

## 8.4 Enlèvement des débris

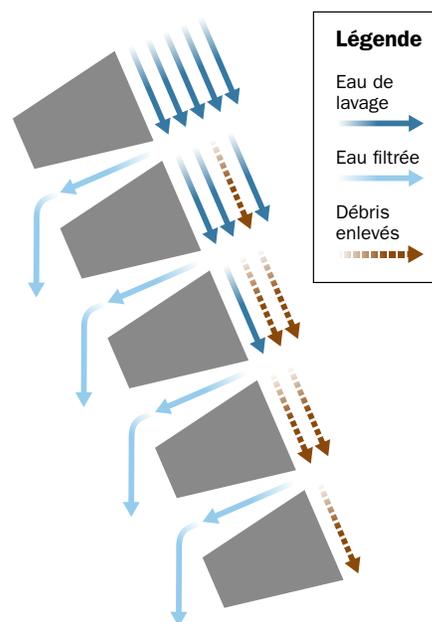
L'enlèvement des débris élimine les gros morceaux (p. ex., résidus de fruits et de légumes, pierres, feuilles et tiges) de l'eau de lavage pour accroître l'efficacité des différentes technologies de traitement en aval en prévenant le blocage et en réduisant la charge. Les quatre options pour enlever les débris sont les pompes hacheuses, les filtres à tamis paraboliques et les tamis hydrauliques, la filtration progressive passive et les filtres à déroulement automatique. Dans un système de traitement à plusieurs étapes, l'enlèvement des débris est généralement la première étape du processus de traitement.

### 8.4.1 Pompes hacheuses

Une pompe hacheuse peut remplacer une pompe régulière dans une installation de plomberie existante. Les pompes hacheuses réduisent la taille des débris ce qui permet, dans certains cas, de les extraire plus facilement lors des étapes subséquentes d'enlèvement des débris. Elles sont recommandées lorsque de gros morceaux de fruits ou de légumes entrent dans le flux d'eau de lavage. Les pompes hacheuses ont un système de couteaux qui peut découper les débris en plus petits morceaux, réduisant le blocage lors des étapes de traitement en aval. Les pompes hacheuses n'enlèvent pas les débris et ne remplacent pas les techniques d'extraction des débris.



**Figure 8.2. Tamis hydraulique enlevant les débris de carotte de l'eau de lavage.**



**Figure 8.3. Effet de Coanda.**



**SAVIEZ-VOUS QUE...** L'effet de Coanda est le processus consistant à déplacer l'eau qui s'écoule sur la surface du tamis, qui sépare alors l'eau des débris. L'eau s'écoule sur la surface de la grille qui forme le tamis, alors que les solides continuent vers le bas du filtre (figure 8.3).

### 8.4.2 Filtres à tamis paraboliques et tamis hydrauliques

Un filtre à tamis parabolique et un tamis hydraulique extraient les débris grâce à un filtre courbé (figure 8.2) et à un procédé appelé l'effet de Coanda (figure 8.3). Il peut s'agir d'un système dans un boîtier fermé ou ouvert et dimensionné en fonction de la charge hydraulique (L/sec) de l'installation. Les filtres à tamis parabolique et les tamis hydrauliques fonctionnent selon le même principe avec de plus grosses unités ouvertes communément appelées tamis hydrauliques.

#### Description

Les filtres à tamis parabolique et les tamis hydrauliques sont conçus pour extraire les débris, les sols agrégés et les morceaux de légumes et de fruits. Ils n'enlèvent cependant pas les solides plus fins.

Dans la figure 8.4, l'eau de lavage entre dans l'unité par l'orifice d'entrée (A). L'eau monte jusqu'à ce qu'elle déborde (B) sur le filtre à tamis parabolique constitué d'une grille à fissures. Un plateau horizontal supplémentaire (figure 8.5) peut être ajouté pour ralentir l'eau et l'obliger à se diriger sur le tamis. En raison de l'effet de Coanda, la forme du tamis permet à l'eau de tomber sur la longueur du tamis alors que les débris restent sur sa surface (C). La taille des débris séparés dépend de la dimension du tamis. Les débris capturés par le filtre sont extraient dans une cuve. Des goulottes peuvent être ajoutées au besoin pour faire sortir les débris (D). L'eau séparée s'écoule (E) par l'orifice de sortie (F). Dans le cas des unités dans des boîtiers fermés, si des débris obturent le tamis, l'eau de lavage déborde et rejoint l'eau clarifiée qui quitte le système, contournant l'effet filtrant du tamis (G). Ce contournement continue jusqu'à ce que le tamis soit nettoyé manuellement.

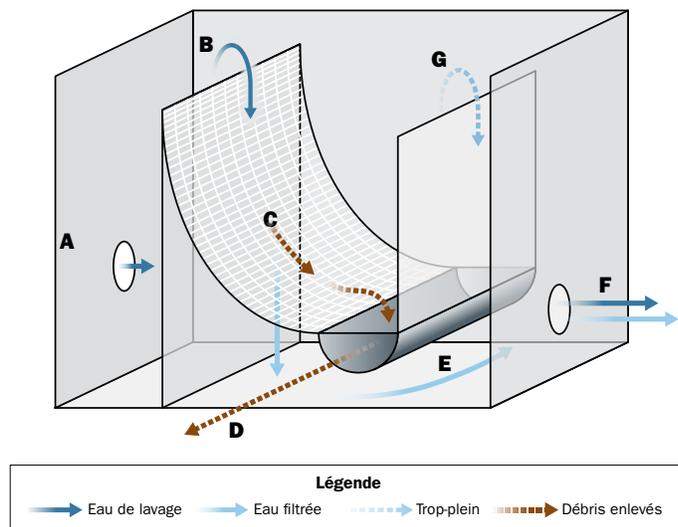


Figure 8.4. Diagramme d'un filtre à tamis parabolique.



Figure 8.5. Filtre à tamis parabolique avec un plateau métallique pour diriger l'eau sur le tamis.

### Considérations

Évaluez si un filtre à tamis parabolique ou un tamis hydraulique respecte les besoins de l'installation :

- Un filtre à tamis parabolique exige une « chute » pour que le tamis fonctionne correctement. Il doit donc être installé à un endroit doté d'un espace vertical.
- Installez-le dans un endroit qui permet d'exercer un contrôle visuel à des fins de rendement.
- Le tamis doit être nettoyé régulièrement afin qu'il ne s'obstrue pas. La fréquence du nettoyage dépend du débit et de la charge de solides.
- Les débris collectés grâce au tamis doivent être gérés.

Collaborez avec un fournisseur afin de donner au tamis les dimensions et la courbure adéquates. Une fois l'installation terminée, si l'eau tombe sur le tamis au lieu de s'écouler sur sa surface, ajoutez un plateau pour orienter l'eau afin qu'elle retourne sur le tamis (figure 8.5).

Une pompe peut s'avérer nécessaire pour amener l'eau de lavage dans le haut du tamis puisque le système fonctionne par écoulement gravitaire. Ajoutez une pompe hacheuse si la quantité de solides pompés est élevée.

### Coût

Le coût d'immobilisation de l'unité dépend de sa dimension, laquelle est déterminée par la charge hydraulique (débit) et la grosseur du tamis. Les coûts d'exploitation et d'entretien sont minimes puisque les tamis ont une longue durée de vie. Le tableau 8-6 résume les coûts d'immobilisations et d'exploitation.

**Tableau 8–6. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation pour un filtre à tamis parabolique ou un tamis hydraulique**

Coûts d'immobilisations	Coûts d'exploitation
Filtre à tamis parabolique ou tamis hydraulique	Entretien (p. ex., nettoyage)
Pompes et tuyauterie	Gestion des débris (p. ex., compost, nourriture pour animaux)
Système à la tarière	Électricité pour le pompage

### Étude de cas

Le rendement opérationnel d'un filtre à tamis parabolique est difficile à quantifier puisqu'il est conçu pour l'enlèvement de solides plus grossiers. Une inspection visuelle confirme toutefois son efficacité pour enlever les solides grossiers, comme le montre la figure 8.6.



**Figure 8.6. Solides grossiers collectés par un filtre à tamis parabolique.**

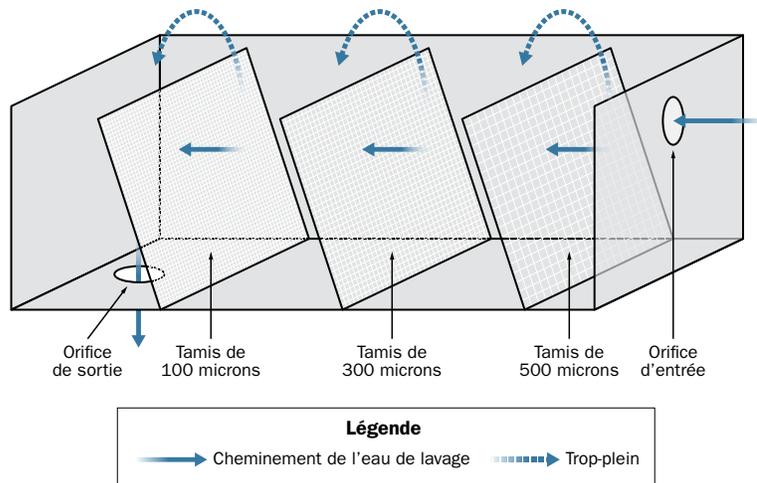
Dans le cadre du projet sur l'eau de la HMGA, il a été possible de démontrer qu'un filtre à tamis parabolique (200 microns) réduisait de 71 % le total des solides en suspension dans l'eau recirculée d'une serre (situation de faible charge). La capacité d'extraire les solides en suspension est un avantage qui s'ajoute à l'objectif principal de l'unité visant à enlever les gros solides.

#### 8.4.3 Filtration progressive passive

Un filtre progressif passif est une série de tamis présentant des ouvertures de plus en plus petites (microns) qui emprisonnent les solides lorsque l'eau coule à travers l'unité (figure 8.7). Il fonctionne par gravité et convient mieux aux faibles volumes d'eau (p. ex., lavage à faible débit de 2 heures par jour) ou à une faible charge de solides. Un débordement non désiré peut survenir lorsque les filtres ne sont pas nettoyés fréquemment.

**Description**

Les tamis sont installés en angle dans le réservoir et le niveau d'eau s'élève graduellement lorsque les tamis deviennent obstrués. Nettoyez les tamis avant qu'ils soient complètement obstrués en les enlevant et en rinçant les solides. Selon la capacité de précipitation des solides filtrés, il peut aussi être nécessaire de rincer le réservoir qui contient les tamis.



**Figure 8.7. Diagramme d'un filtre progressif passif.**

Ce type de filtre vise un éventail de solides, puisque la dimension des ouvertures du tamis peut être ajustée en fonction de la composition granulométrique des particules des solides de l'eau de lavage. Enlever les solides réduira la teneur en éléments nutritifs associée, mais il pourra être nécessaire de faire un traitement supplémentaire pour les éléments nutritifs dissous.

**Considérations**

Ce système est conçu pour les installations de lavage présentant de faibles charges de solides et de faibles débits. Les charges de solides élevées exigent un nettoyage plus fréquent. Si les tamis sont obstrués par des solides, l'eau coule par-dessus le tamis et pénètre dans la prochaine chambre du système. Le système résistera facilement aux changements de débit tant que les débits les plus élevés ne submergent pas les filtres.

Installez un ensemble de filtration capable de gérer le débit maximal ou limitez le débit à la capacité du filtre. Le nombre et la dimension des ouvertures des tamis choisis dépendent du type de solides qu'il faut extraire. Les ouvertures du dernier tamis ne devraient pas dépasser 100 microns afin d'empêcher que des solides plus gros passent au travers et obstruent les conduites.

**Coût**

Le coût d'immobilisation de l'unité dépend de sa dimension, laquelle est déterminée par la charge hydraulique (débit), le nombre de tamis et les grosseurs de tamis nécessaires. Un système dont les tamis sur mesure peuvent être installés dans un réservoir de retenue d'eau existant peut être moins coûteux.

Les coûts d'exploitation sont minimes puisque les tamis ont une longue durée de vie. L'entretien consiste à laver et à éliminer les solides accumulés. Le tableau 8-7 résume les coûts d'immobilisations et d'exploitation.

**Tableau 8-7. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation d'un système de filtration progressive passive**

Coûts d'immobilisations	Coûts d'exploitation
Tamis fabriqués sur mesure	Entretien (p. ex., nettoyage, réparations, remplacement d'éléments)
Construction d'un nouveau réservoir de retenue ou modification d'un réservoir de retenue existant	Gestion des débris (p.ex., transport, manutention et élimination du compost, aliments pour animaux)

### Étude de cas

Une petite installation de lavage de légumes-feuilles produisait de l'eau de lavage présentant les caractéristiques suivantes à raison de 3 heures par jour, 5 jours par semaine pendant 18 semaines :

- TSS 530 mg/L
- PT 0,5 mg/L
- ATK 4,9 mg/L
- CBOD<sub>5</sub> 12 mg/L

Les responsables de l'installation ont mis en œuvre un système de filtration progressive passive pour extraire les matières solides de l'eau de lavage (figure 8.8).

Le système utilisait quatre tamis dont les ouvertures mesuraient 1 000, 500, 300 et 100 microns. Au total, les tamis réduisaient les matières solides (TSS) de 91 %, ainsi que le PT de 31 %, l'ATK de 29 % et la CBOD<sub>5</sub> de 54 %.



Figure 8.8. Vue intérieure d'un filtre progressif passif.

L'eau filtrée était réutilisée comme premier rinçage dans le système de lavage et n'obstruait pas les buses du premier rinçage, ce qui était une préoccupation majeure. Une fois le lavage terminé, l'eau était épandue sur un champ voisin comme eau d'irrigation.

Lorsqu'un tamis est obstrué et doit être nettoyé :

- arrêter le flux d'eau, retirer le ou les tamis et nettoyer;
- remplacer le ou les tamis par un tamis de rechange pour permettre un lavage et un traitement de l'eau de lavage continus;
- nettoyer les tamis en place (avec une raclette en caoutchouc ou un aspirateur), ce qui peut s'avérer impossible avec un lavage et un traitement de l'eau de lavage continus.

Dans cette étude de cas, l'exploitant a enlevé le dernier tamis obstrué (100 microns) alors que le système était en marche. Les matières solides (<300 microns) traversaient par conséquent le système de filtration et pouvaient s'accumuler dans les tuyaux ou obstruer les buses de pulvérisation.

#### 8.4.4 Filtre à déroulement automatique

Un filtre à déroulement automatique utilise un papier ou un milieu filtrant pour séparer les matières solides de l'eau. Le diamètre des pores du milieu filtrant peut varier de <10 à 200 microns.

##### Description

L'unité fonctionne en déroulant un milieu filtrant d'un cylindre et en le faisant reposer sur un support de mailles qui forme une cuvette (figure 8.9). L'eau de lavage est distribuée sur la largeur du cylindre et est déversée également sur le milieu filtrant. L'eau de lavage s'écoule le long du milieu filtrant et se dépose dans la base de la cuvette où les matières solides dans l'eau sont captées par le filtre, puis l'eau tombe dans un plateau. Les matières solides obstruent éventuellement le milieu filtrant et entraînent l'élévation du niveau d'eau. Une fois atteint un niveau préétabli, le matériau se déroule et une quantité prédéterminée de nouveau

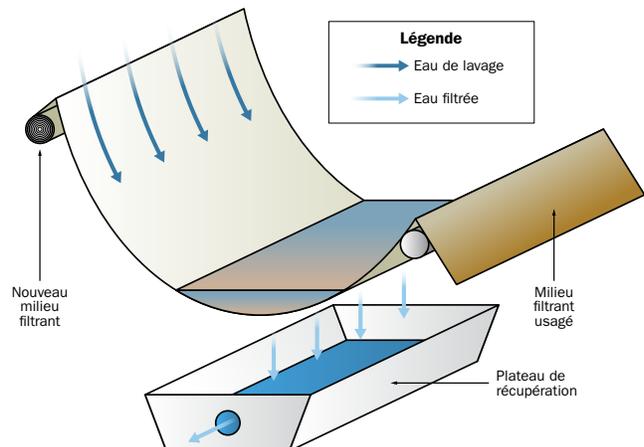


Figure 8.9. Diagramme d'un filtre à déroulement automatique.

matériau remplace automatiquement le milieu filtrant obstrué dans la cuvette. Les matières solides extraites sont emprisonnées à l'intérieur et à la surface du milieu filtrant et y restent alors que celui-ci ressort de l'unité. Règle générale, le matériau souillé est envoyé dans un lieu d'enfouissement. Certains milieux filtrants peuvent être réutilisés une fois les matières solides extraites. Ils sont fréquemment utilisés dans des serres.

### Considérations

Le système s'adapte facilement aux changements de débit et utilise automatiquement plus de milieu filtrant en fonction du débit et de la charge de matières solides. Il s'agit d'un système automatisé qui peut fonctionner avec une contribution minimale de l'exploitant.

### Coût

Le coût d'immobilisation de l'unité dépend de sa dimension, laquelle est déterminée par la charge hydraulique (débit) et la charge de matières solides. Ce système est une technologie qui a fait ses preuves pour enlever les matières solides et est facilement disponible auprès de plusieurs fournisseurs.

Les coûts de la main-d'œuvre et d'entretien sont minimes puisque le système est automatisé. Les coûts d'exploitation comprennent l'élimination du milieu filtrant et des matières solides. Le tableau 8-8 résume les coûts d'immobilisations et les coûts d'exploitation.

**Tableau 8–8. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation d'un filtre à déroulement automatique**

Coûts d'immobilisations	Coûts d'exploitation
Système de filtre à déroulement automatique	Élimination des matières solides et du milieu filtrant (p. ex., lieu d'enfouissement)
Pompes et tuyauterie	Électricité pour le pompage

### Étude de cas

Une serre utilise un filtre à déroulement automatique pour gérer son eau recirculée. Comme l'illustre la figure 8.10, le milieu filtrant capte un volume important de matières solides.

### Conclusion

L'enlèvement des débris est une étape recommandée pour s'assurer que les systèmes de traitement ne sont pas obstrués par de gros morceaux de matière végétale. Des pompes hacheuses sont parfois recommandées en amont d'autres systèmes d'enlèvement des débris pour éviter les blocages lorsque l'eau de lavage contient de gros morceaux de légumes ou de fruits. Le choix d'un système d'enlèvement des débris dépendra du débit, de la charge de matières solides et des contraintes d'exploitation (p. ex., nettoyage fréquent du tamis) de l'installation.



**Figure 8.10. Matières solides récoltées par le papier d'un filtre à déroulement automatique.**

## 8.5 Enlèvement des matières solides

Les technologies d'enlèvement des matières solides extraient les matières solides grossières et fines (p. ex., terre et petites matières organiques) de l'eau après que les gros débris ont été enlevés.

Un volet important de l'enlèvement des matières solides est l'élimination des déchets récoltés. En fonction de la source et du contenu de la charge de matières solides extraites, il y a différentes options d'élimination comme l'épandage au sol, l'élimination dans un lieu d'enfouissement et le compostage. D'autres exigences réglementaires peuvent avoir un impact sur la méthode d'élimination choisie. L'élimination des déchets représente un coût permanent.

### *Incidence des caractéristiques des matières solides sur le traitement*

La taille et la densité des matières solides dans l'eau de lavage limitent les options offertes concernant les technologies de traitement. Les particules ayant une faible masse volumique (faible densité) sont difficiles à décanter. Les technologies qui utilisent les forces gravitationnelles et centrifuges pour extraire la terre peuvent par conséquent être inefficaces si la coagulation n'est pas utilisée. Les particules ayant une plus grande masse volumique (c.-à-d. supérieure à celle de l'eau) décanteront plus rapidement.

Les particules de plus grande dimension (p. ex., le TSS) peuvent être emprisonnées par un filtre, alors que celles de plus petite dimension (p. ex., le TSD) passent à travers le filtre, étant trop petites pour être emprisonnées dans les orifices.

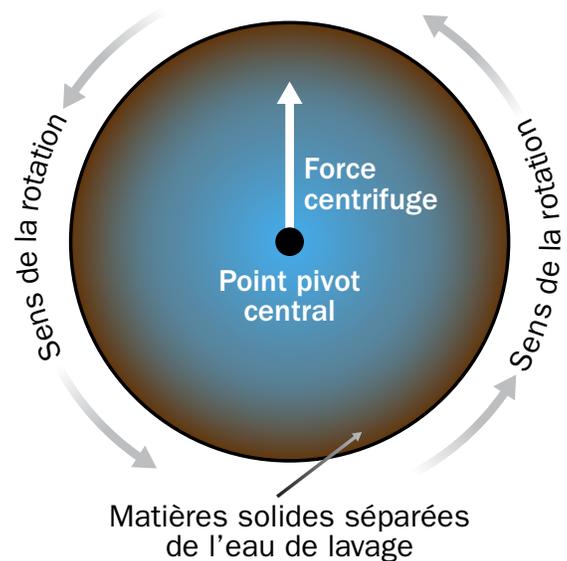
### 8.5.1 Centrifugeuses et hydrocyclones

Les centrifugeuses et les hydrocyclones sont deux technologies de traitement de l'eau qui utilisent la force centrifuge pour séparer les substances, de différentes densités, de la suspension. Dans le traitement de l'eau de lavage, ils sont souvent utilisés pour séparer les matières solides de l'eau. Dans les deux systèmes, l'eau de lavage tourne à l'intérieur d'un contenant, ce qui sépare les matières solides de l'eau.

#### *Description*

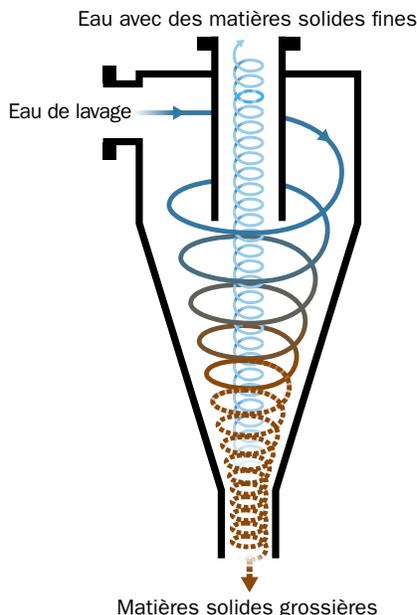
La force centrifuge survient lorsqu'un objet se déplace dans un mouvement circulaire. La rotation de l'objet entraîne un mouvement vers l'extérieur à partir du centre d'un cercle, comme le ferait une balle attachée à une corde sur laquelle on imprimerait un mouvement circulaire autour d'un pivot central. Lorsque l'eau de lavage contenant des matières solides de différentes densités tourne à une vitesse suffisante, les solides sont poussés vers l'extérieur du centre du cercle de la même manière que la balle attachée à la corde. Les matières solides peuvent ainsi être séparées de l'eau de lavage (figure 8.11). L'enlèvement des particules denses qui se trouvent dans l'eau de lavage est beaucoup plus efficace que pour les particules plus légères.

Dans le cas des hydrocyclones, la force centrifuge est appliquée de manière passive sans l'intervention de composant mécanique, à l'exception de la pompe qui alimente le système. L'eau est pompée dans une chambre qui comporte des rainures sur sa surface intérieure afin d'imposer à l'eau le mouvement circulaire voulu. Alors que l'eau de lavage tourne autour de la chambre, les matières solides sont séparées et captées et de l'eau clarifiée s'écoule du haut de l'unité (figure 8.12). Certains systèmes d'hydrocyclones contiennent plusieurs unités installées parallèlement dans un système de traitement (figure 8.13).



**Figure 8.11. Force centrifuge.**

Dans le cas des centrifugeuses, la force centrifuge est appliquée par un moteur qui tourne dans toute la chambre contenant l'eau de lavage. Ces systèmes peuvent imprimer des forces plus grandes à l'eau de lavage qu'un hydrocyclone, ce qui entraîne une séparation supérieure des matières solides. Comme pour les hydrocyclones, l'eau de lavage tourne autour de la chambre, les matières solides sont séparées et captées, et de l'eau clarifiée s'écoule du haut de l'unité.



**Figure 8.12. Diagramme d'un hydrocyclone et du processus grâce auquel il sépare les matières solides des matières liquides.**



**Figure 8.13. Vue intérieure des 16 hydrocyclones d'une unité à plusieurs cyclones.**

### Considérations

Ces technologies ciblent uniquement les matières solides plus grosses et plus denses. Les terres noires et argileuses avec des particules de petite taille et de faible densité sont très difficiles à extraire au moyen de la force centrifuge. Les centrifugeuses et les hydrocyclones ont des empreintes relativement faibles comparativement à d'autres technologies et représentent une option lorsque l'espace est limité.

### Coût

Le coût d'immobilisation d'une centrifugeuse ou d'un hydrocyclone dépend de sa dimension, laquelle est déterminée par la charge hydraulique (débit) et la charge de matières solides. Ces systèmes ont fait leurs preuves pour enlever le sable et le gravier et sont facilement accessibles auprès de plusieurs fournisseurs.

En raison de leur conception moins complexe, les hydrocyclones représentent un coût d'immobilisation inférieur à celui des centrifugeuses. Un petit hydrocyclone peut coûter quelques centaines de dollars. Les centrifugeuses peuvent cependant traiter des eaux de lavage plus concentrées, ce qui se reflète dans leur coût. Une unité conçue pour traiter de 100 000 à 150 000 L/jour peut coûter environ 100 000 \$.

Les coûts d'exploitation comprennent l'élimination des matières solides et la consommation d'énergie (p. ex., une centrifugeuse). Le tableau 8-9 résume les coûts d'immobilisations et les coûts d'exploitation.

**Tableau 8–9. Coûts d’immobilisations et coûts d’exploitation d’une centrifugeuse et d’un hydrocyclone**

Coûts d’immobilisations	Coûts d’exploitation
Centrifugeuse ou hydrocyclone (incluant la pompe)	Gestion des solides (p. ex., la collecte, la manutention et l’élimination)
Installation de plomberie	Coûts énergétiques

### Étude de cas

Le projet sur l’eau de la HMGA évaluait l’efficacité du traitement d’un hydrocyclone pour traiter l’eau de lavage de légumes. Plusieurs essais ont été réalisés avec de la terre noire, des sols argileux et des sols sableux. Chaque échantillon était préparé en mélangeant une quantité préétablie de terre et d’eau. L’opacité initiale de l’eau était mesurée à l’aide d’un turbidimètre. Chaque échantillon passait par un hydrocyclone et était analysé de nouveau à l’aide du turbidimètre. On mesurait également l’épaisseur des matières solides extraites.

Selon les résultats, l’hydrocyclone enlevait efficacement les particules de sol minéral plus grosses et plus lourdes, mais n’arrivait pas à extraire la terre noire plus petite et plus légère de la solution. L’eau de lavage restait opaque après le traitement par l’hydrocyclone, indiquant le besoin d’un traitement supplémentaire (figure 8.14). En présence d’un espace limité, les hydrocyclones peuvent être une solution de rechange viable aux systèmes de décantation pour enlever les grosses particules de sol.

### 8.5.2 Filtres à tambour

Un filtre à tambour utilise un tambour tamisé rotatif horizontal pour filtrer les matières solides de l’eau de lavage. Il convient mieux à l’extraction des matières solides grossières dans les premières étapes d’un système de traitement. Les filtres à tambour produisent deux différents flux — un flux d’eau filtré et un flux de déchets liquides concentrés.



#### Description

Installez des filtres à tambour à titre de système par gravité ou alimenté par une pompe. L’eau entre dans le tambour et s’écoule par gravité à travers le tamis rotatif (figure 8.15) vers l’orifice de sortie. Lorsque des matières solides obstruent le tamis, le niveau d’eau s’élève dans le tambour. Lorsque l’eau atteint un niveau précis, un moteur fait tourner le tambour afin que la portion obstruée du tamis se déplace au-dessus d’un plateau de récupération. Une barre de pulvérisation à l’extérieur du tambour pulvérise de l’eau recyclée, captée en dessous du tambour, à travers le tamis, ce qui fait tomber les matières solides dans le plateau de récupération (figures 8.16 et 8.17). Le flux de déchets liquides sort par la sortie de vidange. Des tamis de différentes dimensions sont utilisés en fonction de la taille des matières solides dans l’eau de lavage. Le pourcentage de matières solides dans le flux de déchets dépend de leur concentration initiale dans l’eau de lavage et de l’efficacité de fonctionnement du filtre à tambour.

**Figure 8.14. Hydrocyclone montrant le sol minéral plus lourd au fond et l’eau trouble au-dessus.**

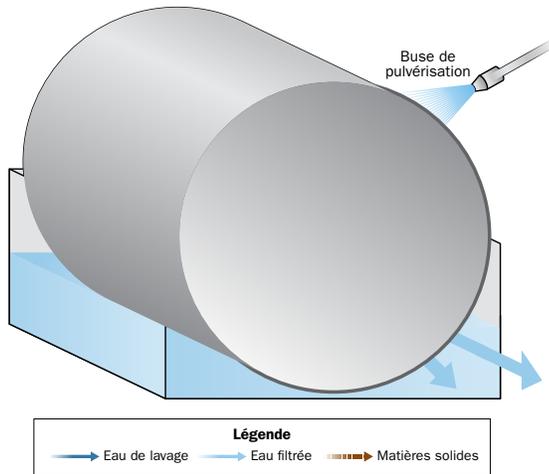


Figure 8.15. Diagramme d'un filtre à tambour.

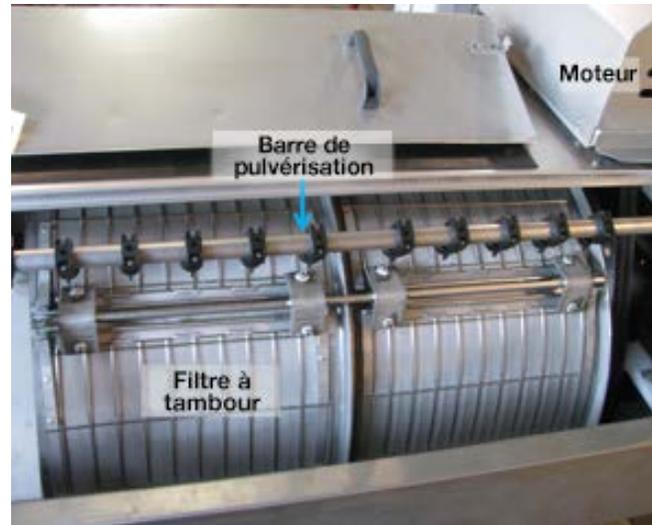


Figure 8.16. Barre de pulvérisation située à l'extérieur du tambour.

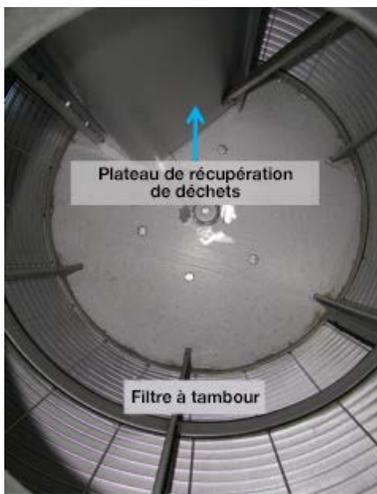


Figure 8.17. Intérieur d'un filtre à tambour.



Figure 8.18. Matières solides emprisonnées qui restent après la purge du tamis.

Le cycle de pulvérisation est contrôlé par un automate programmable qui active la rotation du tambour et la pulvérisation lorsque la sonde du niveau d'eau est déclenchée (figure 8.18). L'automate programmable assure que le filtre à tambour fonctionne uniquement lorsque de l'eau circule dans le système. La modification de la fréquence et de la durée du cycle de pulvérisation garde le tamis du tambour propre, mais a une incidence sur la teneur et le volume du flux de déchets liquides.

La dimension du tamis d'un filtre à tambour dépend de la taille et des caractéristiques des particules qu'il doit filtrer. Les dimensions exigées pour le tambour dépendent du taux de la charge des matières solides et du taux de la charge hydraulique (une charge plus grande exige un tambour plus gros). Dimensionnez le tambour en tenant compte des deux taux de charge puisqu'une charge de matières solides plus lourde diminue le débit maximal qu'un filtre à tambour particulier peut traiter.

### Considérations

En raison de son empreinte réduite, un filtre à tambour est un appareil pouvant être intégré dans un système existant avec des modifications minimales. Les dimensions des tamis pour les filtres à tambour ne sont pas adaptées aux matières solides fines. Le flux de déchets solides peut être asséché afin de le concentrer et en diminuer le volume, ce qui permet de le manutentionner plus facilement.

### Coût

Le coût d'immobilisation d'un filtre à tambour est directement relié au débit d'eau et à la charge de matières solides, ces deux facteurs déterminant la dimension requise. Lorsque l'écoulement par gravité n'est pas possible, l'utilisation de pompes pour apporter l'eau de lavage à l'unité peut s'avérer nécessaire.

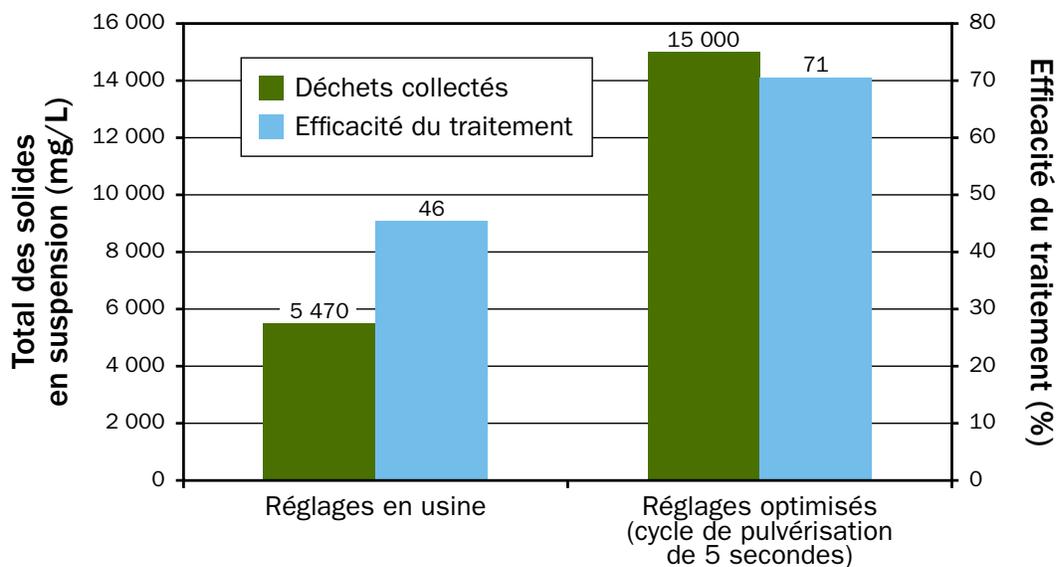
Le coût permanent de l'exploitation d'un filtre à tambour est la petite quantité d'électricité nécessaire pour alimenter la rotation du tambour et gérer le flux de déchets liquides. La durée de vie d'un filtre à tambour est d'environ 10 ans. Le tableau 8-10 résume les coûts d'immobilisations et les coûts d'exploitation.

**Tableau 8-10. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation d'un filtre à tambour**

Coûts d'immobilisations	Coûts d'exploitation
Filtre à tambour	Électricité pour le pompage et le fonctionnement du tambour
Pompes et tuyauterie	Gestion du flux de déchets liquides

### Étude de cas

Un filtre à tambour a été installé dans une installation de lavage de légumes racines et la durée du cycle de pulvérisation a été réduite par rapport aux réglages en usine en la faisant passer à 5 secondes. L'efficacité de l'enlèvement du TSS est passée de 46 % (réglages en usine) à 71 % (réglage optimisé) en raccourcissant le cycle de pulvérisation. Cela a aussi eu pour résultat que le flux de déchets présentait une plus grande quantité de matières solides (figure 8.19).



**Figure 8.19. Cycle de pulvérisation optimisé pour un filtre à tambour.**

### 8.5.3 Sacs filtrants

Les sacs filtrants sont des sacs en tissu qui séparent les matières solides de l'eau de lavage. L'eau de lavage est pompée dans le sac filtrant, et les matières solides sont emprisonnées alors que l'eau traitée peut sortir par les pores du tissu. Les sacs filtrants sont une manière efficace d'assécher les matières solides provenant de l'eau de lavage.

#### Description

Les sacs filtrants peuvent être fabriqués avec différents types de tissu utilisant une variété de fibres (figure 8.20 et 8.21). Les toiles tissées sont fabriquées en entrecroisant des fils. Le tissu a des orifices de taille uniforme en fonction du serrage du laçage et de l'épaisseur du fil. Les tissus non tissés sont fabriqués en comprimant des fibres

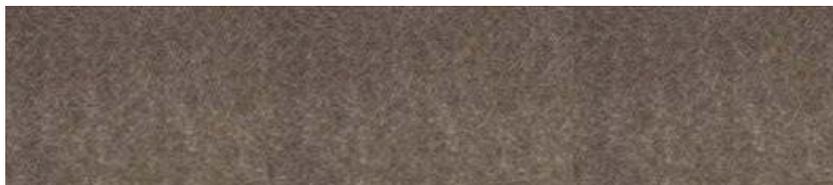


Figure 8.20. Sac filtrant en tissu non tissé.



Figure 8.21. Sac filtrant en toile tissée.

ensemble afin de produire une maille. À la différence des toiles tissées qui comportent une ou deux couches de fils, les tissus non tissés ont plusieurs couches et les porosités sont disjointes et placées non uniformément sur le tissu. Les porosités sont en moyenne plus petites sur les tissus non tissés que sur les toiles tissées en raison du chevauchement des fibres. L'efficacité du système s'accroît avec son utilisation, les pores commençant à s'obstruer alors que les matières solides retenues emprisonnent les matières solides plus fines.

Les sacs sont cousus dans une toile et peuvent être fabriqués en différentes tailles et configurations. Les sacs plus gros, communément à usage unique, sont remplis, desséchés et ouverts par une incision afin d'en extraire les matières solides à des fins d'élimination. Les sacs plus petits peuvent être configurés en un système réutilisable en ajoutant une ouverture permettant de vider les matières solides (figures 8.22). La corde est déliée, les matières solides sont libérées, puis la toile est pliée et attachée à nouveau.

Des coagulants peuvent être nécessaires pour capter des matières solides plus petites que la dimension des pores de la toile (partie 8.4.7). Ils sont ajoutés à l'aide d'un système de dosage avant que l'eau de lavage pénètre dans le sac et font en sorte que les petites particules se lient pour former des matières solides plus grosses pouvant être captées. Si un coagulant est utilisé, assurez-vous de bien le mélanger et de laisser le temps aux particules de se lier avant de pénétrer dans le sac (p. ex., un tuyau suffisamment long ou un réservoir de stockage).

#### Considérations

Un bassin, un étang ou un réservoir peuvent être nécessaires pour équilibrer le débit entrant dans les sacs filtrants. Dimensionnez le système de pompage pour fournir un débit uniforme d'eau de lavage aux sacs filtrants. Collaborez avec le fabricant du sac pour déterminer si un coagulant est nécessaire et, le cas échéant, le type et le dosage.



Figure 8.22. Orifice à la base d'un sac filtrant réutilisable.

Durant le remplissage, ne laissez pas les sacs filtrants geler afin de garantir un rendement uniforme. Si les sacs sont remplis durant l'hiver, installez-les dans une structure qui les gardera au chaud. Deux sacs filtrants peuvent être utilisés parallèlement durant le remplissage. Le fait d'alterner entre les deux filtres peut permettre de les remplir complètement. Une fois remplis, laissez les sacs s'assécher. Plus les sacs reposent longtemps, plus il sera facile de manipuler les matières solides.



**Figure 8.23. Gros sac filtrant jetable (Geotube®).**

Si les matières solides restent suffisamment longtemps dans le sac filtrant et que les lignes directrices sur le compostage sont respectées, les matières solides extraites peuvent être utilisées comme compost (*Normes de qualité du compost en Ontario* et *Directive sur la production du compost en Ontario* à [ontario.ca](http://ontario.ca)).

Les sacs filtrants doivent être adaptés au volume complet de l'eau de lavage, y compris les liquides et les matières solides. Les liquides qui s'écoulent du sac laissent de l'espace qui peut alors être rempli. Déterminez la dimension et le nombre de sacs nécessaires en fonction de la charge hydraulique et massique de l'eau de lavage et du temps disponible ou exigé pour l'assèchement (figure 8.23). De plus petits sacs filtrants réutilisables conviennent mieux aux petites installations de lavage, mais de gros sacs jetables sont plus adaptés aux plus grosses installations de lavage.

#### Coût

Les coûts d'immobilisations d'un système de sacs filtrants comprennent les réservoirs/bassins de régulation, l'infrastructure de pompage, le système de dosage (le cas échéant), une structure pour contenir le ou les sacs (au besoin) et les sacs filtrants.

Un sac filtrant plus petit et réutilisable a un coût semblable et n'exige pas une empreinte aussi importante (c.-à-d. qu'il est plus facile à installer à l'intérieur).

Les coûts permanents comprennent les coagulants (le cas échéant), les sacs de remplacement et l'électricité pour le pompage. Un système d'une dimension suffisante peut exiger d'être exploité, entretenu et réparé par une personne qualifiée. Le tableau 8-11 résume les coûts d'immobilisations et les coûts d'exploitation d'un sac filtrant.

**Tableau 8-11. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation d'un sac filtrant**

Coûts d'immobilisations	Coûts d'exploitation
Réservoirs/bassins de régulation	Coagulants
Pompes et tuyauterie	Sacs filtrants de remplacement
Système de dosage	Électricité pour le pompage
Sacs filtrants	Formation du personnel
Structure intérieure	Élimination des matières solides

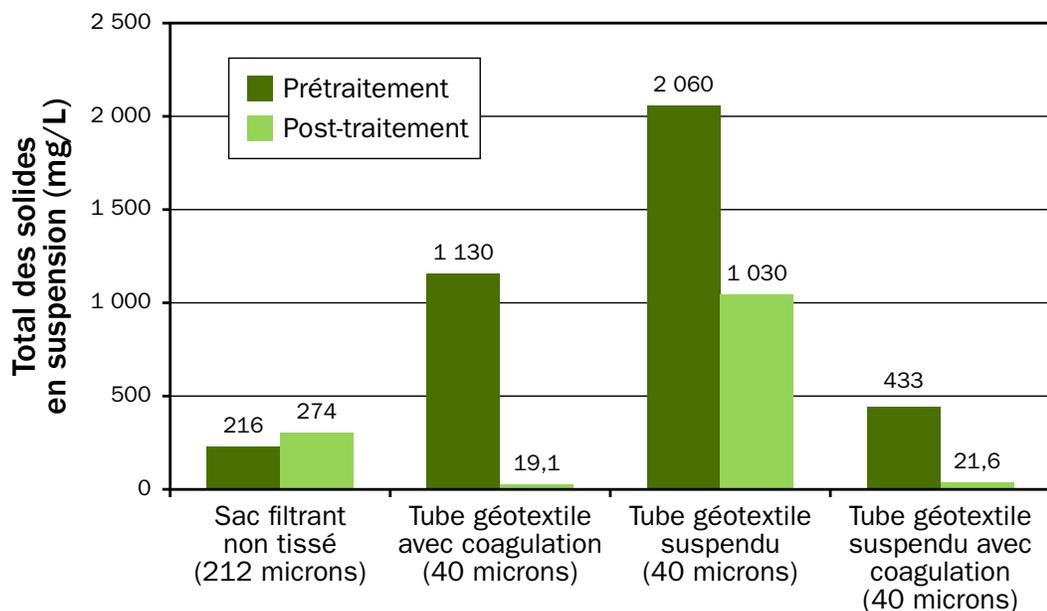
#### Étude de cas

Plusieurs types de sacs filtrants ont été installés dans des installations de lavage de légumes racines. Les caractéristiques des sacs testés sont présentées au tableau 8-12.

**Tableau 8-12. Caractéristiques des différents sacs filtrants testés**

Type d'eau	Type de sac filtrant	Style de toile	Dimension des pores (micron)	Ajout de coagulant
Eau de lavage de carottes fortement diluée	Sac filtrant	Non tissée	212	Non
Eau de lavage de carottes	Tube géotextile	Tissée	40	Oui
Eau de lavage de carottes	Tube géotextile suspendu	Tissée	40	Non
Eau de lavage de carottes		Tissée	40	Oui

La figure 8.24 montre les concentrations du total des solides en suspension (avant et après les sacs) pour tous les sacs filtrants. Lorsque le TSS de l'eau entrante était élevé, les sacs filtrants enlevaient très efficacement le TSS. L'ajout de coagulants améliorerait significativement le rendement de la toile tissée et réduisait la concentration du TSS en deçà de l'objectif de traitement de 25 mg/L de l'installation.



**Figure 8.24. Modification des concentrations du total des solides en suspension pour différents sacs filtrants.**

En plus de réduire le TSS, les sacs filtrants réduisent également les éléments nutritifs associés (tableau 8-13). L'augmentation imprévue du TSS à l'installation ayant une eau de lavage de carottes fortement diluée peut être un résultat du faible TSS dans l'eau entrante, de la dimension plus grande des pores (212 microns) du sac filtrant choisi et des échantillons prélevés avant et après le traitement ayant des concentrations semblables.

**Tableau 8–13. Pourcentage de réduction moyen du TSS, du PT et de l'ATK dans les systèmes de sacs fil-trants évalués**

Type d'eau	Ajout de coagulant	Pourcentage de réduction des matières solides	Pourcentage de réduction de P	Pourcentage de réduction de N
Eau de lavage de carottes fortement diluée	Non	-27	8	11
Eau de lavage de carottes	Oui	91	42	69
Eau de lavage de carottes	Non	50	34	61
Eau de lavage de carottes	Oui	89	72	68

### 8.5.4 Bassins de décantation

Le processus de décantation extrait les particules en suspension de l'eau par gravité. L'eau entre dans les bassins ou les étangs, permettant aux particules de décanter avec le temps. Alors que les particules se précipitent, l'eau traitée sort des bassins laissant une accumulation de matières solides au fond. Le temps de décantation nécessaire est basé sur la taille et la masse volumique des particules, les particules les plus grosses et les plus lourdes se précipitant plus rapidement. Ce système de traitement est suggéré pour le sable et le limon, puisque les particules plus fines d'argile et de terre noire ont besoin de plus de temps pour se précipiter, ce qui rend ce système peu pratique. Les bassins de décantation sont surtout utiles après un processus d'enlèvement des débris.

#### Description

Les bassins de décantation sont des structures en béton ou des étangs tapissés d'argile de formes et de profondeurs variables (figure 8.25). L'eau traitée sort à l'autre bout du bassin au-dessus d'un déversoir ou par un tuyau sur le dessus du réservoir. Le temps que l'eau passe dans le bassin est appelé le temps de rétention hydraulique (TRH). L'efficacité du traitement des bassins de décantation dépend de la composition granulométrique des matières solides, de la dynamique d'écoulement dans le bassin et du TRH.

La taille des particules est importante. Des particules de différentes tailles se précipitent à différents taux en fonction de leur forme, de leur poids et de leur densité (tableau 8-14). Les particules plus grosses et plus denses se déposent rapidement, alors que les particules plus petites et moins denses prennent plus de temps à décanter. Le temps de décantation des particules de sable et de limon varie de quelques secondes à quelques minutes. Les particules d'argile peuvent nécessiter des jours ou des semaines pour décanter, mais celles de terre noire auront besoin de plusieurs mois pour se précipiter, puisque la majorité des particules sont inférieures à 5 microns et présentent une densité semblable à celle de l'eau. Utilisez la coagulation et la floculation en amont des bassins de décantation pour améliorer le processus de décantation. Ce processus ajoute des coûts en raison du matériel supplémentaire nécessaire et des coûts d'exploitation permanents, en plus d'augmenter la quantité de matières solides qui se précipitent, ce qui peut exiger un bassin plus grand.



**Figure 8.25. Exemple d'un étang de décantation tapissé d'argile.**

**Tableau 8–14. Spectres de dimension et masse volumique de différents types de sol**

Type de sol	Dimension (microns)	Masse volumique
Sable	50 à 2 000	2,64 à 2,68 <sup>a</sup>
Limon	2 à 50	2,68 à 2,72 <sup>a</sup>
Argile	<2	2,44 à 2,92 <sup>a</sup>
Sol tourbeux	0 à 40 000	1,26 à 1,90 <sup>a</sup>
Terre noire	<74 <sup>b</sup>	1,002 <sup>c</sup>

Remarque : 1 mm = 1 000 microns

<sup>a</sup> Source : C.-Y. OU (2006). *Deep Excavation: Theory and Practice* (p. 8). Londres, GB : CRC Press. C. VENKATRAMAIAH (2006). *Geotechnical Engineering* (3e édition, p. 32). New Delhi, Inde : New Age International.

<sup>b</sup> Source : D. O. FRATTA, A. J. PUPPALA et B. MUHUNTHAN (2010). *GeoFlorida* (2010). *Advances in Analysis, Modeling & Design* (p. 2753). N.p. : ASCE Publications.

<sup>c</sup> Source : AMEC, numéro de projet : TR1114005. Report for Wastewater Management Assessment of Vegetable Production Site Nine (9) with on Farm Processing. Holland Marsh Growers' Association, Newmarket, Ontario (2014).

La dimension de la particule et le taux à laquelle elle se précipite aide à cerner le TRH exigé pour une décantation adéquate. Le TRH peut être estimé au moyen d'une analyse du sol à l'aide d'un bocal Mason en prélevant un échantillon d'eau dans un bocal et en laissant les matières solides décanter (chapitre 7, partie 7.4).

Le volume et la vitesse à laquelle l'eau de lavage traverse les bassins de décantation sont des facteurs importants à tenir en compte dans la conception des étangs et des bassins de décantation afin de s'assurer que l'eau s'écoule lentement dans le système et laisse suffisamment de temps aux matières solides pour qu'elles se précipitent. Ajoutez certaines caractéristiques de conception (p. ex., déflecteurs, déversoirs et décanteurs à plaques ou tubulaires) aux bassins de décantation afin d'en améliorer la vitesse de décantation.

Les bassins de décantation doivent être plus profonds pour permettre aux matières solides de s'accumuler au fond du bassin (figure 8.26). Assurez-vous que le bassin est suffisamment profond pour comporter des zones de



**Figure 8.26. Bassin de décantation avec des zones de décantation et d'accumulation des matières solides.**

décantation et d'accumulation des matières solides. Enlevez fréquemment les matières solides accumulées afin de ne pas nuire à la décantation continue.

La conception d'un bassin de décantation doit être réalisée par un professionnel qualifié afin de déterminer la configuration nécessaire, notamment la surface de contact et la profondeur.

Les systèmes de décantation sont souvent faits de plusieurs bassins reliés par des déversoirs. Les bassins en série (figure 8.27) permettent une décantation plus efficace en laissant l'occasion aux particules plus grosses de se précipiter dans les premiers bassins, laissant les derniers bassins pour l'enlèvement des plus petites particules. Les bassins exploités en parallèle permettent de vider un bassin et d'en retirer les matières solides alors que les autres bassins continuent de fonctionner.

### Considérations

Retirez régulièrement les matières solides des bassins de décantation. La fréquence dépend de la dimension et de la conception du bassin, ainsi que de la quantité de matières solides dans l'eau de lavage (p. ex., un bassin sous-dimensionné doit être nettoyé plus fréquemment). Élaborez un plan pour gérer et éliminer les matières solides accumulées.

Règle générale, les bassins sont des structures de grande taille situées à l'extérieur. Par conséquent, l'environnement y exerce une incidence.

- Les matières précipitées s'accumulent dans les bassins qui ne sont pas couverts. Dimensionnez le bassin en tenant compte de ce volume d'eau variable supplémentaire.
- Le gel des bassins durant les mois d'hiver a une incidence négative sur leur bon fonctionnement. Le gel est plus probable si le débit dans les bassins est intermittent.
- Gardez les animaux sauvages (p. ex., les oies) éloignés des bassins afin de réduire le risque de contamination.

Enlevez les matières solides des bassins dès que possible après la saison de lavage ou en cas de suspension prolongée de la production. Lorsque les conduites de lavage sont fermées et que l'eau n'entre pratiquement pas dans un bassin de décantation, le bassin stagne. Toute quantité restante de matières solides et d'éléments nutritifs continue de représenter une source de nourriture pour les bactéries présentes. Les matières solides et les éléments nutritifs dans le bassin sont convertis en d'autres composés qui libèrent l'azote et le phosphore stockés dans la colonne d'eau. Le bassin peut devenir un milieu anaérobie (c.-à-d. qu'il manque d'oxygène), ce qui altère la qualité de l'eau et produit de mauvaises odeurs. Durant les mois d'été, les températures chaudes accélèrent ce processus et la chaleur favorise l'activité bactérienne. L'aération des bassins encourage la colonisation de l'eau par des bactéries plus utiles (p. ex., aérobies) et évite la stagnation.

Si la stagnation ne peut pas être évitée, éliminez l'eau stagnante du bassin de décantation séparément (p. ex., épandage au sol, transport vers une station de traitement des eaux usées) avant de reprendre le lavage. L'eau stagnante contient des concentrations plus élevées d'éléments nutritifs qui ne respecteront pas les limites applicables aux rejets. Si le lavage reprend sans que l'eau stagnante ait été vidée du bassin, cela pourrait entraîner des répercussions environnementales.

### Coût

Le coût d'immobilisation d'un bassin de décantation dépend de sa taille et des matériaux utilisés pour sa construction (p. ex., béton, revêtement synthétique ou système tapissé d'argile). Les coûts d'immobilisations peuvent également comprendre une infrastructure de pompage, les bassins/réservoirs de régulation et un système de dosage.

Les coûts permanents comprennent l'enlèvement et la gestion des matières solides décantées, les coagulants (le cas échéant) et l'électricité servant au pompage. Le tableau 8-15 résume les coûts d'immobilisations et les coûts d'exploitation d'un bassin de décantation.



**Figure 8.27. Exemple d'un bassin de décantation en béton avec une série de trois cellules.**

**Tableau 8-15. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation d'un bassin de décantation**

Coûts d'immobilisations	Coûts d'exploitation
Conception professionnelle	Élimination des matières solides
Bassins de décantation	Coagulation
Pompes et tuyauterie	Électricité pour le pompage
Système de dosage	

**Étude de cas n° 1**

Une étude de caractérisation de l'eau de lavage du MAAARO et du projet sur l'eau de la HMGA (2012) ont mesuré la distribution granulométrique de six eaux de lavage de légumes racines sur des sols minéraux et des terres noires. Selon les résultats, 87 % des particules des terres noires avaient une taille de 5 microns ou moins et 20 % des particules des sols minéraux avaient une taille de 5 microns ou moins. Deux tiers (66 %) des particules minérales avaient une taille de 5 à 20 microns. Les particules de terre noire ont une masse volumique semblable à celle de l'eau (hypothétiquement de 1,002). Elles flottent et prennent donc davantage de temps pour décanter que les sols minéraux. La température fait varier substantiellement les temps de décantation. Le tableau 8-16 présente la vitesse de décantation et le temps de décantation des terres noires comparativement aux sols minéraux de différentes dimensions des particules calculés à l'aide de la loi de Stokes.

**Tableau 8-16. Vitesse de décantation et temps nécessaire pour décanter de la terre de 0,3 m de profondeur à 20 °C**

	Terre noire				Sol minéral			
Masse volumique	1,002 <sup>a</sup>				2,6			
Dimension des particules (microns)	Vitesse de décantation (m/h)	Temps pour décanter 0,3 m		Pourcentage de particules	Vitesse de décantation (m/h)	Temps pour décanter 0,3 m		Pourcentage de particules
1	$4,1 \times 10^{-6}$	8,5	ans	87 % ↑ 13 % ↓	$3,4 \times 10^{-3}$	3,9	jours	20 % ↑ 80 % ↓
5	$1,0 \times 10^{-4}$	120	jours		$8,2 \times 10^{-2}$	3,7	heures	
13	$7,0 \times 10^{-4}$	18	jours		$5,6 \times 10^{-1}$	33	minutes	
20	$1,7 \times 10^{-3}$	7,7	jours		$1,3 \times 100$	14	minutes	

<sup>a</sup> AMEC, numéro de projet : TR114005. Report for Wastewater Management Assessment of Vegetable Production Site Nine (9) with on Farm Processing. Holland Marsh Growers' Association, Newmarket, Ontario (2014).

Comme on le voit à la ligne des 5 microns (tableau 8-15), la majorité (87 %) des particules de terre noire prend plus de 120 jours pour décanter 0,3 m. La majorité (80 %) des particules de sol minéral prend moins de 3,7 heures pour décanter 0,3 m.

### Étude de cas n° 2

Le projet sur l'eau de la HMGA évaluait plusieurs systèmes de bassins de décantation existants, notamment des bassins en béton et des étangs tapissés d'argile. Il y avait quatre systèmes, notamment deux systèmes à une cellule, un système à deux cellules et un système à trois cellules sans coagulation. Des échantillons ont été prélevés sur une période de deux ans à l'orifice d'entrée et de sortie de chaque système afin d'évaluer leur rendement. Les valeurs du tableau 8-17 sont les pourcentages moyens de réduction des matières solides, du phosphore et de l'azote.

**Tableau 8–17. Pourcentage moyen de réduction des systèmes de décantation évalués**

Type d'installation	Configuration du système	% de réduction du TSS	% de réduction du PT	% de réduction de l'ATK
Céleri, brocoli et légumes verts	1 cellule	56	23	37
Légumes racines	2 cellules	30	4	Négligeable
Légumes racines, pommes de terre	3 cellules	73	32	14
Moyenne	—	55	21	13

Les matières solides peuvent être efficacement extraites grâce aux bassins de décantation comme le démontrent les résultats de l'évaluation. Dans un bassin de décantation, la réduction des éléments nutritifs devrait être limitée et est principalement reliée à la réduction des matières solides (TSS). La coagulation et la floculation améliorent le fonctionnement de ces systèmes.

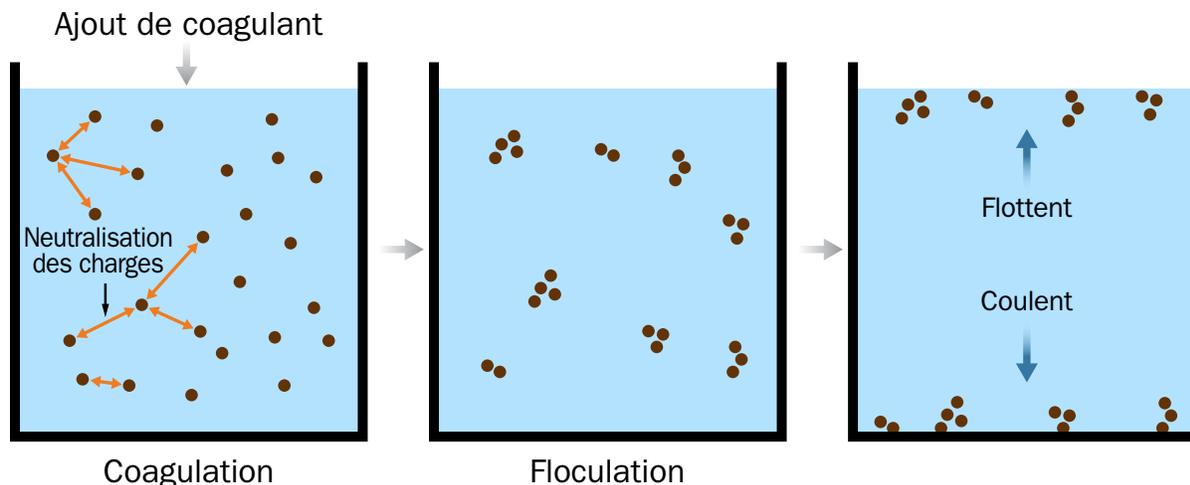
On prévoit que les systèmes à plusieurs cellules réussissent mieux à réduire le TSS et les éléments nutritifs qui y sont associés que les systèmes à une seule cellule. Les résultats du tableau 8-16 prouvent qu'une conception professionnelle des bassins de décantation est plus importante que l'ajout de plusieurs cellules. Le système à deux cellules évalué était sous-dimensionné pour le volume d'eau de lavage traité, entraînant une extraction moindre des matières solides et des éléments nutritifs comparativement aux systèmes à une cellule. Grâce à une conception plus appropriée (p. ex., des bassins de plus grande dimension), le système à deux cellules devrait parvenir à mieux extraire les matières solides.

#### 8.5.5 Coagulation et floculation

La coagulation et la floculation sont utilisées en association avec d'autres technologies pour améliorer le rendement de l'enlèvement des matières solides.

##### Description

Les particules dans l'eau de lavage peuvent être chargées et se repousser à moins que les charges ne soient neutralisées. La coagulation neutralise ces charges. La floculation est le processus par lequel les particules coagulées neutralisées se lient grâce à un mélange en douceur. Si cela est nécessaire, des produits chimiques additionnels appelés adjuvants de floculation sont ajoutés afin de favoriser ce processus. Il est essentiel d'accorder suffisamment de temps pour que la floculation se déroule (p. ex., entre le mélange et l'enlèvement des matières solides).



**Figure 8.28. Processus de coagulation et de floculation.**

Les coagulants sont ajoutés au flux d'eau à l'aide d'un système de dosage (figure 8.28). Le système injecte les produits chimiques dans l'eau de lavage à l'aide de pompes doseuses. Les produits chimiques sont mélangés par des mélangeurs statiques (p. ex., mélangeur en ligne, tuyau de déviation) ou des mélangeurs dynamiques (p. ex., mélangeur à hélices ou à palettes). Les contrôles des systèmes de dosage peuvent être simples ou complexes (p. ex., un jet fixe ou fluctuant en fonction des observations du flux d'eau de lavage et de la surveillance de la qualité).

Le type et la dose de coagulants choisis dépendent de la chimie de l'eau de lavage et de la taille des particules devant être extraites. La plupart des coagulants fonctionnent mieux dans un intervalle de pH précis et des rajustements du pH peuvent s'avérer nécessaires. Le choix d'un type de coagulant a une incidence sur la quantité de déchets solides produite et la manière dont elle est gérée (p. ex., l'alun produit une grande quantité de déchets, laquelle peut être associée à des limites relatives aux métaux lourds). L'analyse sur place est essentielle pour déterminer le type et la dose convenables du coagulant pour l'installation.

Une fois le processus de floculation terminé, les plus grosses particules (les « floccs ») peuvent être extraites de l'eau de lavage. Le processus fait couler ou flotter les matières solides, en plus d'avoir une incidence sur le choix de la technologie pour enlever les floccs. Si les floccs coulent, les options de traitement comprennent notamment les bassins de décantation ou les systèmes de filtration. Si les floccs flottent, les options de traitement comprennent notamment les écumeuses, la flottation à l'air dissous et les systèmes de filtration.

### Considérations

Le devenir de l'eau après le traitement est un facteur important dont il faut tenir compte lors du choix des coagulants appropriés. Si l'eau est réutilisée dans le conditionnement ou la transformation, les coagulants et les flocculants doivent respecter les lignes directrices sur la salubrité des aliments. Si l'eau est rejetée dans l'environnement, les produits chimiques ne doivent pas nuire à l'environnement. Si les matières solides extraites doivent être épandues, assurez-vous que les produits chimiques ne nuiront pas à l'environnement ou n'auront pas d'incidence négative sur le rendement de la terre.

### Coût

Les coûts d'immobilisations des systèmes de coagulation et de floculation comprennent les réservoirs de stockage des produits chimiques, le système de dosage, la tuyauterie, le matériel et le réservoir de mélange (au besoin). Les coûts permanents comprennent l'achat des produits chimiques de coagulation et de floculation, ainsi que l'entretien des systèmes de dosage et de mélange et l'électricité dont ils ont besoin. Le tableau 8-18 résume les coûts d'immobilisations et les coûts d'exploitation de la coagulation et de la floculation.

**Tableau 8–18. Coûts d’immobilisations et coûts d’exploitation de la coagulation et de la floculation**

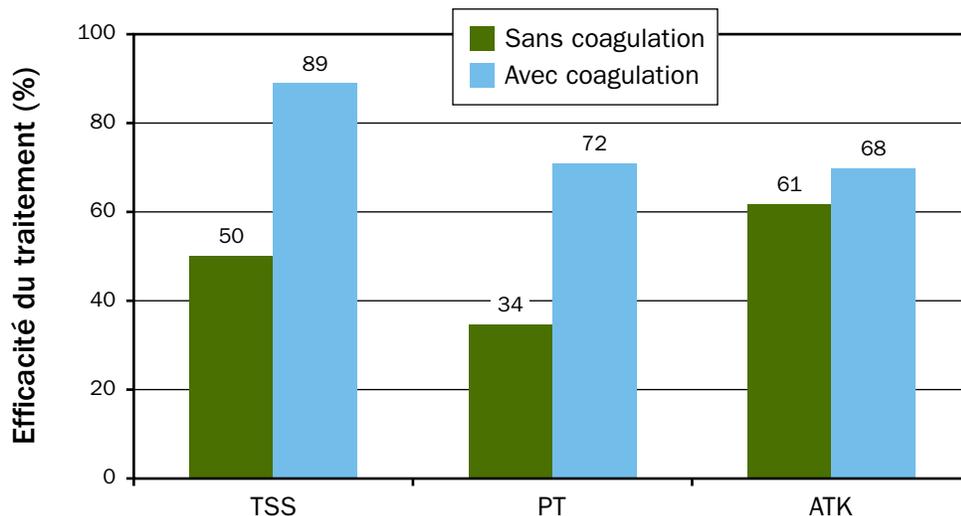
Coûts d’immobilisations	Coûts d’exploitation
Réservoirs de stockage des produits chimiques	Adjuvants de coagulation et de floculation
Système de dosage	Entretien
Pompes et tuyauterie	Électricité pour le pompage et le mélange
Matériel et cuve de mélange	
Système d’extraction du floc (p. ex., filtration, décantation, unité de flottation à l’air dissous)	Élimination des matières solides

Si des coagulants bon marché comme l’alun et le chlorure de fer sont utilisés, des concentrations élevées seront peut-être nécessaires. Des coagulants polymérisés pourraient être efficaces à plus faibles doses, mais peuvent être plus coûteux sur le plan du volume de coagulants.

Les systèmes de dosage automatisés, qui peuvent avoir des coûts d’immobilisations plus élevés, augmentent la quantité nécessaire de coagulants et de floculants. Un système automatisé réduit les inefficiences du traitement et prévient l’utilisation excessive de produits chimiques. Ces systèmes peuvent entraîner des coûts d’exploitation plus bas à long terme.

### Étude de cas

Le projet sur l’eau de la HMGA a fait l’essai de tubes géotextiles verticaux suspendus, avec et sans coagulation et floculation, sur de l’eau de lavage de légumes racines. La figure 8.29 présente l’efficacité du traitement comme un pourcentage de réduction des matières solides et des éléments nutritifs associés dans l’eau de lavage. Les résultats prouvent que le pourcentage de réduction des matières solides, du phosphore et de l’azote dans l’eau de lavage était supérieur avec l’ajout d’un coagulant, comparativement à l’absence de coagulant.



**Figure 8.29. Pourcentage de réduction du total des solides en suspension (TSS) et des éléments nutritifs associés, du phosphore (PT) et de l’azote Kjeldahl (ATK), dans un tube géotextile vertical suspendu (avec et sans l’ajout de coagulants).**

### 8.5.6 Flottation à l'air dissous

La flottation à l'air dissous (FAD) est une méthode pour extraire les matières solides fines de l'eau de lavage en les faisant flotter avec de l'air pressurisé et en les enlevant à l'aide d'écumoirs.

#### Description

De l'air pressurisé est injecté dans l'eau de lavage. Une fois dans la cuve de FAD, l'air dissous n'est plus pressurisé et forme de minuscules bulles. Ces bulles s'attachent aux matières solides fines et s'élèvent à la surface où elles sont écumées. L'eau traitée sort par le fond de la cuve (figure 8.30).

Certaines eaux de lavage contiennent des matières solides trop fines pour être attrapées par les bulles qui montent. Dans ces cas, la coagulation et la floculation peuvent être utilisées pour regrouper les matières solides en grappes plus importantes avant d'injecter de l'air dans le processus. Cette étape se déroule dans une cuve ou une tuyauterie en amont.

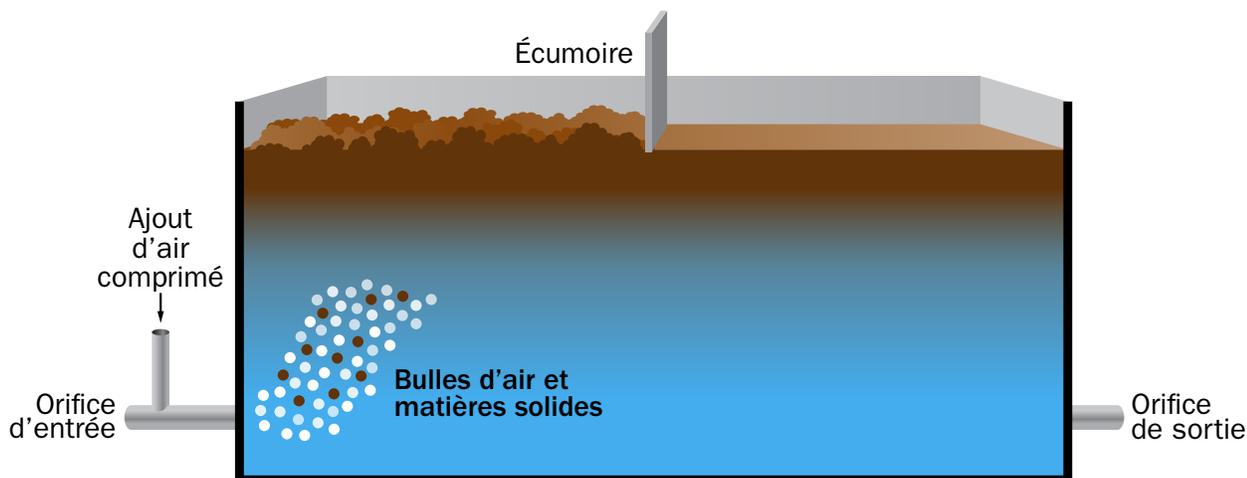


Figure 8.30. Diagramme d'une unité de flottation à l'air dissous (FAD).

#### Considérations

Les systèmes de FAD ont une plus petite empreinte qu'un système de décantation et sont installés à l'intérieur afin d'éviter le gel. L'emplacement des systèmes de coagulation ou de floculation doit garantir qu'on accorde suffisamment de temps aux matières solides pour qu'elles se regroupent.

#### Coût

Le coût d'immobilisation des systèmes de FAD comprend l'unité de FAD (c.-à-d., cuves, pompes, panneaux de contrôle, écumoirs) et possiblement le système de coagulation et de floculation. Les coûts permanents comprennent l'achat des produits chimiques de coagulation et de floculation (le cas échéant), l'entretien et l'électricité. Le tableau 8-19 résume les coûts d'immobilisations et les coûts d'exploitation d'un système de FAD.

Tableau 8-19. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation pour la FAD

Coûts d'immobilisations	Coûts d'exploitation
Unité de FAD	Élimination des matières solides
Pompes et tuyauterie	Entretien
Système de coagulation et de floculation (au besoin)	Électricité pour le pompage, compresseur d'air et écumoire
	Adjuvants de coagulation et de floculation

### 8.5.7 Électrocoagulation

L'électrocoagulation est une méthode de coagulation et de floculation qui applique une charge électrique (comparativement à des produits chimiques) à des matières solides regroupées en modifiant la charge sur la surface des particules.

#### Description

L'électrocoagulation est utilisée en association avec d'autres technologies pour améliorer le rendement de l'enlèvement des matières solides. Les matières solides fines doivent être regroupées afin de créer des masses assez grosses pour être efficacement séparées de l'eau. L'électrocoagulation utilise l'électricité pour réaliser ce processus.

L'eau de lavage entre dans l'unité d'électrocoagulation où un champ électrique est appliqué à l'aide de surfaces métalliques chargées appelées anodes et cathodes. L'application de la charge à l'eau permet aux matières solides de se regrouper pour former un floc stable. Certains floccs s'élèvent à la surface, alors que d'autres coulent au fond, l'eau traitée restant au milieu. Les floccs sont écumés de la surface et extraits par le bas.

#### Considérations

L'unité d'électrocoagulation peut être petite, mais le matériel connexe (c.-à-d. le réservoir de retenue pour la pré réaction, le bassin d'enlèvement du floc) peut nécessiter une empreinte extérieure importante. Installez des réservoirs de retenue pour la pré réaction afin d'assurer un débit entrant de l'eau de lavage uniforme. Un automate programmable commande l'unité et doit être placé dans un endroit sec et propre. Les anodes sacrificielles doivent être régulièrement remplacées.

Voici certains avantages de l'électrocoagulation par rapport à la coagulation chimique :

- Le flux de déchets ne contient aucun produit chimique ajouté qui a une incidence sur les options d'élimination.
- Le processus est moins tributaire du pH ou de la composition de l'eau de lavage.

Un système d'électrocoagulation devrait avoir un circuit électrique spécifique en raison de la consommation d'énergie élevée et dans certains cas une puissance triphasée peut être nécessaire.

En Ontario, des unités d'électrocoagulation ont fait l'objet d'essais relativement à l'eau de lavage dans le marais Holland ainsi que dans des exploitations de lavage de légumes-feuilles.

#### Coût

Les coûts d'immobilisations comprennent l'unité d'électrocoagulation, l'infrastructure de pompage et de tuyauterie, ainsi qu'un système pour manutentionner le flux de déchets. Les coûts permanents comprennent l'électricité, le remplacement des anodes sacrificielles, la manutention des déchets et l'entretien. Le tableau 8-20 résume les coûts d'immobilisations et les coûts d'exploitation de l'électrocoagulation.

**Tableau 8–20. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation d'une unité d'électrocoagulation**

Coûts d'immobilisations	Coûts d'exploitation
Unité d'électrocoagulation	Électricité
Réservoirs de retenue pour la pré réaction	Élimination des matières solides
Pompes et tuyauterie	Entretien
Amélioration de l'alimentation électrique (le cas échéant)	

### 8.5.8 Filtres à sable

Les filtres à sable extraient les matières solides fines de l'eau de lavage à l'aide d'un lit filtrant de granules de sable lorsque l'eau coule à travers l'unité.

#### Description

Les filtres à sable extraient les matières solides de l'eau de lavage de deux façons :

- en les filtrant;
- en les liant aux granules de sable.

Le lit filtrant contient des pores (p. ex., l'espace entre les granules de sable) qui laissent l'eau traverser l'unité. Les matières solides plus grosses que les pores sont emprisonnées dans le lit filtrant. Les granules de sable ont une charge et les matières solides à charge opposées de l'eau de lavage se lient et sont emprisonnées.

Les pores d'un filtre à sable se bouchent lorsque l'eau est traitée et que les matières solides sont emprisonnées. Pour extraire les matières solides emprisonnées, pompez une petite partie de l'eau traitée à contre-courant à travers le filtre à sable (ce qu'on appelle le lavage à contre-courant). L'eau du lavage à contre-courant présente une concentration élevée de matières solides et doit être éliminée. La fréquence du lavage à contre-courant d'un filtre à sable dépend de la quantité de matières solides dans l'eau de lavage emprisonnée dans le filtre.

Les types de sable et de milieu utilisés dans les filtres à sable sont déterminés en fonction des caractéristiques de l'eau de lavage.

#### Considérations

L'exploitation d'un filtre à sable peut tirer profit de l'enlèvement des matières solides grossières plus tôt dans le processus puisque les charges élevées de matières solides entraînent un lavage à contre-courant fréquent.

Plusieurs filtres à sable peuvent être exploités en parallèle afin de permettre le lavage à contre-courant d'un filtre pendant que les autres continuent de filtrer l'eau de lavage. Les filtres à sable peuvent être utilisés en série avec du sable de différentes dimensions ou une couche de rechange pour extraire les matières solides de plus en plus petites. Comme solution de rechange, utilisez un filtre multicouche possédant des couches de plusieurs dimensions dans le même filtre.

Voici comment gérer l'eau du lavage à contre-courant des filtres à sable :

- faire enlever l'eau du lavage à contre-courant du site par un transporteur autorisé;
- épandre au sol;
- introduire dans un système de compostage;
- assécher (p. ex., avec un sac filtrant ou une presse à vis).

#### Coût

Les coûts d'immobilisations comprennent l'unité de filtre à sable, l'infrastructure de pompage et de tuyauterie, ainsi qu'un système pour manutentionner le flux de déchets. Les coûts permanents comprendront l'électricité, le remplacement du sable ou des couches de rechange, la manutention des déchets et l'entretien. Le tableau 8-21 résume les coûts d'immobilisations et les coûts d'exploitation des filtres à sable.

**Tableau 8–21. Coûts d’immobilisations et coûts d’exploitation des filtres à sable**

Coûts d’immobilisations	Coûts d’exploitation
Unité de filtre à sable	Électricité pour le pompage
Pompes et tuyauterie	Élimination de l’eau du lavage à contre-courant
Cuves pour le lavage à contre-courant (optionnel)	Entretien
	Remplacement du sable ou de la couche de rechange

## 8.6 Réduction des éléments nutritifs

Une fois les matières solides grossières et fines extraites de l’eau de lavage, l’eau peut sembler claire, mais elle contient toujours des éléments nutritifs dissous et des matières solides dissoutes. Des concentrations élevées d’éléments nutritifs ont des effets nuisibles sur l’environnement et exigent un traitement avant le rejet.

### 8.6.1 Lits bactériens et bioréacteurs

Les lits bactériens et les bioréacteurs sont un type de traitement de l’eau de lavage qui utilise l’activité biologique lorsque l’eau traverse des surfaces biologiquement actives, et ciblent les éléments nutritifs dissous comme le phosphore et l’azote. Les matières solides doivent être extraites avant l’utilisation d’un lit bactérien ou d’un bioréacteur.

#### Description

Les lits bactériens et les bioréacteurs fournissent un milieu aux communautés de microorganismes, lesquelles consomment la matière organique en plus de transformer ou d’emprisonner les éléments nutritifs présents dans l’eau de lavage, afin qu’elles prolifèrent. Ils sont conçus pour fournir des endroits qui favorisent la croissance et la prolifération des microorganismes bénéfiques. Ces microorganismes exigent :

- une surface appropriée pour se fixer et croître;
- de la nourriture (matière organique) et des éléments nutritifs;
- une température, des concentrations de pH et d’oxygène dissous appropriés.

Plusieurs différents types de matériaux peuvent être utilisés dans les lits bactériens et les bioréacteurs. Par exemple, des matériaux inertes comme le sable, le gravier, la roche, des matériaux artificiels comme des structures de plastique et de verre, ou des matériaux organiques comme les copeaux de bois, la fibre de noix de coco, les carapaces de crustacés (figures 8.31, 8.32 et 8.33) peuvent être utilisés.



**Figure 8.31. Milieu de roches volcaniques dans un lit bactérien.**



**Figure 8.32. Milieu de copeaux de bois dans un lit bactérien.**



**Figure 8.33. Mailles synthétiques (un matériau synthétique) dans un BioCord® .**

Le matériau est sélectionné en fonction d'un certain nombre de facteurs, notamment de la quantité et du type de surface de contact disponibles pour les microorganismes. Une eau de lavage donnée peut ne pas contenir suffisamment de nourriture ou d'éléments nutritifs pour les microorganismes. Il est possible de les fournir en choisissant le matériau approprié ou en les ajoutant directement à l'eau de lavage. Par exemple, les copeaux de bois peuvent fournir du carbone aux eaux de lavage présentant des matières organiques en quantité limitée.

Les concentrations d'oxygène dans un lit bactérien et un bioréacteur peuvent être contrôlées afin de produire l'environnement idéal pour différents types de microorganismes en fonction des caractéristiques de l'eau de lavage. Le système de traitement est conçu pour être anaérobie/anoxique (c.-à-d. sans oxygène ou présentant de faibles concentrations d'oxygène) ou aérobie (c.-à-d. ayant des concentrations élevées d'oxygène) selon les objectifs du traitement. Les concentrations élevées d'éléments nutritifs sont mieux traitées avec des microorganismes anaérobies/anoxiques, mais les concentrations élevées de matières organiques (p. ex., une DBO élevée) répondent mieux à un traitement avec des microorganismes aérobies.

### Types de lits bactériens et de bioréacteurs

Vous trouverez ci-dessous des exemples de lits bactériens et de bioréacteurs communs qui peuvent être utilisés pour traiter l'eau de lavage de légumes.

**Les lits bactériens de copeaux de bois** sont des systèmes simples qui nécessitent un bassin ou une fosse munie d'un revêtement pour contenir les copeaux de bois. Ces filtres sont conçus pour extraire les éléments nutritifs de l'eau de lavage dans des conditions de faible teneur en oxygène. Les microorganismes ont besoin d'une source de carbone pour s'alimenter, laquelle est fournie par les copeaux de bois. Les niveaux d'eau sont maintenus dans le lit bactérien afin de s'assurer que les copeaux de bois demeurent saturés et qu'une faible teneur en oxygène est maintenue.

**Les systèmes BioCord** sont des bioréacteurs qui contiennent des mailles synthétiques avec de grandes surfaces de contact. Un système BioCord est submergé dans un étang doublé ou un bassin d'eau de lavage. Il s'agit d'un processus aérobie qui peut nécessiter l'ajout d'oxygène à l'eau de lavage (aération, partie 8.7.1) pour accroître l'activité biologique. Les bactéries qui prolifèrent sur les systèmes BioCord peuvent dégrader la matière organique et emprisonner les éléments nutritifs.

**Les membranes de bioréacteur** sont des membranes ayant une activité biologique qui extraient les matières solides et les éléments nutritifs de l'eau de lavage (membrane, partie 8.8.2). L'eau s'écoule à travers les membranes et extrait les matières solides de manière semblable à un processus de filtration. Les microorganismes vivent sur la surface de la membrane, dégradent la matière organique et emprisonnent les éléments nutritifs.

**Les bioréacteurs à lit mobile** sont des objets (généralement de forme sphérique) avec une très grande surface de contact circulant d'un bout à l'autre d'un réservoir de retenue. L'aération par le fond déplace les objets d'un bout à l'autre du réservoir de retenue pour une distribution et une circulation uniformes de l'eau de lavage. Les microorganismes croissent sur les objets, dégradent la matière organique et emprisonnent les éléments nutritifs.

### Considérations

Les microorganismes dans les lits bactériens et les bioréacteurs sont des créatures vivantes sur lesquelles l'environnement a une incidence. La température de l'air et de l'eau, la chimie de l'eau (p. ex. le pH, la présence de désinfectants ou la toxicité) et une quantité constante de matière organique entrante (nourriture) ont tous une incidence sur la santé d'un système biologique. Le pH peut devoir être ajusté en raison de l'ajout de produits chimiques. Les températures basses peuvent diminuer l'activité biologique d'un système, mais avec une conception adéquate, les lits bactériens peuvent être utilisés toute l'année (p. ex., isolation, agitation suffisante). Une période initiale est nécessaire pour l'établissement de colonies désirables.

Tout en réduisant les éléments nutritifs dissous et la DBO, certains bioréacteurs peuvent générer des matières solides additionnelles si la pellicule organique se détache du milieu. Une étape supplémentaire d'extraction des matières solides (p. ex., bassin de décantation) peut être nécessaire pour extraire ces matières solides après le passage dans les bioréacteurs.

Afin de réduire la fréquence du lavage à contre-courant et le remplacement du milieu (p. ex. copeaux de bois), enlevez autant de matières solides en suspension que possible avant l'étape du lit bactérien afin d'éviter le blocage du milieu. Les lits bactériens et les bioréacteurs peuvent être utilisés comme étape de polissage final avant le rejet ou la réutilisation. Une étape de désinfection peut être nécessaire si l'eau est réutilisée.

### Coût

Le coût d'immobilisation des lits bactériens et des bioréacteurs varie grandement et dépend des caractéristiques de l'eau de lavage, du débit et du type de lit bactérien ou de bioréacteur. Les coûts d'immobilisations comprennent les matériaux pour faire croître les microorganismes, un étang, un bassin ou une fosse avec un revêtement pour contenir le milieu, un aérateur, un système de dosage des produits chimiques et les pompes.

Les coûts permanents comprennent l'élimination de l'eau du lavage à contre-courant, l'entretien, le remplacement des matériaux du lit bactérien ou du bioréacteur, les produits chimiques pour ajuster le pH et l'électricité. Le tableau 8-22 résume les coûts d'immobilisations et les coûts d'exploitation des lits bactériens et des bioréacteurs.

**Tableau 8–22. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation des lits bactériens et des bioréacteurs**

Coûts d'immobilisations	Coûts d'exploitation
Étang, bassin ou fosse avec un revêtement	Élimination de l'eau du lavage à contre-courant
Matériau du lit bactérien ou du bioréacteur	Entretien
Aérateur	Remplacement du matériau du lit bactérien ou du bioréacteur
Système de dosage des produits chimiques	Produits chimiques pour ajuster le pH
Pompes et tuyauterie	Électricité pour le pompage
Structure isolée (pour usage hivernal)	

### Étude de cas n° 1

Dans le cadre du projet sur l'eau de la HMGA, une serre a évalué un bioréacteur utilisant des roches volcaniques pour réduire les éléments nutritifs dans son eau de recirculation (tableau 8-23).

**Tableau 8–23. Pourcentage de réduction de différents paramètres avec un bioréacteur utilisant des roches volcaniques**

Paramètre	% de réduction
Ammoniac	30
Nitrate	-18
P dissous	27
PT	26
CBOD <sub>5</sub>	SDL

SDL = sous la limite de détection

Les résultats de l'essai montrent que l'ammoniac et le phosphore (total et dissous) peuvent être réduits à l'aide d'un bioréacteur utilisant des roches volcaniques. L'augmentation du nitrate peut être associée à la transformation des composés d'azote (p. ex., nitrite) en nitrate dans le lit bactérien. Ce type de transformation est fréquent dans les systèmes biologiques et on doit en tenir compte à l'étape de la conception. À cet emplacement, on ne détectait pas la CBOD<sub>5</sub> dans l'eau de la serre avant ou après le bioréacteur.

### Étude de cas n° 2

Un projet de recherche du MAAARO a évalué l'efficacité d'un lit bactérien utilisant des copeaux de bois pour réduire les éléments nutritifs dans l'eau de lavage de légumes racines. L'eau de lavage entrant dans le lit bactérien avait de faibles concentrations de matières solides puisqu'un système d'enlèvement des matières solides avait été installé en amont. Le tableau 8-24 présente le pourcentage de réduction de divers paramètres du lit bactérien utilisant des copeaux de bois.

**Tableau 8-24. Pourcentage de réduction de divers paramètres d'un lit bactérien utilisant des copeaux de bois**

Paramètre	% de réduction <sup>1</sup>
Nitrate	53
PT	16

<sup>1</sup> T. Choudhury, W. D. Robertson et D. S. Finnigan. « Suspended Sediment and Phosphorus Removal in a Woodchip Filter System Treating Agricultural Washwater » *Journal of Environmental Quality*, 45(3), (21 mars 2016) 796-802.

Les résultats de la recherche montrent que le nitrate peut être significativement réduit grâce à l'activité biologique dans un lit bactérien de roches volcaniques. Le phosphore total a aussi été légèrement réduit.

### Étude de cas n° 3

Dans le cadre du projet sur l'eau de la HMGA, un laveur de légumes racines a évalué la possibilité d'établir des communautés microbiologiques à l'aide d'un système BioCord. L'essai a commencé en octobre, lorsque les communautés microbiologiques peuvent être plus difficiles à établir en raison des températures plus fraîches. Cinquante-cinq jours après l'installation, une inspection visuelle du système BioCord a confirmé que des colonies microbiologiques s'étaient formées sur les surfaces des unités (figure 8.34).



**Figure 8.34. Croissance de bactéries sur un système BioCord après 55 jours de traitement de l'eau de lavage.**

### 8.6.2 Milieux humides aménagés

Les milieux humides aménagés sont des systèmes de production conçus pour reproduire les processus physiques, chimiques et biologiques salutaires qui surviennent dans un milieu humide naturel. Ils ciblent les éléments nutritifs dissous comme le phosphore et l'azote. Les matières solides devraient être extraites avant d'utiliser un milieu humide aménagé.



**Figure 8.35. Milieu humide aménagé.**

#### Description

Un milieu humide aménagé est une zone définie qui contient un mélange de sable, de gravier et de matière organique. Ils sont conçus en fonction du débit, des caractéristiques de l'eau de lavage et des objectifs de traitement. Ils offrent un environnement aux microorganismes et aux plantes rustiques de milieux humides pour décomposer la matière organique, filtrer les matières solides et emprisonner les éléments nutritifs (figure 8.35).

### Considérations

Les milieux humides aménagés sont souvent composés d'une séquence de plusieurs cellules (p. ex., 3 ou 4) par laquelle l'eau de lavage peut s'écouler horizontalement ou verticalement. Selon les objectifs de traitement, différentes cellules sont conçues pour des conditions anaérobies ou aérobies. Un pompage peut être exigé entre les cellules, à moins que le système soit conçu pour un écoulement complet par gravité. La dimension des cellules est déterminée par le temps de retenue et le débit.

Concevez les cellules de façon à ce que l'absorption des éléments nutritifs se fasse par la croissance des végétaux et l'activité microbiologique au cours des mois d'été. Dans le cas des systèmes exploités toute l'année, la conception se base sur l'activité microbiologique dans les cellules plutôt que sur les végétaux. Les conditions froides réduisent l'efficacité de l'activité biologique. Déterminez la taille des cellules en fonction des facteurs les plus limitants (p. ex., conditions hivernales).

Le débit d'eau durant les mois d'été est épandu sur ou au-dessus du milieu humide aménagé et se déplace dans une direction descendante. Afin d'éviter que l'eau gèle lors de températures plus froides, l'eau est pompée vers le fond d'une cellule qu'elle traverse dans une direction ascendante. La direction de l'écoulement est contrôlée par un robinet situé dans chaque cellule. En présence de températures froides, l'activité microbiologique diminue et réduit le taux d'extraction d'éléments nutritifs de l'eau de lavage.

Le phosphore s'accumule dans le milieu filtrant et ce dernier devient saturé de phosphore et doit éventuellement être remplacé. Afin de prolonger la durée de vie du milieu filtrant, retirez régulièrement la biomasse (contenant du phosphore) du milieu humide.

### Coût

Le coût d'immobilisation d'un milieu humide aménagé dépend des caractéristiques de l'eau de lavage, du débit et de la configuration. Les coûts d'immobilisations comprennent la conception, la construction et le matériel de pompage. Les cellules peuvent être des bassins de bétons ouverts ou des fosses munies d'un revêtement.

Les coûts permanents comprennent l'entretien (p. ex., enlèvement de la végétation en excès, replantation, enlèvement et remplacement du milieu filtrant saturé de phosphore) et l'électricité si le pompage est nécessaire. Le tableau 8-25 résume les coûts d'immobilisations et les coûts d'exploitation d'un milieu humide aménagé.

**Tableau 8–25. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation d'un milieu humide aménagé**

Coûts d'immobilisations	Coûts d'exploitation
Conception (p. ex., ingénierie)	Entretien (p. ex., enlèvement de la végétation en excès, replantation, remplacement du milieu filtrant)
Construction (p. ex., matériau de remblai, végétaux)	Électricité pour le pompage
Bassin en béton ou fosse avec un revêtement	Terre retirée de la production
Pompes et tuyauterie	

## 8.7 Enlèvement des matières dissoutes

Une fois que les débris, les matières solides et les éléments nutritifs associés sont extraits de l'eau de lavage, l'eau peut sembler claire, mais elle contient toujours des matières dissoutes. Des concentrations élevées de différentes matières dissoutes (p. ex., la DBO) peuvent avoir des effets nuisibles sur l'environnement et exigent un traitement supplémentaire avant le rejet.

### 8.7.1 Aération

#### Description

L'aération est un processus qui ajoute de l'air à l'eau de lavage dans un bassin ou un étang. L'utilisation de l'aération durant le traitement de l'eau de lavage augmente la quantité d'oxygène dissous (OD) dans l'eau. L'oxygène additionnel crée un environnement aérobie qui favorise l'activité microbienne aérobie pour décomposer les matières dissoutes plus efficacement que les microbes anaérobies. L'aération réduit la DBO et peut aussi favoriser le mélange de l'eau de lavage pour améliorer la coagulation et la floculation des systèmes de filtration. Installez le matériel d'aération soit à la surface de l'eau ou dans le bas d'un bassin.

Lorsque vous choisissez entre une aération par le fond ou la surface, plusieurs facteurs doivent être pris en compte :

- la profondeur et la surface de contact du bassin (p. ex., la capacité de transporter l'oxygène partout dans le bassin);
- la capacité électrique de l'emplacement;
- les conditions durant l'été et durant l'hiver;
- le problème de la remise en suspension des matières solides décantées.

#### Aération par le fond

#### Description

L'aération par le fond est connue sous plusieurs différents noms, dont les systèmes d'aération diffuse, d'aération du lit de lac et de déstratification. Un aérateur par le fond possède trois éléments :

1. un diffuseur (p. ex., tube perforé ou pierre poreuse);
2. une conduite d'air lestée;
3. un compresseur (situé à la surface).

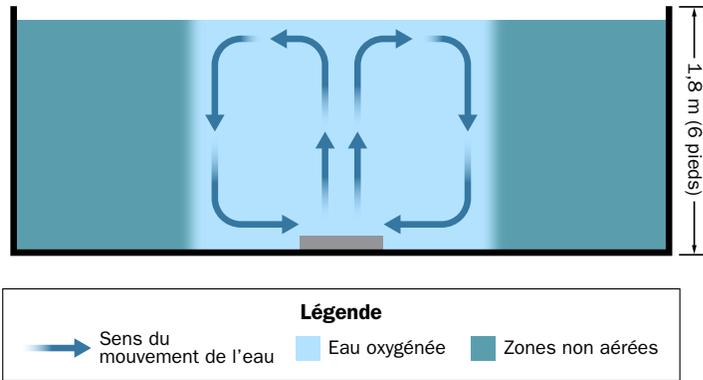
Un compresseur, qui peut avoir besoin d'une alimentation électrique, fournit de l'air comprimé au diffuseur grâce



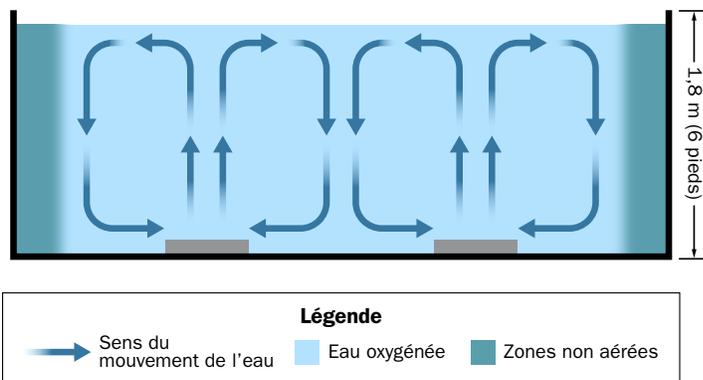
Figure 8.36. Diffuseur d'aération par le fond.



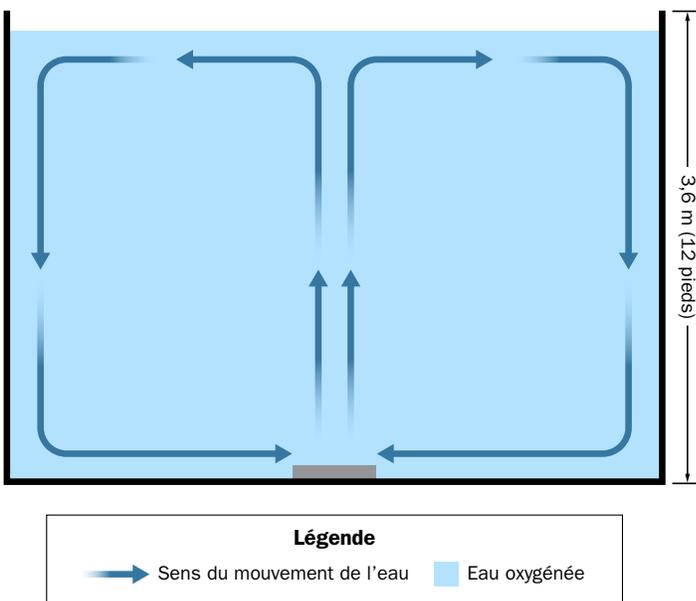
Figure 8.37. Perturbation en surface par un diffuseur.



**Figure 8.38. Bassin peu profond avec un aérateur par le fond présentant de grandes zones non aérées.**



**Figure 8.39. Bassin peu profond avec deux aérateurs par le fond présentant de petites zones non aérées.**



**Figure 8.40. Bassin profond avec un aérateur par le fond ne présentant aucune zone non aérée.**

à la conduite d'air (figure 8.36). Des bulles d'une dimension qui varie de 1 à 2 mm (fines) à 5 à 12 mm (grossières) sont relâchées par le diffuseur. Les aérateurs qui produisent de plus petites bulles augmentent plus efficacement la quantité d'oxygène dissous dans l'eau de lavage en raison du ratio de la surface de contact et du volume ainsi que de la plus faible vitesse à laquelle elles s'élèvent. Lorsque les bulles s'élèvent, elles font circuler l'eau à partir du fond, ce qui entraîne une perturbation en surface (figure 8.37). Les aérateurs par le fond injectent de l'air uniformément dans l'ensemble de la colonne d'eau (verticale). Un diffuseur relâche de l'air dans une partie précise du bassin et plusieurs diffuseurs sont utilisés pour couvrir de plus grandes zones du bassin.

Plus un bassin est profond, plus le système d'aération par le fond sera efficace. Leur utilisation n'est pas recommandée pour les étangs ou les réservoirs d'une profondeur de moins de 2,5 à 3 m. Lorsqu'ils sont utilisés dans des bassins peu profonds, plus de diffuseurs peuvent être nécessaires (comparativement à un bassin plus profond) afin de garantir qu'il n'y a pas de zones non aérées (figures 8.38, 8.39 et 8.40).

### Coût

Un système d'aération par le fond aura des coûts d'immobilisations pour les diffuseurs, les compresseurs d'air, les conduites et les coûts associés à l'installation et à la conception (p. ex., dimensionnement et nombre des diffuseurs). L'aération par le fond peut être installée dans des bassins existants ou on peut en acheter de nouveaux.

Les coûts permanents comprennent l'entretien et l'électricité pour faire fonctionner le compresseur. Le tableau 8-26 résume les coûts d'immobilisations et les coûts d'exploitation d'un aérateur par le fond.

**Tableau 8–26. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation d'un aérateur par le fond**

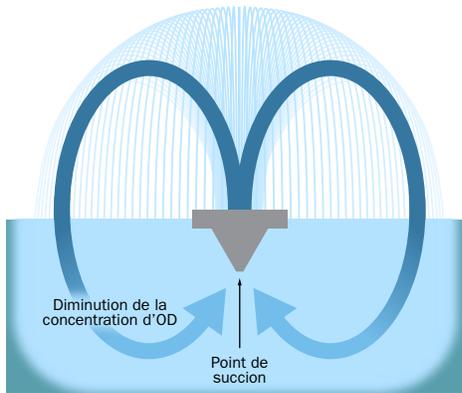
Coûts d'immobilisations	Coûts d'exploitation
Conception	Entretien
Diffuseurs	Électricité
Compresseurs d'air	
Conduites	
Installation	

### Aération de surface

L'aération de surface peut survenir de manière active (p. ex., pompes) ou passive (p. ex., seuils, déversoirs).

### Description

Les systèmes d'aération de surface active sont constitués d'un flotteur et d'une pompe à eau. L'aérateur flotte à la surface du bassin ou de l'étang et pompe l'eau dans l'air (p. ex., une fontaine) (figures 8.41, 8.42 et 8.43). La perturbation causée par le mouvement de l'eau permet la dispersion du gaz et le transfert de l'oxygène dans l'eau.



**Figure 8.41. Aérateur de surface montrant le mouvement de l'eau et la concentration d'oxygène dissous.**



**Figure 8.42. Système d'aération installé à la surface.**



**Figure 8.43. Aération de surface en service.**

Les aérateurs de surface fonctionnent mieux dans des bassins ou des étangs dont la profondeur ne dépasse pas 2,5 à 3 m. L'oxygène est distribué de façon inégale dans la colonne d'eau (verticale) lorsque ces aérateurs sont utilisés, l'eau étant simplement prélevée à la surface. La concentration d'oxygène la plus élevée se trouve dans l'eau pompée et la plus faible dans la zone la plus éloignée du point de suction, laissant des zones non aérées. L'aération de surface, comparativement à l'aération par le fond, ne risque pas de perturber les sédiments résiduels au fond du bassin.

### Coût

Un système d'aération de surface comporte des coûts d'immobilisations pour la conception, les aérateurs et la capacité électrique. L'aération de surface peut être installée dans des bassins existants.

Les coûts permanents comprennent l'entretien et l'électricité pour faire fonctionner l'aérateur. Prenez note qu'un aérateur de surface exige plus d'électricité qu'un aérateur par le fond. Le tableau 8-27 résume les coûts d'immobilisations et les coûts d'exploitation d'un aérateur de surface.

**Tableau 8-27. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation d'un aérateur de surface**

Coûts d'immobilisations	Coûts d'exploitation
Aérateur	Entretien
Capacité électrique	Électricité pour faire fonctionner l'aérateur
Conception	

## Seuils et déversoirs

### Description

Les seuils sont constitués par une surface inégale qui se forme lorsque l'eau s'écoule sur un substrat grossier (p. ex., roches) juste sous la surface de l'eau ou en réduisant la largeur de voies d'eau. La combinaison de la surface irrégulière et du mouvement de l'eau crée un écoulement turbulent avec une vitesse supérieure qui aère l'eau pendant qu'elle s'écoule.

Les seuils peuvent être naturels ou aménagés. Ils sont construits durant le réaménagement d'un cours d'eau à l'aide de roches et de rochers et leur effet peut être imité dans les systèmes de traitement de l'eau de lavage à l'aide de béton façonné (figure 8.44).

Les déversoirs sont une structure de chute d'eau où l'air est introduit grâce à la turbulence lorsque l'eau qui tombe touche la surface de l'eau (figure 8.45). C'est un autre système qui peut exister naturellement ou être aménagé.

Installez les seuils et les déversoirs entre deux bassins ou étangs au lieu d'utiliser des tuyaux. Ces types d'aération sont des systèmes passifs qui n'ont pas besoin d'électricité et qui nécessitent peu d'entretien. Le désavantage d'un seuil est que la quantité d'oxygène transférée à l'eau de lavage est limitée et dépend de la longueur et de la conception du seuil.

### Coût

Les coûts d'immobilisations associés aux seuils et aux déversoirs sont minimaux puisqu'ils nécessitent peu d'entretien et aucun coût permanent. Les principaux coûts sont liés à la conception et à la construction des structures. Ils peuvent devoir être nettoyés en fonction de la qualité de l'eau qui les traverse. Le tableau 8-28 résume les coûts d'immobilisations et les coûts d'exploitation d'un seuil ou d'un déversoir.

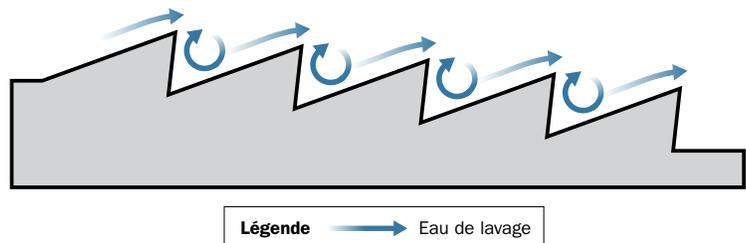


Figure 8.44. Mouvement de l'eau sur un seuil.

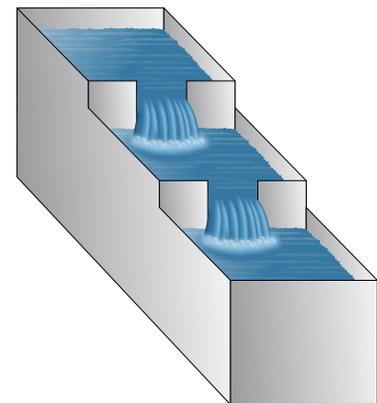


Figure 8.45. Eau s'écoulant sur un déversoir.

Tableau 8-28. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation d'un seuil ou d'un déversoir

Coûts d'immobilisations	Coûts d'exploitation
Construction	Entretien limité (p. ex., nettoyage)
Conception	

### Étude de cas n° 1

Le projet sur l'eau de la HMGA a évalué deux aérateurs de surface (B) dans le troisième bassin d'un système à trois bassins dans une installation de lavage de légumes racines (figure 8.46). Des échantillons avant l'aération (A) et après l'aération (C) ont été prélevés à l'entrée et à la sortie du bassin pour les paramètres de la qualité de l'eau.

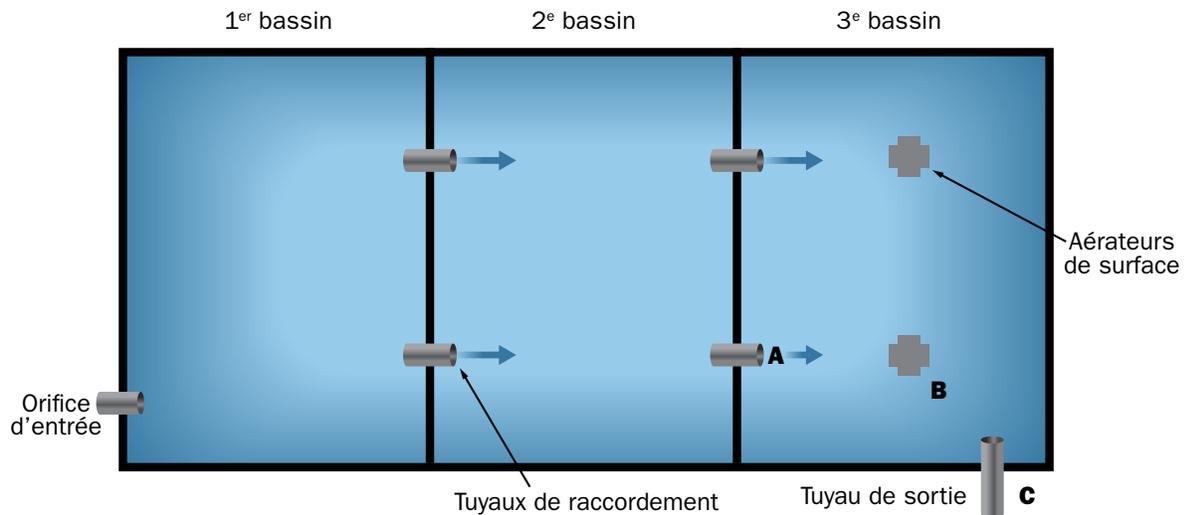


Figure 8.46. Vue en plan des aérateurs de surface installés dans un système à trois bassins.

L'oxygène dissous augmentait entre l'orifice d'entrée et de sortie du bassin n° 3, en raison de l'aération (tableau 8-29). L'incidence de l'aération de surface active avait un effet positif sur les paramètres de qualité de l'eau.

Tableau 8-29. Teneur en oxygène dissous avant l'aérateur, à l'aérateur et à la sortie

Paramètre	Avant l'aérateur (A) (mg/L)	À l'aérateur (B) (mg/L)	À la sortie (C) (mg/L)	% de changement
OD	0,1	1,9	2,3	+2 210
NH <sub>3</sub> -N	1,7	—	0,16	-91
PT	2,4	—	2,1	-13
CBOD <sub>5</sub>	225	—	40	-82

### Étude de cas n° 2

L'essai a été mené dans une autre installation de lavage de légumes racines avec un bassin à une cellule contenant deux aérateurs de style fontaine (figure 8.47). Des échantillons de qualité de l'eau ont été prélevés à l'entrée et à la sortie du bassin. L'aération de surface a entraîné une diminution de l'ATK (40 %), du PT (45 %), de la CBOD<sub>5</sub> (47 %) et du TSS (56 %).



Figure 8.47. Aérateur de style fontaine.

## 8.8 Microfiltration

Après l'enlèvement des débris, la majorité des matières solides et des éléments nutritifs associés, la microfiltration est la dernière étape pour extraire toutes les matières solides et les éléments nutritifs dissous restants. Cette étape est nécessaire pour créer de l'eau potable et peut être utilisée dans certaines situations de rejet (p. ex., rejet dans un cours d'eau sensible).

### 8.8.1 Désionisation capacitive

#### Description

La désionisation capacitive est un processus dans le cadre duquel les petites particules chargées (c.-à-d. les ions) sont extraites de l'eau de lavage. L'eau de lavage coule à travers une unité contenant des électrodes chargées négativement et positivement. Les ions dissous (p. ex., phosphore) sont attirés vers l'électrode de charge opposée où ils sont retenus, alors que l'eau de lavage s'écoule hors de l'unité (figure 8.48). Les ions captés sont relâchés en inversant la charge des électrodes durant un cycle de lavage à contre-courant. L'eau du lavage à contre-courant est dirigée vers un flux de déchets géré. Concevez les systèmes pour cibler différents ions selon la chimie de l'eau de lavage.

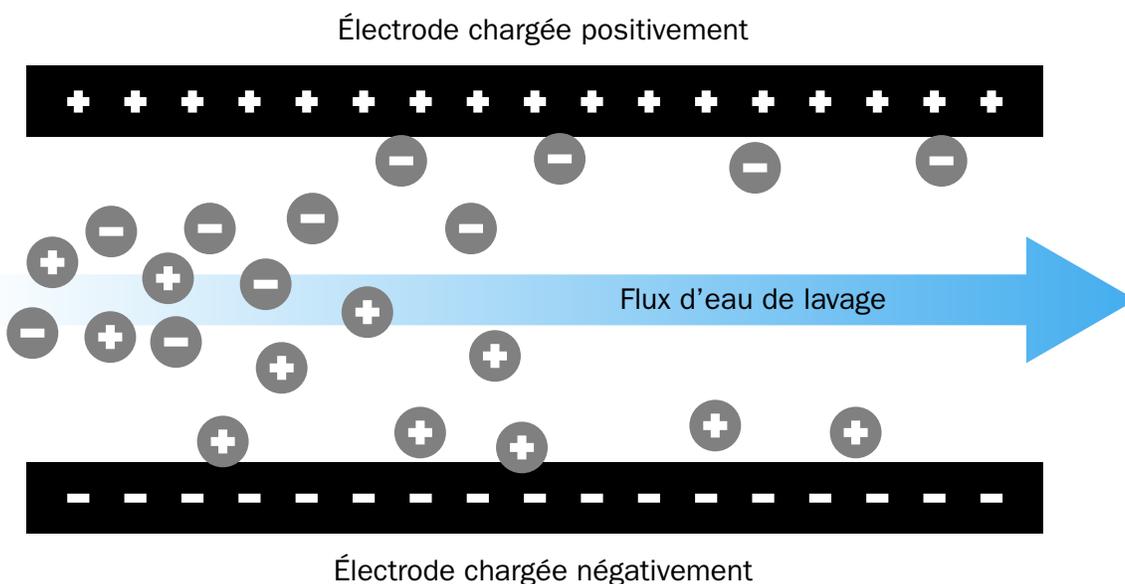


Figure 8.48. Processus de désionisation capacitive.

### Considérations

Les systèmes de désionisation capacitive sont des unités complexes et une formation spécialisée est nécessaire pour les exploiter (p. ex., systèmes de contrôle informatique). Installez les unités à l'intérieur pour empêcher le gel et les dommages aux pièces. Une capacité électrique suffisante est nécessaire pour exploiter l'unité. Consultez le fabricant pour déterminer les exigences du système.

Voici certaines options pour gérer l'eau de lavage à contre-courant :

- faire enlever l'eau du lavage à contre-courant du site par un transporteur autorisé;
- épandre au sol;
- transformer en engrais (p. ex., homologué par l'Agence canadienne d'inspection des aliments).

### Coût

Les coûts d'immobilisations comprennent l'unité de désionisation capacitive (qui peut s'avérer coûteuse), l'infrastructure de tuyauterie, l'infrastructure Internet, l'infrastructure électrique et un système pour manutentionner le flux de déchets. L'unité fonctionne à l'aide d'un ordinateur (c.-à-d. un automate programmable). Les coûts permanents comprennent l'électricité, la manutention des déchets, la surveillance, les coûts de l'exploitant et l'entretien. Le tableau 8-30 résume les coûts d'immobilisations et les coûts d'exploitation d'une unité de désionisation capacitive.

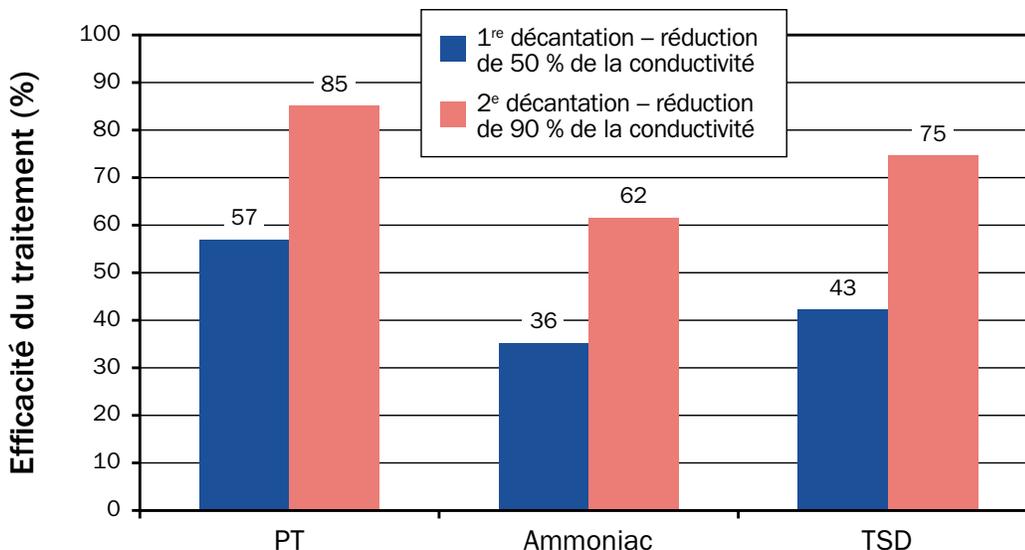
**Tableau 8–30. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation d'une unité de désionisation capacitive**

Coûts d'immobilisations	Coûts d'exploitation
Unité de désionisation capacitive	Électricité
Pompage et tuyauterie	Manutention des déchets
Infrastructure de contrôle informatique	Surveillance
Infrastructure électrique	Coûts de l'exploitant
Système de manutention du flux de déchets	Entretien

### Étude de cas

Le projet sur l'eau de la HMGA a évalué une unité de désionisation capacitive dans une installation de lavage de légumes racines après l'enlèvement des matières solides, alors que l'eau semblait claire. Deux essais ont été réalisés avec des réglages différents, afin d'enlever 50 % (réglage n° 1) ou 90 % (réglage n° 2) des ions de l'eau de lavage entrante. Des échantillons de qualité de l'eau ont été prélevés à l'entrée, à la sortie et dans l'eau de lavage à contre-courant pour les deux réglages.

La recherche montre que le système réduisait le total des solides dissous (TSD), le phosphore total (PT) et l'ammoniac avec les réglages 1 et 2 (figure 8.49). D'autres formes d'azote et de molécules à charge neutre n'étaient pas extraites par ce système et se retrouvaient dans l'effluent. Le cycle de lavage à contre-courant enlevait les ions captés et produisait un flux concentré de matières solides et d'éléments nutritifs.



**Figure 8.49. Pourcentage de réduction du phosphore total (PT), de l'ammoniac et du total des solides dissous (TSD) avec deux réglages (50 % et 90 % de réduction de la conductivité) par une unité de désionisation capacitive.**

## 8.8.2 Filtration sur membrane

### Description

Les filtres membranes sont de très petits tamis qui séparent les particules (aussi petites que des molécules et des éléments) en fonction de leurs propriétés physiques et de leur charge électrique. Les développements dans la science des matériaux ont fait avancer la fabrication des membranes avec des pores de dimension très exacte et précise (tableau 8-31) permettant la filtration de particules chargées particulières (p. ex., nitrate et phosphore). La dimension des pores du type de filtre choisi variait de 10 à moins de 0,001 microns. À des fins de contextualisation, la largeur d'un cheveu humain est de 100 microns.

**Tableau 8–31. Dimension des pores des technologies des membranes**

Type de filtre	Dimension des pores (micron)	Exemples
Microfiltration (MF)	0,1 à 10	bactéries, émulsions huileuses
Ultrafiltration (UF)	0,01 à 0,1	protéines, virus
Nanofiltration (NF)	0,001 à 0,01	phosphore, nitrate
Osmose inverse (OI)	<0,001	métaux, chlorure

Remarque : 1 mm = 1 000 microns

Règle générale, les filtres membranes sont des systèmes à cartouche alimentés par pressurisation. Lorsque la dimension des pores diminue, des pressions plus élevées sont nécessaires pour pousser l'eau à travers le filtre. Comme alternative à des pressions plus élevées, les plus petites particules sont souvent séparées en fonction de leur charge électrique plutôt que de leurs propriétés physiques (c.-à-d., leur dimension). L'osmose inverse (OI) est le processus dont l'exploitation est la plus coûteuse (c.-à-d. coûts élevés d'électricité) en raison de la très petite dimension des pores et de la pression élevée qu'il nécessite. Après son passage à travers une unité d'osmose inverse, l'eau est essentiellement pure ou potable.

### Considérations

Les membranes sont souvent utilisées pour des particules précises. Il est important que les particules plus grosses n'obstruent pas la membrane. Le prétraitement est une étape nécessaire en présence de particules de plus grosse dimension afin de prévenir le colmatage constant de la membrane et le lavage à contre-courant. Si l'eau de lavage contient des carbonates (p. ex., eau dure), le prétraitement peut inclure l'injection d'acide. Les membranes peuvent être utilisées en séquence (p. ex., empilage) avec des pores de dimension de plus en plus petite afin de s'assurer que la dimension des particules extraites correspond à chaque étape de la membrane. Ces systèmes génèrent un flux constant d'eau rejetée qui doit être géré.

Les systèmes à membrane doivent être fréquemment lavés à contre-courant pour prévenir le colmatage par les matières solides. L'eau est renvoyée par pompage à travers la membrane pour enlever les matières solides et cette eau de lavage à contre-courant est dirigée vers un flux de déchets géré. Ces systèmes sont dotés de cycles automatiques de lavage à contre-courant et une certaine formation est nécessaire pour les exploiter correctement.

Un lavage à contre-courant avec un prétraitement insuffisant peut exiger le nettoyage ou le remplacement de la membrane plus tôt que nécessaire. Les membranes sont généralement nettoyées plusieurs fois avant d'être remplacées. Certaines sont nettoyées sur place, d'autres sont retirées et sont nettoyées dans une chambre de nettoyage et d'autres sont nettoyées par une entreprise externe. Les acides ou les bases sont des nettoyeurs fréquemment utilisés, selon le type de membrane et de dépôt. Déterminez le besoin de nettoyer la membrane en surveillant la chute de pression à travers la membrane. La technologie des membranes évolue rapidement, résultant en une réduction du colmatage des membranes et des volumes d'eaux usées. Remplacez les membranes au besoin, en fonction de la quantité de matières solides dans l'eau de lavage et de la quantité de nettoyage.

Évitez d'endommager physiquement les membranes avec des produits chimiques, une pression excessive ou un choc thermique. Conservez les membranes à l'intérieur et ne les laissez pas geler (notamment durant l'entreposage). Avant d'entreposer les membranes, remplissez-les avec une solution recommandée pour prévenir le colmatage biologique et éviter qu'elles sèchent.

### Coût

Les coûts d'immobilisations comprennent l'unité de filtration sur membrane (qui peut être coûteuse), l'infrastructure de pompage et de tuyauterie, ainsi qu'un système pour manutentionner le flux de déchets. Ces systèmes sont souvent informatisés pour contrôler le processus de lavage à contre-courant.

Les coûts permanents comprennent l'électricité pour le pompage (p. ex., haute pression), le remplacement de la membrane, la manutention des déchets, la surveillance, les coûts de l'exploitant et l'entretien. Le tableau 8-32 résume les coûts d'immobilisations et les coûts d'exploitation d'une unité de filtration sur membrane.

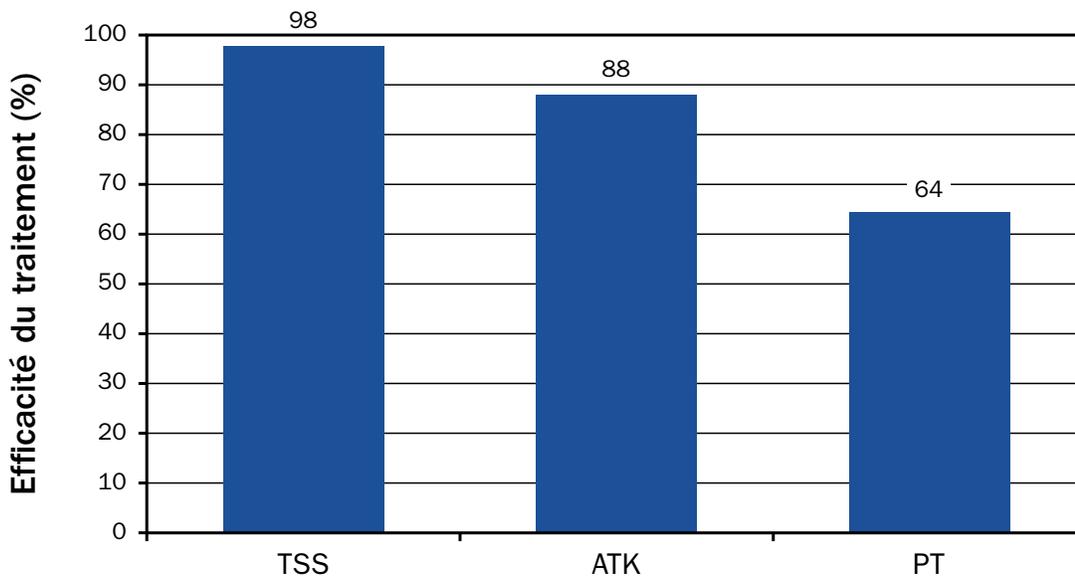
**Tableau 8–32. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation d'une unité de filtration sur membrane**

Coûts d'immobilisations	Coûts d'exploitation
Unité de filtration sur membrane	Électricité pour le pompage et le fonctionnement de la membrane
Pompage et tuyauterie	Remplacement de la membrane
Système de manutention du flux de déchets	Manutention des déchets
	Coûts de l'exploitant
	Entretien
	Surveillance

### Étude de cas

Le projet sur l'eau de la HMGA a évalué une unité de filtration sur membrane par ultrafiltration (UF) dans une installation de lavage de légumes racines. Des échantillons de qualité de l'eau ont été prélevés à l'entrée et à la sortie de l'unité de filtration sur membrane.

Les résultats montrent que l'unité d'ultrafiltration pouvait significativement réduire le total des solides en suspension (TSS). Les niveaux d'azote total Kjeldahl (ATK) et de phosphore total (PT) avaient aussi été réduits (figure 8.50).



**Figure 8.50. Pourcentage de réduction du total des solides en suspension (TSS), du phosphore total (PT) et de l'azote total Kjeldahl (ATK) par une unité d'ultrafiltration.**

## 8.9 Désinfection

La désinfection tue ou désactive les microorganismes (p. ex., *E. coli*) et les virus qui sont présents dans l'eau de lavage pour les amener à un niveau acceptable. Cette étape est nécessaire si les objectifs de traitement comprennent la production d'eau potable. Les systèmes de traitement au chlore, à l'ozone et aux ultraviolets sont des exemples de technologies à cet effet.

La présence de matière organique (p. ex., matière végétale, jus végétaux, microbes, terre) a une incidence sur l'efficacité des technologies de désinfection, consomme le chlore et l'ozone, protège le microorganisme du désinfectant et absorbe les UV. Enlevez la matière organique avant l'étape de désinfection.

La désinfection est souvent la dernière étape d'un système de traitement de l'eau de lavage, mais certains systèmes peuvent inclure une étape de désinfection dès le commencement afin de réduire la présence d'organismes de putréfaction dans l'eau. Les étapes de désinfection finale doivent se dérouler après toutes les étapes de traitement biologique pour éviter que la désinfection tue les microorganismes utiles aux traitements biologiques (p. ex., lits bactériens). La désinfection n'enlève pas tous les microorganismes et les virus du produit, mais peut tuer, désactiver ou réduire ceux présents dans l'eau.

### 8.9.1 Chlore

#### Description

Le dosage du chlore est une technique de désinfection largement utilisée. Lorsqu'il est ajouté à l'eau, le chlore forme des composés qui agissent comme des agents oxydants afin de tuer ou de désactiver les microorganismes et les virus. Une pompe doseuse et une cuve de stockage de chlore sont utilisées pour injecter du chlore à l'eau de lavage devant être traitée. Il est aussi possible d'utiliser une cuve de mélange pour traiter par lots l'eau de lavage avec le chlore. Le chlore libre, c'est-à-dire le chlore qui reste après l'interaction avec la matière organique, continue de désinfecter l'eau.

#### Considérations

Le chlore est moins efficace en présence de matière organique puisque celle-ci désactive le chlore. Lorsque les concentrations de matière organique dans l'eau de lavage sont grandement variables, l'enlèvement de la matière organique (avant l'étape de désinfection) est nécessaire, autrement les niveaux de dosage du chlore devront être ajustés fréquemment.

La dose de chlore est établie en fonction de la qualité et du débit de la source d'eau. Surveillez les concentrations de chlore en prélevant des échantillons d'eau et en les analysant afin de vous assurer que la dose de chlore est adéquate, sans être excessive. Cela peut être fait au moyen d'un analyseur en continu installé sur place. Le chlore peut être mesuré à titre de chlore total et de chlore libre. Le chlore libre est utilisé afin de déterminer si la dose de chlore est adéquate pour l'utilisation et le but souhaités. Une trop grande quantité de chlore n'est pas souhaitable (p. ex., incidence sur la couleur du produit, émanations du bassin de lavage ou des cours d'eau qui peuvent recevoir l'eau de rejet), car il faudra vraisemblablement en réduire la concentration.

Le chlore a besoin d'un temps de contact suffisant avec l'eau de lavage pour tuer ou désactiver les microorganismes ou les virus, ce qui peut être obtenu dans un réservoir ou un tuyau d'une longueur suffisante.

#### Coût

Les coûts en immobilisations comprennent la conception, la pompe doseuse, la cuve de stockage du chlore, le réservoir ou le tuyau de réaction.

Les coûts permanents comprennent le chlore, la surveillance et l'entretien. Le tableau 8-33 résume les coûts d'immobilisations et les coûts d'exploitation de la désinfection au chlore.

**Tableau 8–33. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation de la désinfection au chlore**

Coûts d'immobilisations	Coûts d'exploitation
Conception	Chlore
Pompe doseuse	Surveillance
Cuve de stockage du chlore	Entretien
Réservoir ou tuyau de réaction	

### 8.9.2 Ozone

#### Description

L'ozone est une molécule constituée de trois atomes d'oxygène qui peuvent efficacement oxyder les microorganismes et les virus pour les rendre inactifs. L'ozone est créé en faisant passer de l'air filtré à travers un champ électrique afin de produire de l'ozone gazeux. L'ozone est introduit dans un réservoir de réaction où il réagit avec les microorganismes et les virus.

### Considérations

L'efficacité de l'ozone est réduite par la présence de matière organique. Lorsque les concentrations de matière organique dans l'eau de lavage sont grandement variables, enlevez la matière organique avant l'étape de désinfection, autrement les niveaux de dosage de l'ozone devront être ajustés fréquemment.

Le débit de dose de l'ozone dépend de la qualité et du débit de la source d'eau. Surveillez les concentrations d'ozone pour garantir que la dose d'ozone est adéquate, sans être excessive. La présence excessive d'ozone dans l'eau de lavage est une grave préoccupation pour la santé et la sécurité (p. ex., il déplace l'oxygène respirable) dans l'installation de lavage puisque l'eau rejette l'excès d'ozone sous forme de gaz. Pour des raisons de sécurité, un système de traitement à l'ozone doit comporter une unité de traitement de l'air et de destruction de l'ozone.

L'ozone est souvent utilisé à la place du chlore pour éviter des sous-produits qui peuvent découler du processus de chloration. Le coût pour traiter l'eau de lavage à l'ozone est normalement supérieur à celui de la chloration, puisque la production d'ozone exige du matériel spécialisé. Consultez le fabricant pour déterminer les exigences électriques et opérationnelles particulières.

### Coût

Les coûts d'immobilisations comprennent l'unité de traitement à l'ozone et l'infrastructure connexe.

Les coûts permanents comprennent l'électricité, la surveillance et l'entretien. Le tableau 8-34 résume les coûts d'immobilisations et les coûts d'exploitation de la désinfection à l'ozone.

**Tableau 8–34. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation de la désinfection à l'ozone**

Coûts d'immobilisations	Coûts d'exploitation
Unité de traitement à l'ozone	Électricité pour le pompage et la production d'ozone
Pompage et tuyauterie	Surveillance
Système de traitement de l'air ou unité de destruction de l'ozone	Entretien

### 8.9.3 Désinfection aux ultraviolets

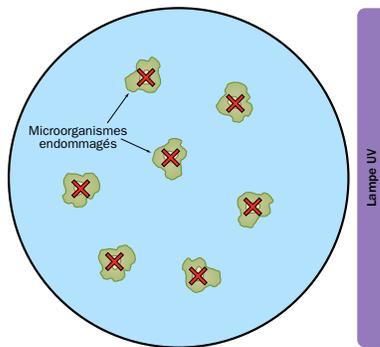
#### Description

La désinfection aux ultraviolets (UV) inactive les microorganismes et les virus dans l'eau en les faisant passer devant une ou plusieurs ampoules électriques qui émettent une lumière ultraviolette. Les rayons UV pénètrent les microorganismes et les virus, puis les désactivent. À la différence du chlore, les UV désinfectent uniquement l'eau lorsqu'elle passe par l'unité d'UV sans autre désinfection résiduelle.

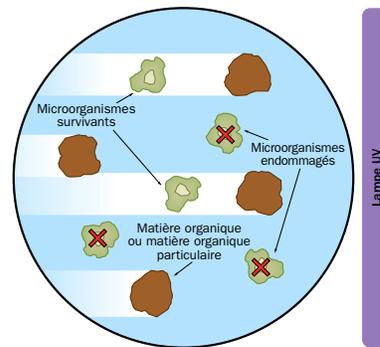
### Considérations

La taille et le nombre de lampes ultraviolettes dépendent de la qualité et du débit de l'eau de lavage. La turbidité (c.-à-d. la capacité de transmission de la lumière à travers l'eau de lavage) a des répercussions importantes sur la capacité des lampes UV à désactiver les microorganismes et les virus. La matière organique et la matière organique particulaire absorberont aussi la lumière UV et empêcheront la désactivation des microorganismes et des virus par la lumière (figures 8.51 et 8.52).

Si une désinfection est nécessaire après le point de traitement (p. ex., entreposage prolongé), une désinfection secondaire peut être ajoutée (p. ex., chlore).



**Figure 8.51. Système de désinfection aux UV sans matière organique ou matière organique particulaire.**



**Figure 8.52. Système de désinfection aux UV avec matière organique, matière organique particulaire et microorganismes survivants.**

### Coût

Les coûts d'immobilisations comprennent les lampes UV et la tuyauterie.

Les coûts permanents comprennent l'électricité, le remplacement des ampoules, la surveillance et l'entretien. Le tableau 8-34 résume les coûts d'immobilisations et les coûts d'exploitation de la désinfection aux ultraviolets.

**Tableau 8–35. Coûts d'immobilisations et coûts d'exploitation de la désinfection aux ultraviolets**

Coûts d'immobilisations	Coûts d'exploitation
Lampes UV	Électricité
Pompage (au besoin) et tuyauterie	Surveillance
	Entretien (p. ex., nettoyage des lampes)
	Remplacement des ampoules



## 9. Achat d'immobilisations en matériel

### 9.1 Introduction

L'achat de nouveau matériel de traitement pour une installation de lavage est un volet important de l'exploitation. Participez au processus d'achat et assurez-vous de le gérer activement afin de contrôler le coût et de réduire les risques. L'embauche d'un expert-conseil pour gérer certains aspects du processus peut représenter un bon investissement.

L'achat de matériel de traitement comporte 10 étapes (figure 9.1).

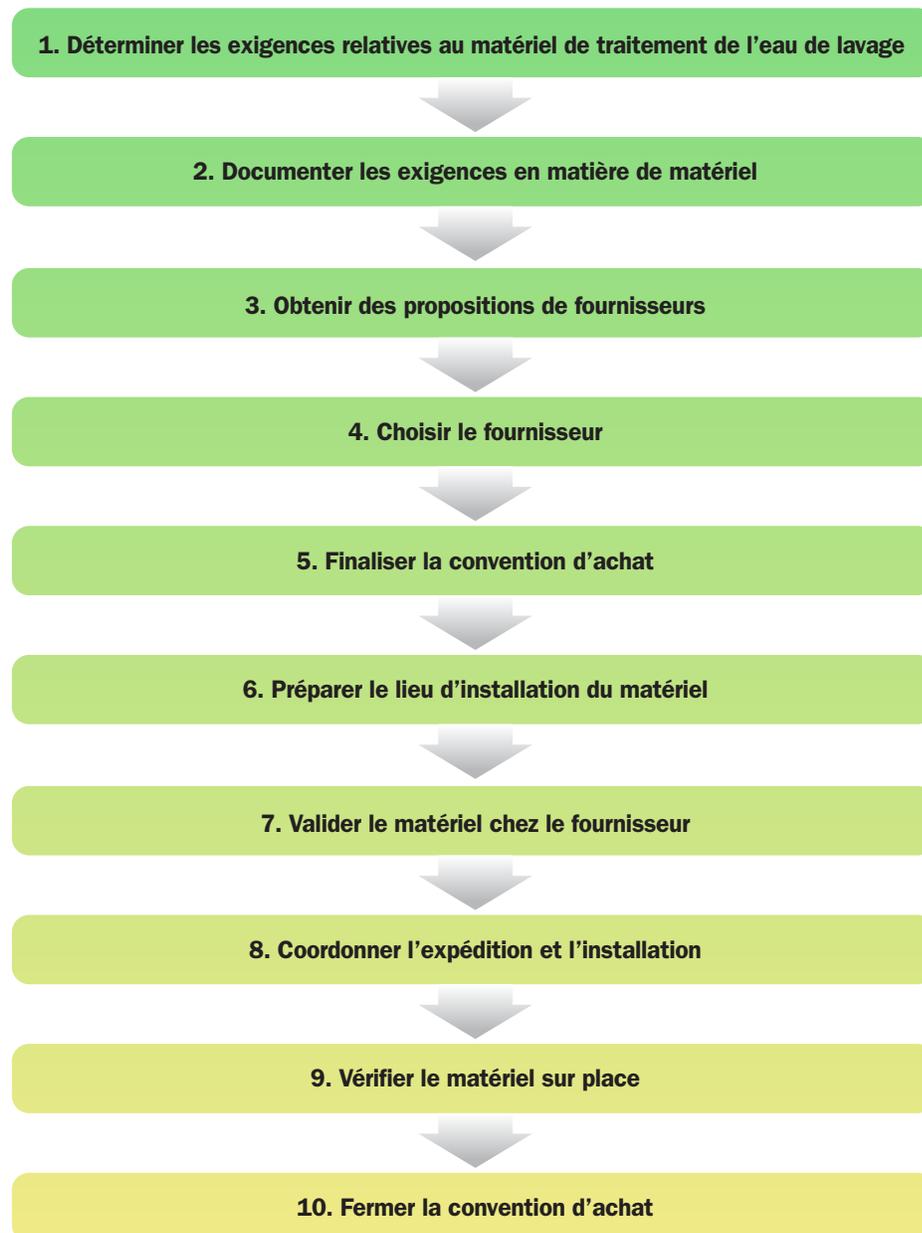


Figure 9.1. Étapes pour l'achat d'immobilisations en matériel.

## 9.2 Achat d'équipement de traitement

### 1<sup>re</sup> étape : Déterminer les exigences relatives au matériel de traitement de l'eau de lavage

La première étape consiste à déterminer la charge hydraulique et la charge massique entrant dans le système de traitement, ainsi que le rendement exigé afin que le matériel respecte l'utilisation finale visée (chapitres 5 à 8). Ces renseignements sont importants et sont utilisés par les fournisseurs de matériel afin de concevoir le matériel de traitement de l'eau de lavage.

Déterminez si l'infrastructure suffisante est disponible (feuille de travail sur les considérations d'avant-projet, tableau 6-1 et fiche d'évaluation des technologies, tableau 7-2) afin de vous assurer que le matériel de traitement de l'eau de lavage peut être installé à l'emplacement prévu.

### 2<sup>e</sup> étape : Documenter les exigences en matière de matériel

Élaborez un devis de matériel à l'aide des exigences liées au rendement du matériel déterminées à la première étape. Incluez dans votre devis une déclaration sur la qualité de l'eau après le traitement.

L'achat du matériel de traitement est un processus de négociation avec le fournisseur. Incluez les éléments négociables dans les modalités et conditions de la convention d'achat. Ces éléments ne sont pas précisément reliés au rendement du matériel et comprennent les éléments suivants.

- Calendrier de livraison — la livraison dépend du moment où le matériel doit être mis en service et en état de fonctionner, en tenant compte du temps nécessaire pour installer le matériel et s'assurer qu'il fonctionne correctement.
- Vérification du rendement du matériel — décrivez comment le matériel sera essayé afin de confirmer qu'il respecte les exigences en matière de rendement. Assurez-vous que le fournisseur inclut les coûts (p. ex., technicien de laboratoire, technicien sur place) associés aux essais dans le prix du matériel.
- Paiement — incluez un calendrier des paiements. Le paiement final doit être fait uniquement une fois que le rendement du matériel a été vérifié. Voici un exemple d'un calendrier des paiements :
  - paiement de 20 % à l'envoi du bon de commande;
  - paiement de 20 % lorsque le matériel est prêt à être expédié;
  - paiement de 40 % lorsque l'état et le rendement du matériel sont confirmés après l'installation;
  - paiement de 20 % 30 jours après l'acceptation du matériel sur place, la réception du manuel du système, l'achèvement de toute la formation et la vérification du matériel.
- Expédition — décidez qui est responsable de préparer le matériel pour l'expédition, de l'expédition et des frais associés (p. ex., emballage, transport par camion, droits de passage à la frontière). Voici quelques options :
  - À l'usine — l'acheteur est responsable de charger le matériel sur un camion chez le fournisseur, de l'expédition à l'installation et du déchargement.
  - Franco bord — le fournisseur charge le matériel sur un camion fourni par l'acheteur. L'acheteur est responsable de décharger le matériel à l'endroit où il sera installé.
- Installation par le fournisseur — le fournisseur est responsable de tous les aspects de l'expédition et de l'installation du matériel.
- Installation — déterminez qui est responsable de l'installation du matériel et des outils nécessaires à l'installation (p. ex., service de grue, pelle rétrocaveuse, machinerie, raccordement électrique, installation de plomberie, eau et inspections).
- Garantie — assurez-vous de comprendre la période et les modalités de la garantie du matériel.
- Manuel et exigences de formation — assurez-vous qu'un manuel détaillé sur l'exploitation et l'entretien du matériel est livré avant d'effectuer le paiement final. Finalisez le calendrier de formation avant l'installation du matériel.
- Amendes — négociez des amendes pour la livraison en retard du matériel et pour le non-respect des objectifs de traitement.

### 3<sup>e</sup> étape : Obtenir des propositions de fournisseurs

Le devis de matériel rempli est envoyé aux fournisseurs potentiels de matériel, en précisant la date d'échéance pour présenter une proposition. Un fournisseur devrait prendre moins de trois semaines pour préparer une proposition. Obtenez dans la mesure du possible trois propositions, lesquelles ne proposent pas nécessairement la même technologie, mais respectent les objectifs de traitement.

Le document de proposition du fournisseur doit fournir suffisamment de renseignements pour permettre à l'installation de lavage d'évaluer les points suivants :

- la technologie de traitement de l'eau de lavage proposée;
- les coûts d'achat et d'installation du système;
- les coûts d'exploitation et d'entretien;
- la capacité de respecter les objectifs de traitement;
- les caractéristiques des rejets de déchets;
- le calendrier de livraison.

### 4<sup>e</sup> étape : Choisir le fournisseur

Examinez soigneusement les propositions reçues afin de confirmer qu'elles respectent toutes les exigences inscrites dans le devis de matériel. Il arrive souvent que les propositions ne respectent pas toutes les exigences du devis. L'acheteur doit donc déterminer l'option qui présente à la fois le coût le plus bas et le risque le plus faible. Remarquez que la proposition de prix la plus basse peut ne pas être la meilleure option lorsque tous les autres détails du devis de matériel sont pris en compte. Les coûts d'exploitation et d'entretien annuels peuvent représenter un coût important pouvant varier grandement d'une technologie à l'autre. Tenez compte des modifications exigées à l'infrastructure lors de l'évaluation des propositions, puisque du matériel peut nécessiter de plus grands travaux pour s'intégrer au système comparativement à d'autres.

Lorsque vous choisissez un fournisseur, tenez compte de la réputation de l'entreprise ainsi que de sa capacité à exécuter ce à quoi elle s'est engagée dans sa proposition. L'installation devrait demander aux fournisseurs de matériel de fournir des références concernant des projets semblables. Les propositions reçues devraient presque toujours inclure les modalités et conditions du fournisseur. Prenez le temps de bien les lire puisqu'elles peuvent être différentes de celles incluses dans le devis de matériel des installations. Négociez avec le fournisseur afin de parvenir à des modalités et conditions mutuellement acceptables.

Il est parfois possible de mener un projet pilote pour confirmer l'efficacité de la technologie de traitement de l'eau de lavage proposée avant de faire un investissement important dans la technologie. Des coûts peuvent être associés à un projet pilote, mais il s'agit d'un bon investissement.

### 5<sup>e</sup> étape : Finaliser la convention d'achat

Documentez toute éventuelle modification à la convention d'achat définitive afin de minimiser le risque pour l'installation, et concluez la convention d'achat.

1. Informez le fournisseur choisi en lui présentant un bon de commande (annexe A). Le bon de commande doit faire précisément référence au devis de matériel définitif.
2. Incluez un accusé de réception du bon de commande (annexe B) que le fournisseur doit signer pour confirmer qu'il a reçu le bon de commande et qu'il accepte de respecter toutes les conditions du devis de matériel.
3. Exigez une facture du fournisseur pour le paiement du versement initial. Cette facture ne sera payée que lorsque l'accusé de réception du bon de commande signé aura été reçu du fournisseur.

De ce processus découle une série de documents qui confirment toutes les attentes et les modalités et conditions associées à la convention d'achat. Ces documents sont très importants dans l'éventualité d'un désaccord qui pourrait entraîner un conflit juridique.

### **6° étape : Préparer le lieu d'installation du matériel**

Collaborez avec le fournisseur pour comprendre les particularités du site pour le matériel commandé. Pendant le déroulement du processus de fabrication du matériel, voici ce que vous pouvez faire pour préparer son installation sur le site :

- obtenir un permis de construire (le cas échéant);
- installer la fondation pour le matériel (p. ex., béton et acier);
- construire des structures pour protéger le matériel;
- relocaliser et modifier le matériel avoisinant;
- installer les services (p. ex., électricité, air comprimé et plomberie);
- préparer l'accès du matériel au site;
- obtenir des propositions pour tous les services nécessaires à l'installation du matériel (p. ex., grutier, monteur de machinerie, électricien, plombier).

### **7° étape : Valider le matériel chez le fournisseur**

Dans la mesure du possible, rendez-vous chez le fournisseur pour voir le matériel et vérifier son rendement avant l'expédition. Il est plus facile pour le fabricant de résoudre les problèmes et de procéder à des ajustements dans ses locaux plutôt que sur les lieux de l'installation. S'il est impossible de confirmer le rendement du système, assurez-vous de voir le matériel pour en confirmer la qualité de l'exécution, l'achèvement, la configuration, l'empreinte et des détails comme les emplacements de lavage afin de simplifier le processus d'installation avant l'expédition. Une étape de paiement est généralement associée à la validation et à l'expédition du matériel.

### **8° étape : Coordonner l'expédition et l'installation**

Un travail minutieux lors de la préparation du lieu d'installation du matériel (6° étape) réduit significativement l'effort à consentir à la présente étape. L'acheteur doit superviser étroitement ce processus puisque des problèmes non anticipés peuvent survenir. Comme solution de rechange, l'expert-conseil engagé pour gérer le processus d'achat d'immobilisations en matériel peut coordonner les activités liées à l'expédition, à l'installation et à la validation au nom de l'installation.

### **9° étape : Vérifier le matériel sur place**

Examinez soigneusement l'état du matériel installé comparativement au devis du matériel. Réalisez tous les essais de vérification du rendement décrits dans le devis, notamment concernant la qualité de l'eau. Le matériel doit réussir avec succès tous ces essais. Référez-vous aux modalités et conditions de la convention d'achat si le matériel de traitement de l'eau de lavage fourni ne respecte pas les objectifs de traitement exigés. La concrétisation de cette étape constitue une importante étape de paiement.

### **10° étape : Fermer la convention d'achat**

Cette étape nécessite l'achèvement de tous les détails importants du projet. Assurez-vous que le fournisseur fournisse les manuels d'exploitation, la liste des pièces de rechange, les renseignements concernant la garantie et la formation de la manière prévue dans la convention d'achat avant de procéder au paiement final. La période de garantie du matériel débute à la fin de cette étape du processus.

## 10. Construction d'un système de traitement de l'eau de lavage

### 10.1 Introduction

Ce chapitre présente quatre exemples d'installations de différente taille lavant différents types de produits agricoles. Chaque exemple comprend des renseignements généraux sur l'installation, les objectifs du système de traitement, des considérations liées à la conception et une stratégie de traitement. Les exemples comprennent :

- un laveur de légumes-feuilles à petite échelle;
- un laveur de pommes à moyenne échelle;
- un laveur de légumes à grande échelle;
- une installation traitant l'eau de lavage selon les normes pour l'eau potable.

### 10.2 Petite échelle — laveur de légumes-feuilles

#### Contexte

Un producteur de légumes-feuilles à petite échelle pour un marché de producteurs local cherche à améliorer son système de lavage. Le système de lavage est utilisé 1 jour/semaine pendant quelques heures, de juin au début octobre. Le système existant (figure 10.1) est constitué de barres de pulvérisation en hauteur qui rincent les légumes qui sont placés sur un transporteur à courroie. L'eau de lavage est captée dans un réservoir de retenue et est filtrée avec un tamis grossier (1 000 microns) avant d'être rejetée.

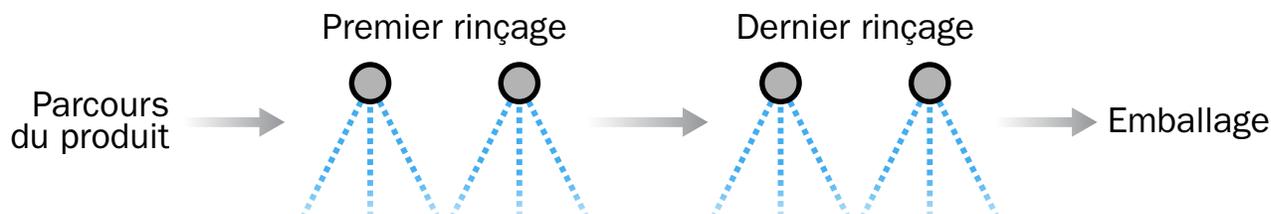


Figure 10.1. Système de lavage existant pour l'installation de légume-feuilles à petite échelle.

#### Objectifs

L'installation souhaite :

- traiter l'eau de lavage afin de la réutiliser pour le premier lavage;
- éliminer ou réduire la nécessité de rejeter l'eau de lavage;
- trouver une solution à faible coût.

L'installation a rempli la feuille de travail sur les considérations d'avant-projet (tableau 6-1) qui résume les ressources financières et physiques disponibles (tableau 10-1).

**Tableau 10–1. Feuille de travail sur les considérations d'avant-projet pour une installation de légumes-feuilles à petite échelle**

<b>Coûts</b>	
Capitaux mobilisables	10 000 \$
Fonds disponibles pour les coûts permanents	1 000 \$/an
<b>Objectifs du traitement</b>	
À quoi l'eau traitée est-elle destinée?	Réutilisation
Quelle est la qualité de l'eau visée au point d'arrivée?	Exempte de matières solides
De l'eau potable est-elle exigée?	Non (un puits fournit l'eau potable)
Débits (min/max; discontinu/continu)	Lot : 4 500 L/jour 1 jour/semaine
Saisonnalité (lavage toute l'année ou saisonnier)	Saisonner — été/automne
<b>Infrastructure du site</b>	
Technologies de traitement existantes	Réservoir de retenue avec filtration grossière
Service d'électricité	Minimal provenant du bâtiment voisin
Infrastructure de plomberie	Tuyauterie existante pour la distribution d'eau
Réseau informatique	Non
Espace intérieur/extérieur	Extérieur
Empreinte disponible?	3 m sur 6 m
Texture du sol	Limon
La stratégie de manutention des déchets est-elle complète?	Non
<b>Exigences liées à la main-d'œuvre</b>	
Estimation des heures-personnes disponibles pour l'exploitation	1 à 2 heures par jour lors du lavage
Estimation des heures-personnes disponibles pour le nettoyage et l'entretien	1 h/semaine
Système exploité de façon automatisée ou manuelle?	Manuelle
Système contrôlé de façon automatisée ou manuelle?	Manuelle
Eau de lavage gérée par le personnel de l'installation ou par une société de gestion de l'eau de lavage?	Personnel de l'installation

### Caractéristiques de l'eau de lavage

Six échantillons d'eau de lavage ont été prélevés au total, dont trois échantillons prélevés au cours d'une seule journée de lavage et un échantillon prélevé lors de trois autres jours de lavage. Les échantillons ont été prélevés à l'orifice d'entrée du réservoir de retenue existant. Voici les résultats moyens de ces échantillons :

- 332 mg/L TSS
- 1,49 mg/L PT
- 3,56 mg/L ATK

Un débitmètre installé sur le puits enregistre une consommation d'eau moyenne de 4 500 L/jour (1 jour/semaine).

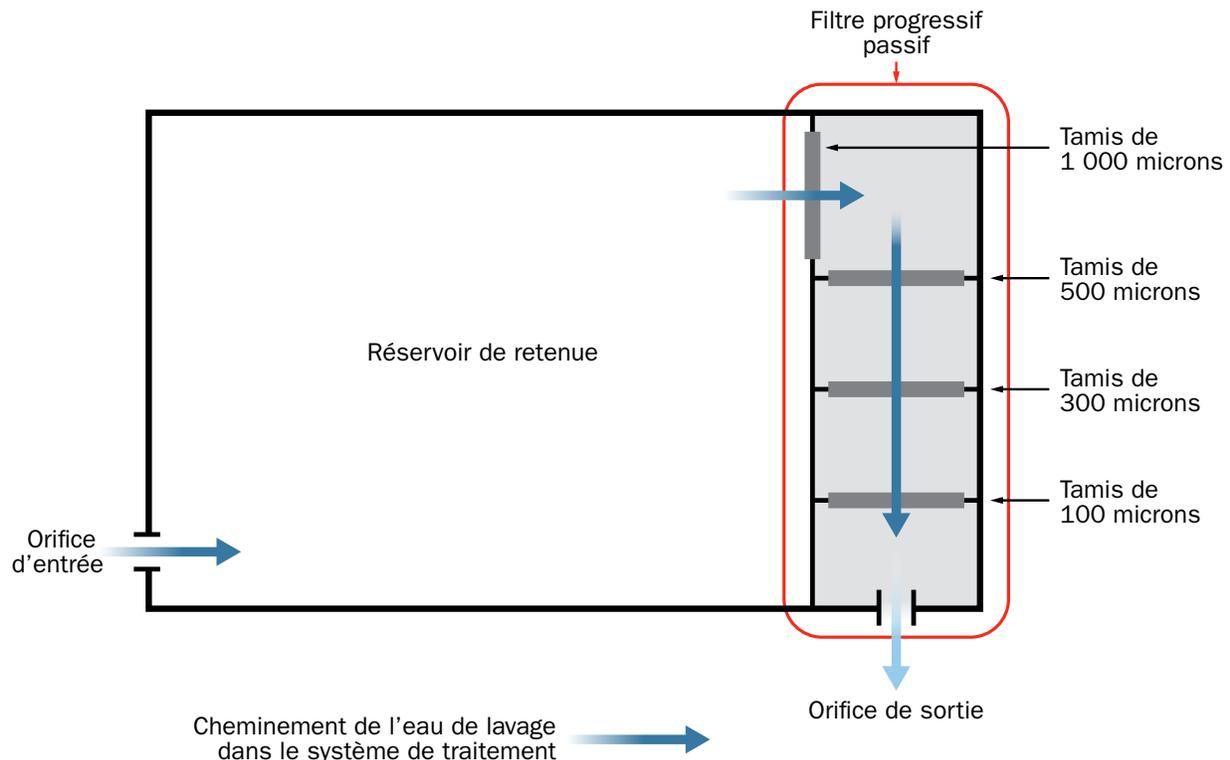
### Objectifs de traitement

Les objectifs de traitement pour l'installation comprennent l'enlèvement des débris (p. ex., morceaux de végétaux) et des grosses matières solides (p. ex., supérieures à 100 microns), y compris les agrégats pour éviter que les matières solides se déposent dans les tuyaux et obstruent les buses de pulvérisation.

### Stratégie de traitement

L'installation modifiera le système de lavage afin que le premier lavage effectué par la première barre de pulvérisation soit alimenté par l'eau traitée provenant du réservoir de retenue. La deuxième barre de pulvérisation continuera à utiliser l'eau potable fournie par le puits. L'eau potable sera seulement utilisée par la deuxième barre de pulvérisation, ce qui réduira la consommation générale d'eau.

L'eau de lavage captée sous les deux barres de pulvérisation sera dirigée par une conduite dans le réservoir de retenue existant. Le tamis d'origine de 1 000 microns servira de système d'enlèvement des débris. Un nouveau système de filtration progressive passive (500, 300 et 100 microns) sera installé après le tamis de 1 000 microns (figure 10.2). Les tamis sont amovibles pour permettre de les nettoyer. L'eau est renvoyée par pompage dans la première barre de pulvérisation pour le premier lavage.



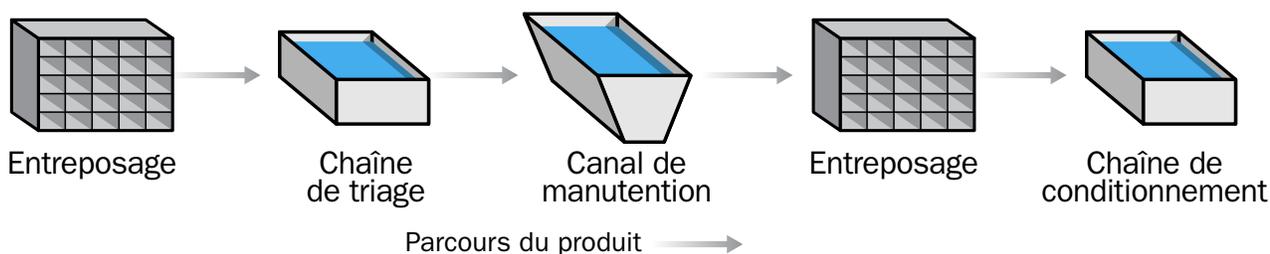
**Figure 10.2. Système de traitement de l'eau de lavage proposé pour un laveur de légumes-feuilles à petite échelle.**

Une fois achevé le lavage quotidien des produits agricoles, l'eau de lavage restante sera utilisée pour arroser les plants de la serre de l'installation ou les cultures en champ. Dans ce cas, l'installation épandra l'eau de lavage en vertu d'une AE. Les matières solides enlevées du réservoir de retenue et extraites des filtres seront compostées. À l'automne, les matières solides seront épandues et travaillées dans le sol.

### 10.3 Moyenne échelle — laveur de pommes

#### Contexte

Une installation à moyenne échelle lave et conditionne des pommes 8 heures/jour, 5 jours/semaine, de 10 à 11 mois/année. Elle cherche à réduire sa consommation générale d'eau. Les pommes sont amenées de l'entrepôt et déplacées vers la table de triage à l'aide d'eau. Elles tombent de la table de triage dans des canaux de manutention séparés selon leur taille et leur catégorie. Après le classement, elles sont remises en entreposage jusqu'à ce qu'elles soient emballées. La chaîne de conditionnement utilise de l'eau pour déplacer les pommes et les laver (figure 10.3). Toute l'eau est traitée avec du chlore afin que l'eau potable respecte les normes de salubrité des aliments. L'eau de lavage rejetée n'est pas traitée.



**Figure 10.3. Circuit effectué par les pommes dans une installation de conditionnement à moyenne échelle.**

#### Objectifs

L'installation souhaite :

- réduire sa consommation générale d'eau;
- éliminer ou réduire la nécessité de rejeter l'eau de lavage.

L'installation a rempli la feuille de travail sur les considérations d'avant-projet (tableau 6-1) qui résume les ressources financières et physiques disponibles (tableau 10-2).

**Tableau 10–2. Feuille de travail sur les considérations d'avant-projet pour une installation de conditionnement de pommes à moyenne échelle**

<b>Coûts</b>	
Capitaux mobilisables	50 000 \$
Fonds disponibles pour les coûts permanents	1 000 \$/an
<b>Objectifs de traitement</b>	
À quoi l'eau traitée est-elle destinée?	Réutilisation
Quelle est la qualité de l'eau visée au point d'arrivée?	Clarifiée et exempte de matières solides
De l'eau potable est-elle exigée?	Oui, le système de traitement existe
Débits (min/max; discontinu/continu)	Lot : 20 000 L
Saisonnalité (lavage toute l'année ou saisonnier)	10 à 11 mois/année
<b>Infrastructure du site</b>	
Technologies de traitement existantes	Désinfection au chlore pour conserver la potabilité
Service d'électricité	Capacité électrique adéquate
Infrastructure de plomberie	Non
Réseau informatique	Oui, un système exploite la chaîne de conditionnement
Espace intérieur/extérieur	Les deux
Empreinte disponible?	9 m sur 3 m à l'intérieur, illimitée à l'extérieur
Texture du sol	S.O.
La stratégie de manutention des déchets est-elle complète?	Non
<b>Exigences liées à la main-d'œuvre</b>	
Estimation des heures-personnes disponibles pour l'exploitation.	1 à 2 heures/jour
Estimation des heures-personnes disponibles pour le nettoyage et l'entretien.	1 à 2 heures/semaine
Système exploité de façon automatisée ou manuelle?	On souhaite que le système fonctionne en arrière-plan durant les opérations normales
Système contrôlé de façon automatisée ou manuelle?	Automatisée
Eau de lavage gérée par le personnel de l'installation ou par une société de gestion de l'eau de lavage?	Personnel de l'installation

**Caractéristiques de l'eau de lavage**

La qualité de l'eau de lavage varie à différentes étapes du processus de conditionnement. L'eau du triage est la première eau à entrer en contact avec les pommes et est la plus sale. L'eau du canal de manutention est la plus propre puisque la plus grande partie du lavage des pommes est faite lors du triage. La qualité de l'eau de lavage de la chaîne de conditionnement varie puisque de la terre ou des particules peuvent captées durant l'entreposage.

Les chaînes de triage et de conditionnement utilisent chacune 20 000 L, alors que le canal de manutention a besoin de 40 000 L pour fonctionner. On estime qu'il y a une perte d'eau de 5 % (4 000 L) par semaine

qui doit être remplacée. L'eau de la chaîne de triage est remplacée trois fois par semaine, l'eau de la chaîne de conditionnement est remplacée deux fois par semaine et l'eau du canal de manutention est lentement remplacée sur une période d'un mois. On calcule que la consommation moyenne d'eau est de 114 000 L/semaine.

**Objectifs de traitement**

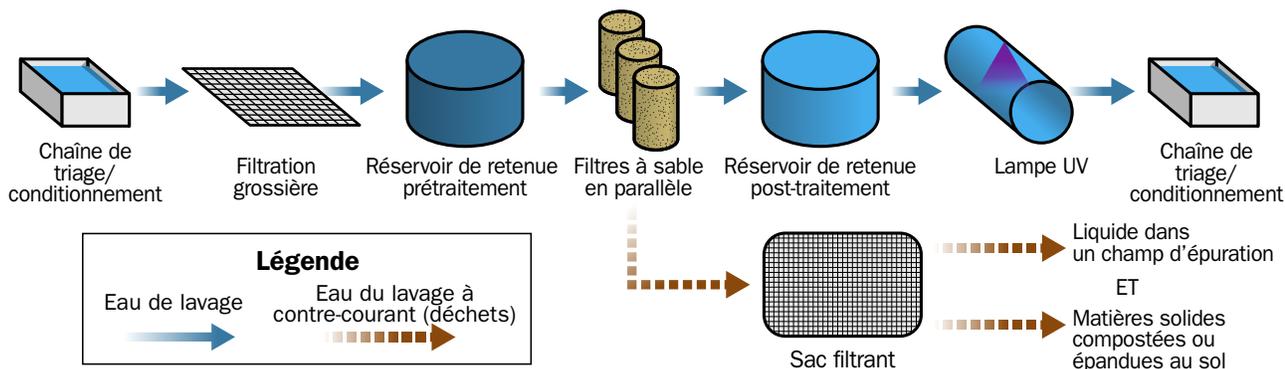
Les objectifs de traitement de l'installation comprennent l'enlèvement des débris (p. ex., pommes déformées, feuilles et pédoncules) et des matières solides afin d'assurer le fonctionnement efficace du système de désinfection.

**Stratégie de traitement**

Pour éliminer le rejet d'eau de lavage, l'installation devra traiter l'eau et l'entreposer pour l'utiliser plus tard (figure 10.4). Un système de filtration grossière est utilisé pour enlever les pommes déformées, les feuilles et les pédoncules. Un bassin de régulation est utilisé après la filtration grossière pour assurer un débit constant dans les filtres à sable. Le système de filtres à sable est constitué de plusieurs unités fonctionnant en parallèle. L'eau est traitée et entreposée dans un réservoir de retenue jusqu'à ce qu'elle soit utilisée. Lorsqu'on a besoin de cette eau, elle passe par un système aux UV qui offre une première désinfection avant le système de désinfection au chlore.

L'eau de lavage extraite à contre-courant des filtres à sable sera pompée dans un sac filtrant afin de capter les matières solides. L'eau filtrée du lavage à contre-courant sera rejetée dans une installation septique (pour les fosses septiques <10 000 L/jour, vérifiez auprès de la municipalité, pour les fosses septiques >10 000 L/jour, vérifiez auprès du MEACC). Les matières solides seront compostées dans le sac puis éliminées par un épandage au sol lorsque le sac est plein.

Le débit de l'eau dans l'installation respecte un cycle de deux jours. Le premier jour, l'eau de la chaîne de conditionnement n'est pas changée. L'eau de la chaîne de triage est pompée dans le système de traitement et est remplacée par de l'eau traitée provenant du réservoir de retenue d'eau traitée (traitée le jour précédent). Le deuxième jour, l'eau de la chaîne de triage n'est pas changée. L'eau de la chaîne de conditionnement est pompée dans le système de traitement et est remplacée par de l'eau traitée provenant du réservoir de retenue d'eau traitée (traitée le premier jour).



**Figure 10.4. Système de traitement de l'eau de lavage proposé pour une installation de conditionnement de pommes à moyenne échelle.**

L'eau du canal de manutention n'a pas besoin d'être traitée régulièrement et n'est pas incluse dans ce processus. Le système perdra de l'eau par évaporation, éclaboussure et enlèvement durant le traitement en raison du lavage à contre-courant du système et de l'enlèvement des déchets. Elle sera remplacée en siphonnant de l'eau du canal de manutention et en l'injectant dans les chaînes de triage et de conditionnement suivant le besoin. Au besoin, de l'eau potable est ajoutée au canal de manutention afin de remplacer les pertes d'eau.

L'installation pourra réduire significativement sa consommation d'eau en passant à un système d'eau recyclée.

## 10.4 Grande échelle — laveur de légumes

### Contexte

Une grosse installation de lavage lave une grande variété de légumes racines, de légumes en bottes et de légumes-feuilles destinés à la consommation fraîche et aux services alimentaires (p. ex., restaurants). Elle fonctionne toute l'année et importe des produits agricoles pour combler le manque de produits lorsqu'il est impossible de s'approvisionner localement. L'installation doit installer un système de traitement de l'eau de lavage pour respecter les objectifs de la réglementation. Elle planifie également de commercialiser son rendement environnemental amélioré à l'aide d'un programme de commercialisation de la durabilité.

Le système de lavage actuel comporte trois conduites de lavage séparées (figure 10.5). La première chaîne lave les légumes racines (provenant principalement de caisses et de palettes) à l'aide d'un réservoir de récolte suivi d'un cylindre de lavage puis d'une barre de pulvérisation utilisant de l'eau potable. La deuxième chaîne lave les légumes racines (provenant principalement de remorques ou de l'entrepasage) à l'aide d'un canal de manutention suivi d'un cylindre de lavage puis d'une barre de pulvérisation utilisant de l'eau potable. La troisième chaîne lave des légumes-feuilles et des légumes en bottes (p. ex., radis, oignons verts) à l'aide d'une première barre de pulvérisation suivie par une dernière barre de pulvérisation utilisant de l'eau potable. L'installation a mesuré sa consommation d'eau à différents points du système de lavage. La quantité d'eau consommée par chaque processus est décrite au tableau 10-3.

Avant de concevoir et d'installer un système de traitement de l'eau de lavage, l'installation recyclait l'eau de lavage dans le système de lavage afin de réduire la quantité d'eau consommée.

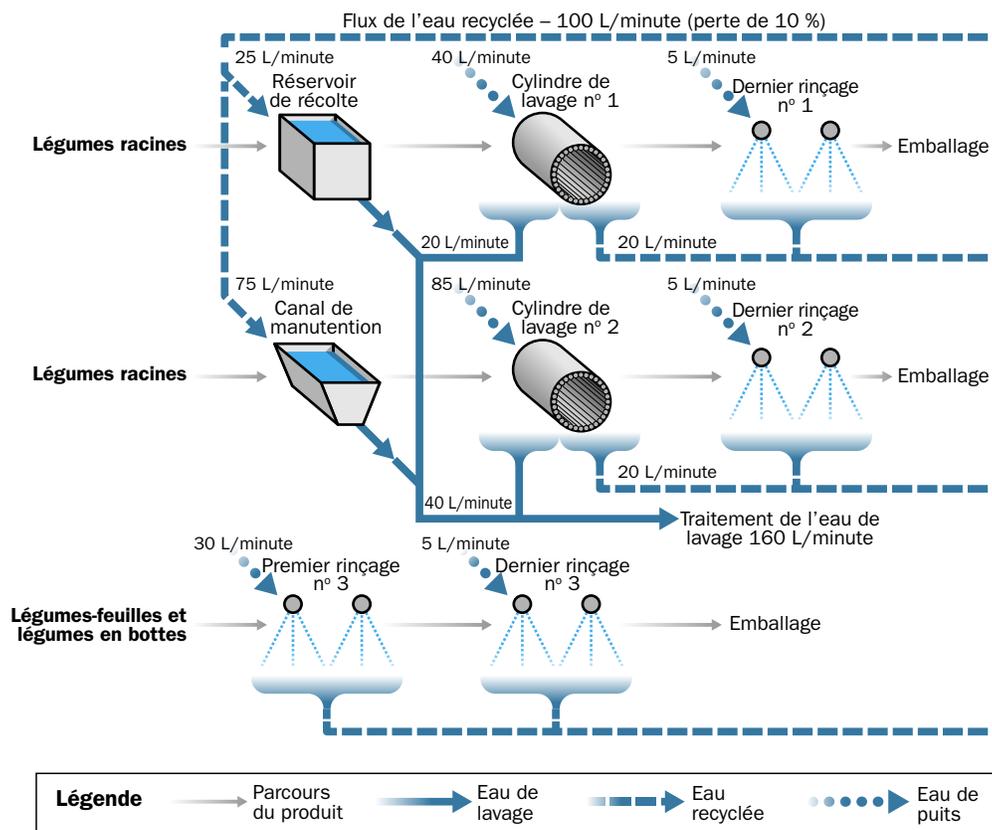


Figure 10.5. Système de lavage actuel d'une installation de lavage de légumes à grande échelle.

L'eau de lavage la moins sale captée provenait du premier rinçage (troisième chaîne), de tous les derniers rinçages et de la moitié postérieure des cylindres de lavage et était réutilisée dans le réservoir de récolte (25 L/minute) et le canal de manutention (75 L/minute). Avant de la réutiliser, cette eau de lavage devrait être traitée afin d'en retirer les débris. L'eau captée sous la moitié antérieure des cylindres de lavage et l'eau utilisée provenant du réservoir de récolte et du canal de manutention seront dirigées vers le système de traitement de l'eau de lavage.

Pour concevoir le système de traitement de l'eau de lavage, les débits actuels à chaque étape ont été estimés en tenant compte de la perte d'eau du processus de lavage (p. ex., 10 %). De l'eau de lavage supplémentaire provenant de cette installation sera produite par le nettoyage du matériel de lavage et de l'installation. Selon la configuration actuelle, la quantité d'eau de lavage qui est réutilisée après l'enlèvement des débris est de 100 L/minute. La quantité d'eau de lavage devant être traitée avant d'être rejetée est d'environ 160 L/minute.

**Tableau 10–3. Description, source d'eau et consommation d'eau des étapes du processus**

Étape du processus	Description	Source d'eau	Consommation d'eau
Réservoir de récolte	Le réservoir reçoit des légumes racines; fournit un premier lavage.	Recyclée	25 L/minute
Cylindre de lavage n° 1	L'unité de polissage lave et frotte les légumes racines. La moitié antérieure de l'eau du cylindre de lavage est directement envoyée au traitement des déchets.	Puits	40 L/minute
Dernier rinçage n° 1	Fournit le dernier rinçage à l'eau potable (5 buses à 1 L/minute).	Puits	5 L/minute
Canal de manutention	Déplace les légumes racines de la zone de déchargement au cylindre de lavage; fournit le premier lavage.	Recyclée	75 L/minute
Cylindre de lavage n° 2	L'unité de polissage lave et frotte les légumes racines. La moitié antérieure de l'eau du cylindre de lavage est directement envoyée au traitement des déchets.	Puits	85 L/minute
Dernier rinçage n° 2	Fournit le dernier rinçage à l'eau potable (5 buses à 1 L/minute).	Puits	5 L/minute
Dernier rinçage	Des barres de pulvérisation (3 jeux de 5 buses à 2 L/minute) fournissent les premiers rinçages aux légumes en bottes et aux légumes-feuilles.	Puits	30 L/minute
Dernier rinçage n° 3	Fournit le dernier rinçage à l'eau potable (5 buses à 1 L/minute).	Puits	5 L/minute

### Objectifs

L'installation souhaite :

- Traiter l'eau de lavage présentant différentes caractéristiques et provenant de différentes cultures :
  - enlèvement des débris à des fins de réutilisation;
  - respect des exigences réglementaires en matière de rejet.
- Commercialiser son rendement environnemental amélioré à l'aide d'un programme de commercialisation de la durabilité.
- Concevoir le système de traitement de l'eau de lavage pour permettre un agrandissement futur.

L'installation a rempli la feuille de travail sur les considérations d'avant-projet (tableau 6-1) qui résume les ressources financières et physiques disponibles (tableau 10-4).

**Tableau 10–4. Feuille de travail sur les considérations d'avant-projet pour une installation de lavage de légumes à grande échelle**

<b>Coûts</b>	
Capitaux mobilisables	500 000 \$ +
Fonds disponibles pour les coûts permanents	15 000 \$ à 25 000 \$/année
<b>Objectifs de traitement</b>	
À quoi l'eau traitée est-elle destinée?	Réutilisation Rejet
Quelle est la qualité de l'eau visée au point d'arrivée?	Enlèvement des débris Respect des exigences en matière de rejet
De l'eau potable est-elle exigée?	Oui, fournie par un puits
Débits (min/max; discontinu/continu)	Débit continu, débit maximal = 160 L/minute
Saisonnalité (lavage toute l'année ou saisonnier)	10 à 12 mois/année
<b>Infrastructure du site</b>	
Technologies de traitement existantes	Étang/bassin de décantation
Service électrique	Oui, mais limité par la capacité du bâtiment
Infrastructure de plomberie	Tuyau de 250 mm (10 pouces.) vers l'étang de décantation
Réseau informatique	Non
Espace intérieur/extérieur	Uniquement à l'extérieur
Empreinte disponible?	60 m sur 60 m
Texture du sol	Limon
La stratégie de manutention des déchets est-elle complète?	Non
<b>Exigences liées à la main-d'œuvre</b>	
Estimation des heures-personnes disponibles pour l'exploitation	2 heures/jour
Estimation des heures-personnes disponibles pour le nettoyage et l'entretien	1 heure/jour
Système exploité de façon automatisée ou manuelle?	Automatisée
Système contrôlé de façon automatisée ou manuelle?	Manuelle
Eau de lavage gérée par le personnel de l'installation ou par une société de gestion de l'eau de lavage?	Personnel de l'installation

### Caractéristiques de l'eau de lavage

L'échantillonnage a été réalisé au cours d'une saison de lavage à la conduite sortant du bâtiment, afin de caractériser l'eau de lavage combinée durant le lavage de plusieurs types de produits agricoles. Le tableau 10-5 présente les concentrations moyennes et maximales pour différents paramètres qui seront utilisés par les fournisseurs de technologie pour dimensionner le matériel de traitement de l'eau de lavage.

**Tableau 10–5. Concentrations de l'eau de lavage à la fin de la conduite**

Paramètres	Moyenne (mg/L)	Maximale (mg/L)
TSS	890	1 300
ATK	21	35
PT	4,9	5,3
CBOD <sub>5</sub>	220	300
NO <sup>3</sup>	SDL	SDL

SDL = sous les limites de détection.

Remarque : Le débit de l'eau de lavage à traiter est de 160 L/minute.

### Objectifs de traitement

Voici les objectifs de traitement pour l'installation :

- enlever les débris (p. ex., morceaux de racines et têtes);
- enlever les matières solides (p. ex., terre et morceaux de légumes);
- enlever les éléments nutritifs (p. ex., phosphore);
- réduire les particules dissoutes (p. ex., augmenter l'oxygène dissous par l'aération).

### Stratégie de traitement

Il a été déterminé qu'il fallait enlever les débris de l'eau de lavage recyclée dans le canal de manutention et le réservoir de récolte. Un tamis hydraulique (avec un tamis de 100 microns) sera installé pour enlever les débris (p. ex., racines, feuilles, agrégats) afin de s'assurer que les tuyaux et les pompes ne s'obstruent pas.

Afin de satisfaire aux exigences réglementaires concernant les rejets, le système de traitement de l'eau de lavage sera constitué de matériel pour enlever les débris, les matières solides, les éléments nutritifs et les matières dissoutes (figure 10.6). L'enlèvement des débris sera réalisé à l'aide d'une pompe hacheuse et d'un tamis hydraulique doté d'un tamis de 100 microns. L'enlèvement des matières solides et des éléments nutritifs associés sera réalisé grâce à l'ajout de coagulants suivi d'un sac filtrant. Les éléments nutritifs qui restent dans l'eau de lavage après l'étape de l'enlèvement des matières solides seront extraits (p. ex., phosphore) à l'aide d'un système de désionisation. Le processus de désionisation produira un flux de déchets causé par le lavage à contre-courant de l'unité. L'eau du lavage à contre-courant sera renvoyée par pompage dans le sac filtrant.

La dernière étape de ce processus de traitement de l'eau de lavage est la réduction des matières dissoutes grâce à l'aération. Des aérateurs seront installés dans l'étang actuel de décantation et l'eau sera rejetée dans l'eau de surface (en vertu d'une autorisation environnementale du MEACC).

La pompe hacheuse et les tamis hydrauliques seront installés à l'intérieur du bâtiment de l'installation de lavage. Un autre bâtiment sera construit près du bassin de décantation existant pour accueillir le système de dosage d'adjuvants de coagulation et de floculation et l'unité de désionisation. Une ligne électrique supplémentaire est nécessaire pour alimenter le matériel du bâtiment et les unités d'aération installées dans l'actuel étang de décantation.

Voici en quoi consistera la stratégie de manutention des déchets :

- enlever quotidiennement et composter les débris et les accumulations de matières solides provenant des deux tamis hydrauliques;
- pomper l'eau du lavage à contre-courant de l'unité de désionisation dans le sac filtrant;
- composter les matières solides du sac filtrant (lorsqu'il est plein).

Le système sera automatisé à l'aide d'automates programmables pour contrôler le système de dosage de coagulants et l'unité de désionisation, mais devra être supervisé par un exploitant afin de s'assurer que les unités fonctionnent correctement et efficacement.

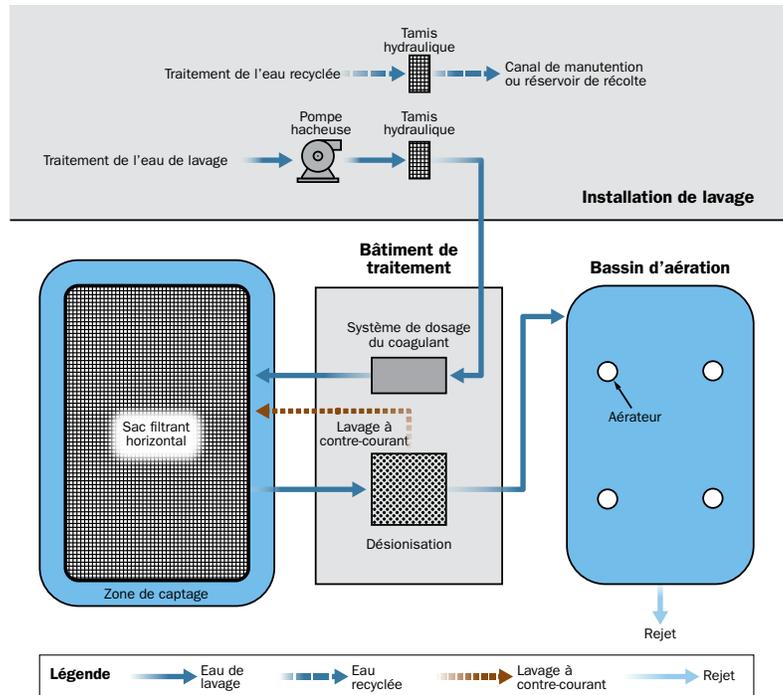


Figure 10.6. Système de traitement de l'eau de lavage proposé pour une installation de lavage de légumes à grande échelle.

### 10.5 Traitement de l'eau de lavage aux normes pour l'eau potable

#### Contexte

Une installation de lavage de fruits et de légumes a décidé d'éliminer les rejets d'eau de lavage en recyclant complètement toute leur eau. Elle possède déjà un système de traitement de l'eau de lavage qui satisfait aux exigences réglementaires pour effectuer des rejets dans l'environnement.

#### Objectifs

L'installation souhaite :

- éliminer le rejet de toute l'eau de lavage dans l'environnement;
- traiter une partie de l'eau de lavage captée aux normes pour l'eau potable afin de l'utiliser à n'importe quelle étape du processus de lavage.

L'installation a rempli la feuille de travail sur les considérations d'avant-projet (tableau 6-1) qui résume les ressources financières et physiques disponibles (tableau 10-6).

Tableau 10-6. Feuille de travail sur les considérations d'avant-projet pour traiter l'eau de lavage aux normes pour l'eau potable.

Coûts	
Capitaux mobilisables	300 000 \$
Fonds disponibles pour les coûts permanents	50 000 \$
Objectifs de traitement	
À quoi l'eau traitée est-elle destinée?	Eau du dernier rinçage
Quelle est la qualité de l'eau visée au point d'arrivée?	Normes pour l'eau potable

**Tableau 10-6. Feuille de travail sur les considérations d'avant-projet pour traiter l'eau de lavage aux normes pour l'eau potable. suite**

<b>Objectifs de traitement suite</b>	
De l'eau potable est-elle exigée?	Oui
Débits (min/max; discontinu/continu)	Continu 65 000 L/jour, débit constant en raison du traitement préalable
Saisonnalité (lavage toute l'année ou saisonnier)	10 à 12 mois/année
<b>Infrastructure du site</b>	
Technologies de traitement existantes	Le traitement actuel respecte les exigences réglementaires sur les rejets
Service électrique	Oui
Infrastructure de plomberie	Oui
Réseau informatique	Disponible
Espace intérieur/extérieur	Intérieur
Empreinte disponible?	9 m sur 15 m
Texture du sol	S.O.
La stratégie de manutention des déchets est-elle complète?	Oui
<b>Exigences liées à la main-d'œuvre</b>	
Estimation des heures-personnes disponibles pour l'exploitation	Un employé spécialisé à temps partiel
Estimation des heures-personnes disponibles pour le nettoyage et l'entretien	Un employé spécialisé à temps partiel
Système exploité de façon automatisée ou manuelle?	Automatisée avec supervision
Système contrôlé de façon automatisée manuelle?	Automatisée avec supervision
Eau de lavage gérée par le personnel de l'installation ou par une société de gestion de l'eau de lavage?	Personnel de l'installation

### **Caractéristiques de l'eau de lavage**

L'eau de lavage actuellement rejetée respecte les exigences réglementaires relatives aux rejets dans l'environnement.

### **Objectifs de traitement**

L'objectif de traitement pour l'installation est de traiter une partie de son eau potable aux normes pour l'eau potable.

### **Stratégie de traitement**

La microfiltration est nécessaire pour enlever les matières solides fines restantes de l'eau de lavage. Un filtre à sable enlèvera les plus grosses particules et un filtre membrane enlèvera les plus petites particules. La microfiltration doit survenir avant la désinfection, autrement les matières solides et la matière organique interféreront avec le système de désinfection.

La désinfection sera réalisée avec un système aux UV conçu pour inactiver les bactéries, les protozoaires et les virus, suivi par une chloration servant de désinfectant résiduel afin que l'eau demeure potable. Une pompe doseuse ajoutera le chlore à l'eau.

En raison de la complexité du système de traitement, l'installation emploiera un employé à temps partiel pour superviser l'exploitation du système de traitement.

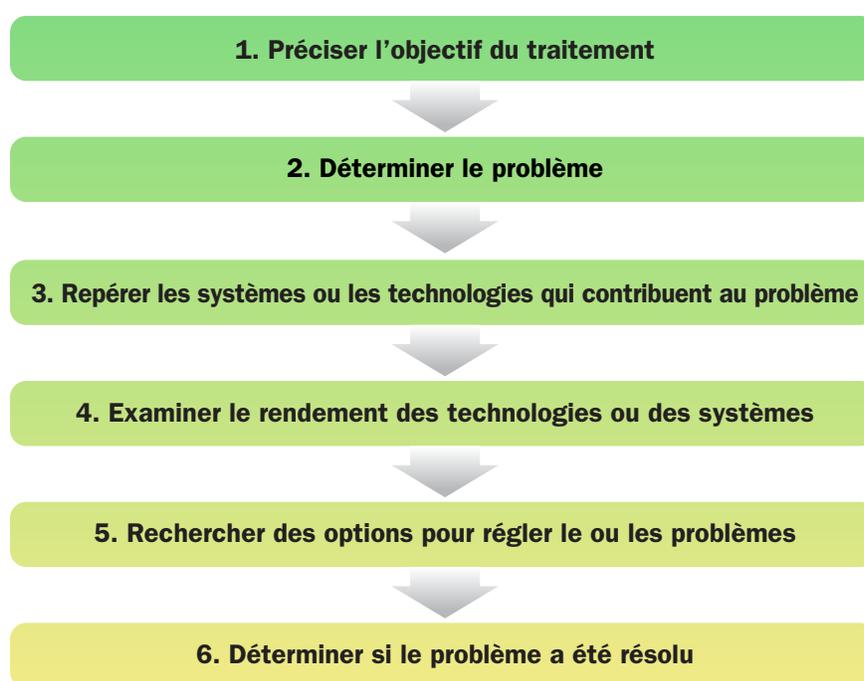
# 11. Optimisation

## 11.1 Introduction

Les technologies exigent certains ajustements après leur installation afin de s'assurer qu'ils fonctionnent au maximum de leur efficacité. Optimisez séparément chaque technologie en commençant par la première étape du traitement et en progressant une étape à la fois (p. ex., de l'enlèvement des débris à l'extraction des éléments nutritifs). Une fois que chaque élément du matériel a été optimisé, faites l'essai de tout le système afin de vous assurer que toutes les technologies fonctionnent efficacement ensemble.

## 11.2 Processus d'optimisation

Plusieurs étapes doivent être suivies lors de l'optimisation d'une technologie ou d'un système (figure 11.1).



**Figure 11.1.** Étapes d'optimisation.

### 1<sup>re</sup> étape : Préciser l'objectif du traitement

Déterminez le rendement souhaité pour chaque étape de traitement ou matériel. Il peut être général (p. ex., enlèvement des débris visibles) ou précis (p. ex., un enlèvement du TSS qui respecte le rendement souhaité).

### 2<sup>e</sup> étape : Déterminer le problème

Des problèmes peuvent devenir apparents lors de l'échantillonnage de la qualité de l'eau et de la surveillance de la consommation d'eau et d'électricité. Par exemple, il peut y avoir une consommation excessive d'eau, une demande élevée en électricité, une qualité de l'eau variable et la limite de rejet peut être dépassée.

**3<sup>e</sup> étape : Repérer les systèmes ou les technologies qui contribuent au problème**

Réalisez une révision structurée de tout le système, y compris la source d'eau, le matériel de lavage et le matériel de traitement de l'eau de lavage afin d'identifier les étapes de traitement qui contribuent au problème. Par exemple, lorsque le problème est l'enlèvement des matières solides, concentrez-vous sur les systèmes qui extraient les matières solides (p. ex., tamis hydraulique) et pas sur les systèmes qui ciblent d'autres paramètres (p. ex., lit bactérien). Si l'excès d'éléments nutritifs est le problème, optimisez d'abord le matériel d'enlèvement des matières solides puisque cela aura une incidence positive sur l'enlèvement des éléments nutritifs. Testez l'incidence de l'optimisation du matériel d'enlèvement des matières solides sur l'enlèvement des éléments nutritifs avant d'optimiser les systèmes d'enlèvement des éléments nutritifs.

**4<sup>e</sup> étape : Examiner le rendement des technologies ou des systèmes**

Déterminez l'efficacité du traitement en comparant la qualité de l'eau entrante et de l'eau sortante. Comparez l'efficacité du traitement avec le devis du fournisseur. Lorsque l'efficacité du traitement ne respecte pas le devis, évaluez les points suivants :

- La qualité de l'eau ou le débit entrant dans le système de traitement diffèrent-ils de ce qui est prévu dans le devis du matériel?
- Le matériel fonctionnait-il mieux peu après son installation et perd-il de son efficacité au fil du temps?
- La capacité de l'installation de lavage a-t-elle changée depuis l'installation du matériel (p. ex., ajout d'un produit ou modification de la charge, installation d'une chaîne de lavage supplémentaire)?
- Y a-t-il d'autres défaillances (p. ex., mauvais fonctionnement d'une pompe)?

**5<sup>e</sup> étape : Rechercher des options pour régler le ou les problèmes**

Il existe une progression dans les options pour régler un problème.

- Utilisez le personnel d'entretien de l'installation pour les interventions préventives et les réparations immédiates.
- Communiquez avec le fournisseur de technologie pour qu'il évalue son matériel et les réparations ou les modifications à apporter.
- Embauche un expert-conseil pour évaluer tout le système et présenter des recommandations.

**6<sup>e</sup> étape : Déterminer si le problème a été résolu**

Après avoir apporté des modifications au système, laissez-le fonctionner durant quelques jours. Évaluez à nouveau le rendement des technologies ou des systèmes (4<sup>e</sup> étape) afin de déterminer si le problème a été résolu. Si cela n'est pas le cas, répétez les étapes 3 à 5 jusqu'à ce que le résultat soit satisfaisant.

**11.3 Étude de cas n° 1****Objectif**

S'assurer que le système d'enlèvement des matières solides fonctionne efficacement.

**Problème**

Le flux de déchets solides n'était pas suffisamment concentré.

**Technologie évaluée**

Filtre à tambour

**Examen et enquête**

Un filtre à tambour installé dans une installation de lavage de légumes racines traitait l'eau de lavage comme prévu. Cependant, après l'installation, l'orifice de sortie du plateau de déchets contenait des quantités excessives d'eau.



**Figure 11.2. Quantité de matières solides dans les déchets pour différentes durées de cycle de pulvérisation (de gauche à droite) soit 25 secondes, 20 secondes, 15 secondes, 10 secondes et 5 secondes.**

Cela exigeait une optimisation pour accroître la concentration des matières solides dans le flux de déchets afin de diminuer le volume produit et ainsi d'en faciliter la gestion. Le filtre à tambour est automatisé afin que le cycle de rotation et de pulvérisation se déroule selon un horaire précis. L'objectif du processus d'optimisation consiste à trouver la durée de pulvérisation qui produit le flux de déchets le plus concentré.

**Tableau 11-1. Résultats de l'optimisation d'un filtre à tambour**

Durée de pulvérisation (secondes)	Cycle de pulvérisation total (secondes)	Déchets produits par pulvérisation (L)	Déchets produits (L/minute)	Épaisseur des matières solides (cm)
25	150	9,5	3,8	2,3
20	140	7,6	3,2	2,4
15	120	5,7	2,8	2,6
10	45	3,8	5,0	2,5
5	23	0,9	2,5	2,6

Selon les résultats de l'optimisation (tableau 11-1), les cycles de pulvérisation d'une durée de 5 et de 15 secondes présentaient les quantités de matières solides les plus élevées dans le flux de déchets. Le cycle de pulvérisation d'une durée de 5 secondes présentait les déchets sortants les plus bas (L/minute) avec la concentration de matières solides la plus élevée.

### Évaluation de la réussite

Avant d'optimiser la durée du cycle de pulvérisation, le filtre à tambour enlevait 46 % du total des solides en suspension. Après l'optimisation, en utilisant un cycle de pulvérisation d'une durée de 5 secondes, le filtre à tambour enlevait 71 % du TSS. L'efficacité de l'enlèvement des matières solides du filtre à tambour a été augmentée grâce à l'optimisation de la durée du cycle de pulvérisation.

## 11.4 Étude de cas n° 2

### Objectif

S'assurer que le système de traitement de l'eau de lavage fonctionne efficacement.

### Problème

La concentration d'oxygène dissous (OD) au point de rejet est trop faible.

### Technologie évaluée

Unités d'aération par le fond dans la troisième cellule d'un bassin de décantation à 3 cellules.

### Examen et enquête

Un système de traitement à 3 cellules est installé dans une installation de lavage de légumes racines. Le principal objectif des deux premières cellules consiste à enlever les solides en suspension par décantation. L'eau claire à la surface entre alors dans la troisième cellule. La troisième cellule offrait une période supplémentaire pour l'enlèvement des éléments nutritifs biologiques, mais n'incluait pas un système d'aération. L'eau sortant de la troisième cellule ne respectait pas la cible réglementaire pour l'oxygène dissous. Afin d'augmenter la concentration d'oxygène dissous, trois aérateurs par le fond ont été installés dans la troisième cellule lors de la 6<sup>e</sup> journée d'échantillonnage (figure 11.3). Les aérateurs pompent l'air dans le fond du bassin (cellule). L'air est ensuite rejeté par les diffuseurs et l'oxygène se dissout dans l'eau lorsque l'air remonte (figure 11.4).



**Figure 11.3.** Diffuseur d'aération par le fond.



**Figure 11.4.** Bulles d'air s'élevant à la surface de la cellule.

L'OD (figure 11.5) et le total des solides en suspension (TSS) (figure 11.6) ont été contrôlés avant et après l'installation de l'aération par le fond. Des échantillons ont été prélevés alors que l'eau entraît et sortait de la troisième cellule.

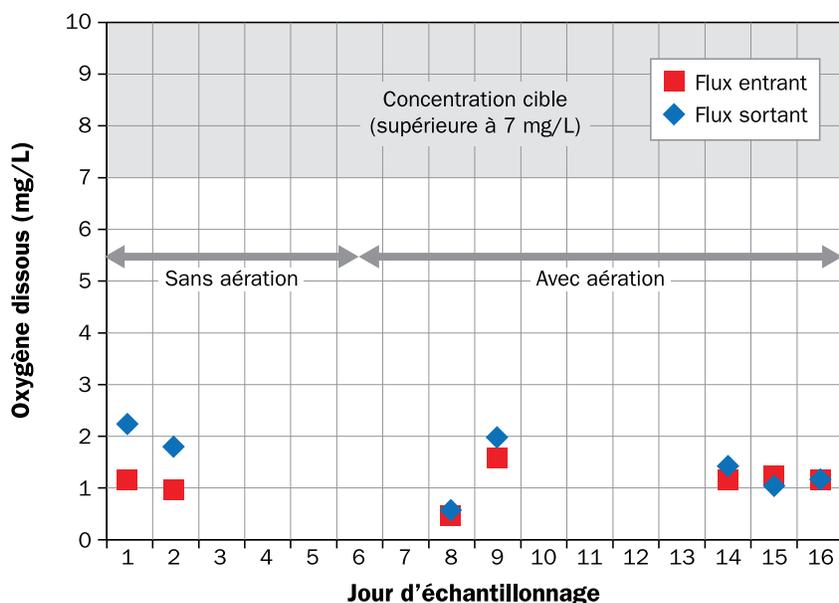


Figure 11.5. Concentration d'oxygène dissous dans un bassin de décantation avec et sans aération.

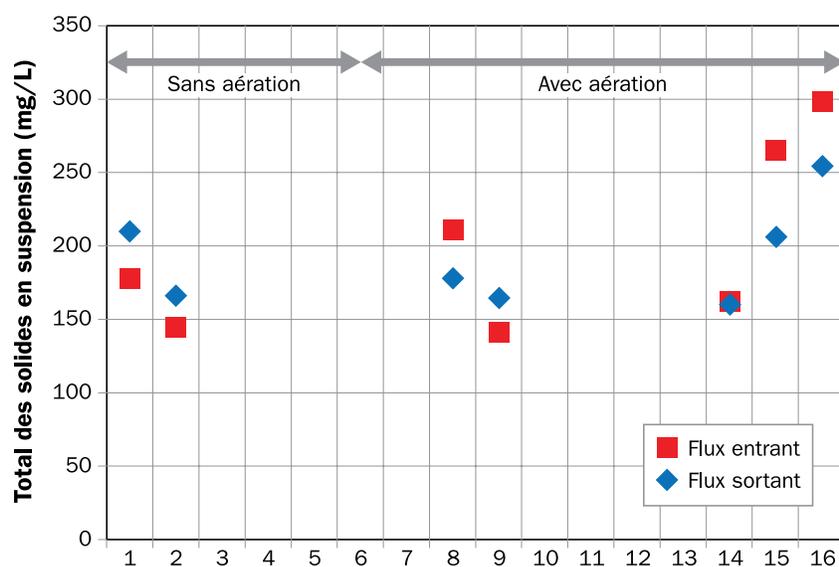


Figure 11.6. TSS dans un bassin de décantation avec et sans aération.

Dans ce cas, les aérateurs par le fond n'ont pas haussé efficacement l'OD dans l'eau sortant de la troisième cellule. Le TSS est resté élevé puisque les bulles à la surface créées par l'aérateur interrompaient le processus de décantation en gardant les particules en suspension.

### Évaluation de la réussite

Selon la faible concentration d'OD sortant du troisième bassin, le nombre et la capacité des aérateurs installés n'étaient pas suffisants pour la dimension des trois cellules. De plus, les deux premières cellules n'enlevaient pas adéquatement les matières solides avant que l'eau entre dans la troisième cellule. Il est recommandé d'optimiser l'étape d'enlèvement des matières solides (p. ex., cellules 1 et 2) avant d'aborder la concentration d'OD sortant de la troisième cellule. Lorsque le système d'enlèvement des matières solides fonctionne efficacement, évaluez à nouveau l'utilisation des aérateurs.



## 12. Après l'installation

### 12.1 Exploitation et entretien d'un système de traitement de l'eau de lavage

Après l'installation d'un système de traitement de l'eau de lavage, examinez les pratiques optimales pour l'exploitation et l'entretien du système.

#### *Équipe d'exploitation du système de traitement de l'eau*

Identifiez le personnel de l'installation qui sera responsable de l'exploitation et de l'entretien du système de traitement de l'eau de lavage. Assurez-vous qu'il y a plus d'un exploitant totalement formé sur tous les aspects du système afin de garantir un bon fonctionnement lorsqu'une personne est absente.

Assurez-vous que le personnel de l'installation est correctement formé pour exploiter chaque équipement et a accès à tous les manuels, listes de pièces de rechange et coordonnées du service. Une formation générale d'exploitant pour le traitement de l'eau peut représenter un atout.

Les exploitants du système doivent comprendre comment une modification à l'installation de lavage (p. ex., volume et qualité) a une incidence sur le système de traitement de l'eau de lavage. Si une pièce du matériel de traitement ne fonctionne pas comme prévu, cela peut être causé par un changement dans le processus de lavage plutôt que par un problème avec le système de traitement de l'eau de lavage. La compréhension du processus de lavage et du système de traitement de l'eau de lavage aidera à trouver une solution.

#### *Réserve de pièces de rechange et d'outils*

Conservez une réserve de pièces de rechange recommandées par le fournisseur de matériel. Certains outils spécialisés peuvent être nécessaires pour effectuer l'entretien et des réparations.

#### *Calendrier d'entretien préventif*

Effectuez l'entretien recommandé tel que prévu dans le manuel d'exploitation et d'entretien du système (chapitre 9) ou dans le manuel du matériel fourni par le fabricant.

#### *Soutien local spécialisé*

Créez un groupe d'entrepreneurs locaux (p. ex., électriciens, plombiers) qui peuvent se familiariser avec le système et offrir un soutien spécialisé lorsque surviennent des problèmes qui dépassent la capacité des exploitants du traitement de l'eau de lavage de l'installation.

#### *Surveillance, analyses et alarmes du système*

Installez du matériel de surveillance et effectuez les prélèvements requis pour confirmer que le système de traitement de l'eau de lavage fonctionne efficacement. Documentez et conservez tous les résultats d'analyses dans un format permettant d'évaluer facilement le rendement du matériel. Essayez les alarmes régulièrement afin de vous assurer qu'elles fonctionnent correctement.

#### *Plans d'urgence*

Des pannes mineures du matériel de traitement de l'eau de lavage peuvent entraîner des interruptions du processus de lavage. Des pannes majeures peuvent interrompre complètement le lavage. Dans de tels cas, déployez les plans d'urgence pour permettre au lavage de reprendre rapidement. Assurez-vous qu'un ou plusieurs plans d'urgence sont en place avant d'exploiter le système. Le transport hors site ou l'entreposage temporaire de l'eau de lavage sont des possibilités pouvant être mises en place en attendant que le matériel soit réparé. Ces plans sont une exigence des demandes d'AE.

Les déversements peuvent avoir des répercussions sur la salubrité des aliments et l'environnement. Élaborez un plan d'urgence pour aborder la manière de gérer un déversement, documentez l'événement lorsqu'il survient ainsi que la méthode utilisée pour le régler. Un déversement doit être signalé au Centre d'intervention en cas de déversement du ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique au 1 800 268-6060.

## 12.2 Tenue de dossiers

Les dossiers sont conservés afin de respecter les exigences réglementaires et faire le suivi des activités au jour le jour.

### *Dossiers de formation*

Conservez des dossiers pour la formation interne et externe. Des dossiers peuvent être nécessaires pour satisfaire aux exigences de salubrité des aliments, à la responsabilité civile et aux règlements en matière d'assurance et d'environnement.

### *Résultats de la qualité de l'eau*

Conservez les résultats de la qualité de l'eau (p. ex., rapports de laboratoire) dans des dossiers, peu importe qu'ils répondent à des objectifs d'exploitation ou réglementaires, notamment :

- confirmer l'efficacité ou l'optimisation du matériel;
- respecter la conformité en matière de salubrité des aliments;
- respecter la conformité environnementale.

### *Exploitation et entretien*

Utilisez un registre ou un calendrier pour documenter le travail d'entretien, les réparations, les ajustements au matériel et la fréquence des processus opérationnels. Voici quelques exemples :

- enlèvement des matières solides accumulées;
- remplacement d'une membrane ou d'un filtre;
- consommation de produits chimiques (p. ex., quantité de coagulants utilisée sur une base quotidienne ou hebdomadaire);
- modifications au type et dosage de produits chimiques;
- fréquence du lavage à contre-courant;
- nettoyage et remplacement des ampoules UV;
- entretien prévu décrit dans le manuel d'exploitation et d'entretien;
- type, coût et fréquence des réparations;
- autres éléments particuliers au système de traitement de l'eau de lavage.

## 12.3 Évaluation du rendement du système

Évaluez le rendement du système grâce aux résultats d'analyse de la qualité de l'eau, aux dossiers d'exploitation et d'entretien, au temps d'indisponibilité du matériel et à des inspections visuelles. Lorsque le système ne traite pas l'eau selon les objectifs exigés pour la qualité de l'eau, identifiez si cela est relié à la conception du système ou à son exploitation et à son entretien. Si la fréquence des réparations est supérieure à ce qui était prévu, augmentez la fréquence de l'entretien régulier ou modifiez le matériel ou le système. Enquêtez pour découvrir la raison pour laquelle le système ne fonctionne pas adéquatement (c.-à-d. lorsqu'un filtre doit être lavé à contre-courant plus souvent que prévu, le système peut avoir besoin de filtres supplémentaires).

Évaluez le rendement du système sur une base régulière (p. ex., annuellement). L'évaluation du processus de traitement peut permettre de découvrir des occasions d'accroître l'efficacité ou de réduire les intrants. Des examens réguliers et documentés créent des données historiques utiles pour prendre des décisions éclairées concernant des modifications au système, des mises à niveau et des ajouts potentiels.

# Annexe A

## BON DE COMMANDE

N° de bon de commande	Date d'émission du bon de commande

ACHETEUR
Nom
Nom de l'entreprise
Adresse
Téléphone
Courriel

VENDEUR
Nom
Nom de l'entreprise
Adresse
Téléphone
Courriel

Article	No de pièce	Description	Qté	Prix à l'unité	Montant
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
				Total Net	

Remarques	
Ce bon de commande renvoie aux documents connexes suivants :	
1. Devis de matériel (inscrire le numéro et la date du document).	
2. Proposition du vendeur (inscrire le numéro et la date du document).	
3. Modalités et conditions standard des acheteurs	
Modalités de paiement :	Selon les modalités et conditions standard des acheteurs
Expédié par :	

Signature :	
Date :	

## Annexe B

### Accusé de réception du bon de commande

---

Date :

Nom de l'acheteur :

Adresse de l'acheteur :

Madame,

Monsieur,

La présente vise à confirmer que nous accusons réception de votre bon de commande no \_\_\_\_\_ pour l'achat de \_\_\_\_\_. Nous reconnaissons que les exigences fonctionnelles et les modalités et conditions fournies par l'acheteur s'appliquent à la présente commande.

Recevez mes plus sincères salutations,

Nom du vendeur

Entreprise du vendeur

Adresse du vendeur



