

Projet pilote sur la valorisation de l'eau provenant des précipitations dans la filière des productions horticoles

Projet N° PDS203002

Rapport final

Carl Boivin, Jérémie Vallée, Caroline Côté et Mylène Généreux (IRDA)

Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA)

Mars 2025

Table des matières

1	Contexte dans lequel le projet a été réalisé	6
1.1	Objectifs.....	7
1.2	Équipe de projet	8
1.3	Durée du projet	8
1.4	Point de contact pour information.....	8
2	Déroulement du projet.....	9
2.1	Faits saillants.....	9
2.2	Réalisations.....	10
2.2.1	Description des sites	10
	➤ Lavage de légumes (site PFM)	10
	➤ Toilettes bâtiment qui héberge les ouvriers (site FOP-1)	12
	➤ Irrigation framboisiers en pots (site FOP-2).....	14
	➤ Traitements phytosanitaires.....	15
	➤ Irrigation générale (site FJPP)	17
	➤ Récapitulatif des sites	18
2.2.2	Décrire la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau selon les modes de captage, de transport et de stockage de l'eau	19
	➤ Physico-chimique.....	19
	➤ Microbiologique.....	19
	➤ Température de l'eau	20
	➤ Dispositif temporaire pour la récupération de l'eau de pluie (analyses 2021)	21
2.2.3	Évaluer des procédés de traitement de l'eau en fonction de sa qualité et des usages ciblés	22
2.2.4	Déterminer les coûts pour l'adoption de la pratique et son efficacité, selon les usages et les structures en présence	22
2.2.5	Identifier et détailler les risques financiers, agronomiques et environnementaux consécutifs à l'adoption de ces pratiques pour chacun des usages à l'étude	23
2.2.6	Quantifier l'impact de cette pratique sur la diminution du risque de déficit hydrique pour les entreprises participantes et à l'échelle de l'île d'Orléans.....	24
2.3	Activités de diffusion	25
3	Atteintes des objectifs	26
3.1	Planter des structures de captage, de transport, de stockage et de traitements des eaux de pluie qui sont adaptées à quatre usages agricoles (lavage de légumes, toilettes bâtiments, traitements phytosanitaires et irrigation).....	26
3.2	Décrire la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau selon les modes de captage, de transport et de stockage de l'eau	27
3.2.1	Physico-chimique	27
3.2.2	Microbiologique	30
3.2.3	Température de l'eau et de l'air dans les réservoirs.....	32
3.3	Évaluer des procédés de traitement de l'eau en fonction de sa qualité et des usages ciblés	33
3.4	Déterminer les coûts pour l'adoption de la pratique et son efficacité, selon les usages et les structures en présence	34
3.5	Identifier et détailler les risques financiers, agronomiques et environnementaux consécutifs à l'adoption de cette pratique pour chacun des usages à l'étude.....	35

3.6	Quantifier l'impact de cette pratique sur la diminution du risque de déficit hydrique pour les entreprises participantes et à l'échelle de l'île d'Orléans.....	36
3.7	Proposer un cadre d'utilisation	37
4	Retombées pour le secteur	38
5	Suivi des indicateurs de résultats	39
6	Suite ou suivi à donner s'il y a lieu.....	40
7	Conclusion	41
8	Références	42
9	Sources d'informations complémentaires	42
10	Annexe	43
10.1	Guide technique du détournateur.....	43
10.1.1	Principe général de fonctionnement	43
10.1.2	Liste du matériel pour la construction	45
	➤ Matériel :	45
	➤ Outils :.....	45
10.1.3	Étapes de construction et assemblage	46
10.2	Analyse économique	54

Liste des figures

Figure 1. Schéma du site PFM – Lavage de légumes	10
Figure 2. Environnement immédiat du bâtiment utilisé à des fins de captage, site PFM.....	11
Figure 3. Schéma du site FOP-1 – Toilettes bâtiment ouvriers.	12
Figure 4. Environnement immédiat des bâtiments utilisés à des fins de captage, site FOP-1.....	13
Figure 5. Schéma su site FDB – Traitements phytosanitaires.....	15
Figure 6. Environnement immédiat du bâtiment utilisé à des fins de captage, site FDB.....	16
Figure 7. Installation de la toile Aquamat en bordure de l'étang d'irrigation au site FJPP.....	17
Figure 8. Dispositif d'échantillonnage utilisé en 2021 pour l'eau de rinçage.....	21
Figure 9. Distribution des échantillons selon le contenu en <i>E. coli</i> (N=68).	30
Figure 10. Vue du détournateur	43
Figure 11. Vue du détournateur en mode remplissage.....	44
Figure 12. Vue du détournateur plein (mode remplissage bassin de stockage)	44
Figure 13. Vue en éclaté de l'assemblage de la partie de dérivation et niveau mécanique du détournateur.	46
Figure 14. Préparation du couvercle.	46
Figure 15. Préparations de l'adaptateur pour puits de garage.	47
Figure 16. Préparation du couvercle pour garantir une bonne étanchéité.	47
Figure 17. Installation de l'adaptateur pour puits de garage.	48
Figure 18. Montage du réduit.....	48
Figure 19. Assemblage du tuyau de drainage.	49
Figure 20. Montage du cône.....	49
Figure 21. Montage de la grille.....	50
Figure 22. Assemblage des différentes parties.	50
Figure 23. Montage final et installation du détournateur.....	51
Figure 24. Emplacement du trou de drainage.....	52
Figure 25. Vue du détournateur.	53

Liste des tableaux

Tableau 1. Prototypes de gouttières au site FOP-2.....	14
Tableau 2. Tableau récapitulatif des caractéristiques techniques du captage, du transport, du stockage et du traitement selon les sites.....	18
Tableau 3. Contenu en <i>E. coli</i> maximum toléré selon l'usage de l'eau.....	20
Tableau 4. Proportion du besoin en eau (%) pour le lavage de légumes (220 m ³) qui est comblé avec le volume de précipitations valorisable selon la surface de captage.....	26
Tableau 5. Proportion du besoin en eau (%) pour les blocs sanitaires (504 m ³) qui est comblé avec le volume de précipitations valorisable selon la surface de captage.....	26
Tableau 6. Proportion du besoin en eau (%) pour les traitements phytosanitaires (455 m ³) qui est comblé avec le volume de précipitations valorisable selon la surface de captage.....	26
Tableau 7. Résultats des analyses de l'eau de rinçage (pH, MES et éléments).....	27
Tableau 8. Résultats des analyses de l'eau échantillonnée dans les réservoirs (pH, MES et éléments).....	27
Tableau 9. Résultats des analyses de l'eau en post-traitements (filtre+UV) (pH, MES et éléments).	27
Tableau 10. La concentration en MES mesurée dans l'eau aux temps 1 et 2 selon le site, le nombre de jours depuis le dernier épisode de pluie et le site.	28
Tableau 11. Pesticides détectés dans les échantillons d'eau prélevés dans le détournateur et le réservoir selon le site.	29
Tableau 12. Description des échantillons présentant un contenu en <i>E. coli</i> supérieur à 100 UFC/100 ml.	30
Tableau 13. Populations d' <i>E. coli</i> mesurées selon le site de prélèvement au site FDB pour l'ensemble du projet.....	31
Tableau 14. Populations d' <i>E. coli</i> mesurées selon le site de prélèvement au site PFM pour l'ensemble du projet.....	31
Tableau 15. Populations d' <i>E. coli</i> mesurées selon le site de prélèvement aux sites FOP pour l'ensemble du projet.	31
Tableau 16. Température de l'eau et de l'air dans le réservoir au site FOP-1.	32
Tableau 17. Température de l'eau et de l'air dans le réservoir au site PFM.	32
Tableau 18. Température de l'eau et de l'air dans le réservoir au site FDB.	32
Tableau 19. Analyse de type « SWOT » ou Forces, Faiblesses, Opportunités et Menaces.	35
Tableau 20. Estimation du potentiel de captage de 22 entreprises agricoles, situées dans différentes localités, selon la surface de captage des deux plus gros bâtiments en présence et les précipitations historiques pour une saison dite « normale » (1998-2022).....	36

1 Contexte dans lequel le projet a été réalisé

Au Québec, plusieurs régions font face à des défis liés à l’approvisionnement en eau, tant sur le plan de la qualité que de la quantité. Ces enjeux touchent l’ensemble des secteurs, qu’ils soient résidentiel, industriel, commercial ou agricole. L’expansion des superficies irriguées et les exigences croissantes des programmes de salubrité à la ferme, qui imposent des normes strictes en matière de qualité de l’eau, accentuent la pression sur la ressource et exacerbent les conflits d’usage. Par ailleurs, les « coups d’eau » résultant d’épisodes de pluies intenses perturbent les activités agricoles et peuvent endommager les infrastructures municipales.

Face à ces défis, l’adoption de pratiques favorisant l’efficacité des entreprises et leur résilience aux risques climatiques constitue une priorité pour plusieurs acteurs de la filière horticole. Parmi eux, l’Association des producteurs de fraises et framboises du Québec (APFFQ), l’Association des producteurs maraîchers du Québec (APMQ) et les Producteurs de légumes de transformation du Québec (PLTQ) soutiennent activement ces initiatives. L’approvisionnement en eau étant un enjeu central pour les entreprises agricoles, leur engagement envers ce projet s’inscrit dans une volonté commune d’assurer une gestion durable de la ressource.

La vulnérabilité au déficit hydrique (VADH) ne se limite pas à l’Île d’Orléans, mais elle y est documentée depuis plusieurs années. En 2019, un groupe de travail s’est mobilisé pour évaluer des solutions visant à réduire ce déficit ainsi que les impacts des coups d’eau sur le territoire (Boivin et coll., 2020). De plus, le Plan de développement de la zone agricole (PDZA) de la MRC de l’Île d’Orléans identifie l’accès et la disponibilité d’une eau de qualité comme des priorités essentielles pour la pérennité des exploitations agricoles et la protection de l’environnement.

Dans ce contexte, l’Île d’Orléans s’est révélée un lieu idéal pour la mise en place de ce projet pilote, dont l’objectif principal était de recueillir des données afin d’encadrer le captage des eaux pluviales en vue d’une utilisation agricole.

Le financement principal de ce projet a été assuré par l’entremise du Programme de développement sectoriel, en vertu du Partenariat canadien pour l’agriculture, entente conclue entre les gouvernements du Canada et du Québec. La MRC de l’Île d’Orléans a été une partie prenante du projet et ce dernier a aussi bénéficié d’une aide financière du Fonds de la région de la Capitale-Nationale-Île d’Orléans (FRCN-IO). Ce projet a profité de la collaboration entre l’équipe de Régie de l’eau et de l’Hygiène de l’environnement agricole de l’IRDA, de quatre entreprises agricoles (Ferme Onésime Pouliot, Ferme Daniel Blais, Potager France Marcoux et Ferme Jean-Pierre Plante) et d’intervenants du MAPAQ, de Dubois Agrinovation et de Soleno.

L’implantation des structures de captage, de transport, de stockage et de traitements des eaux de pluie s’est appuyée en partie sur la participation d’entrepreneurs et de fournisseurs spécialisés. Toutefois, le contexte pandémique a complexifié la mise en œuvre du projet. La saison 2021 a permis de planifier, de réaliser certains essais et de débiter les analyses de la qualité de l’eau. L’installation et la mise en service des structures de captage, de transport et de stockage ont eu lieu en 2022. Cependant, l’étape du traitement n’était pas encore entièrement opérationnelle. Les systèmes ont été pleinement opérationnels en 2023.

1.1 Objectifs

Ce projet pilote visait à recueillir des données pour encadrer le captage de l'eau de pluie, jusqu'à sa valorisation pour divers usages en milieux agricoles. Plus spécifiquement, il visait à :

1. Implanter des structures de captage, de transport, de stockage et de traitements des eaux de pluie qui sont adaptées à quatre usages agricoles (lavage de légumes, toilettes bâtiments, traitements phytosanitaires et irrigation).
2. Décrire la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau selon les modes de captage, de transport et de stockage de l'eau.
3. Évaluer des procédés de traitement de l'eau en fonction de sa qualité et des usages ciblés.
4. Déterminer les coûts pour l'adoption de la pratique et son efficacité, selon les usages et les structures en présence.
5. Identifier et détailler les risques financiers, agronomiques et environnementaux conséquents à l'adoption de cette pratique pour chacun des usages à l'étude. Déterminer les coûts pour l'adoption de la pratique et son efficacité, selon les usages et les structures en présence.
6. Quantifier l'impact de cette pratique sur la diminution du risque de déficit hydrique pour les entreprises participantes et à l'échelle de l'île d'Orléans.
7. Proposer un cadre d'utilisation.

1.2 Équipe de projet

IRDA

- Équipe – Gestion de l'eau en productions végétales
 - Carl Boivin, Jérémie Vallée, Lélia Anderson, Paul Deschênes, Antoine Lamontagne, Francis-Olivier Lortie, Félix Lavoie-Lochet et Megann Desrochers
- Équipe – Hygiène de l'environnement agricole
 - Caroline Côté et Mylène Généreux

Entreprises agricoles

- Ferme Onésime Pouliot
- Ferme Daniel Blais
- Potager France Marcoux
- Ferme Jean-Pierre Plante

MRC de l'Île d'Orléans

Soleno

Dubois Agrinovation

DRCN du MAPAQ

1.3 Durée du projet

15 février 2021 au 20 mars 2024

1.4 Point de contact pour information

Carl Boivin, agr., M. Sc., DESS

Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA)

2700, rue Einstein, Québec (Québec) G1P 3W8

418 643-2380, poste 430

carl.boivin@irda.qc.ca

LE RAPPORT PEUT ÊTRE CITÉ COMME SUIT :

Boivin, C., J. Vallée, C. Côté et M. Généreux. 2025. Projet pilote sur l'efficacité de méthodes de protection contre le gel des fruits dans le bleuets sauvage cultivé. 73 pages.

© Institut de recherche et de développement en agroenvironnement inc. (IRDA)

2 Déroulement du projet

2.1 Faits saillants

- Un projet pilote portant sur la valorisation de l'eau de pluie a été mené à l'Île d'Orléans de 2021 à 2023.
- Durant ces 3 années, il y est tombé en moyenne 640 mm de pluie du 1^{er} mai au 15 octobre.
- L'Île d'Orléans couvre une superficie de 288,5 km².
- Durant cette période, ces 288,5 km² ont, en moyenne, intercepté 171,8 millions de m³ d'eau pluviale annuellement.
- En 2023, 3 entreprises ont intégré la valorisation de l'eau pluviale pour un de ces usages :
 - L'alimentation des blocs sanitaires de bâtiments qui hébergent les ouvriers;
 - Le lavage de légumes;
 - Les traitements phytosanitaires.
- Combinée, l'eau pluviale valorisée par ces 3 sites a représenté 0,00034 % des 171,8 millions de m³ interceptés par l'Île d'Orléans.
- Un module qui permet d'évaluer le potentiel de captage de l'eau pluviale selon l'endroit et la saison (1998-2022) a été intégré à l'outil EstimEau (<https://estimeau.ca>)
- Individuellement, ces entreprises ont pu couvrir jusqu'à 70 % de leur besoin lié à l'usage ciblé avec l'eau captée.
- La qualité de l'eau a été influencée par l'environnement immédiat du site de captage.
- Le premier 0,5 mm d'eau qui est capté lors d'un épisode de précipitations est détourné afin de réduire le risque de contaminer le réservoir de stockage et pour diminuer la charge de traitement.
- Les traitements mis en place ont été efficaces pour obtenir une eau qui répond aux critères de qualité exigés par l'usage ciblé.
- Le coût annuel par m³ d'eau valorisable est le plus bas au site « lavage de légumes » avec 19 \$/m³, voire 14 \$/m³ si la surface utilisée pour le captage passait de 397 à 794 m². À titre comparatif, le coût pour le puits artésien est de 9 \$/m³ et celui pour le transport par camion-citerne de 36 \$/m³.
- Le volume du réservoir est le principal facteur qui explique le coût total.
- Capturer l'eau de 1 ha de framboisiers en pots sous tunnel-parapluie permettrait de réduire le volume d'un étang de 70 %* et par conséquent, de réaliser des économies d'environ 58 555 \$.
- Plus l'eau stockée dans le réservoir est utilisée fréquemment, plus le volume d'eau pluviale valorisable est grand, ce qui réduit le coût par m³.
- Augmenter la surface utilisée pour le captage, sans même intervenir dans la capacité de stockage, permet de diminuer le coût/m³.
- Cette pratique devrait d'abord intéresser les entreprises qui ont un degré de vulnérabilité au déficit hydrique (VADH) qui est élevé.

*La réduction est par rapport à un étang dont le volume doit répondre à 100 % du besoin en eau pour un cycle de production.

2.2 Réalisations

2.2.1 Description des sites

➤ Lavage de légumes (site PFM)

Le site qui a été retenu pour intégrer l'eau pluviale pour le lavage des légumes est le Potager France Marcoux qui est située à l'Île d'Orléans. Cette ferme est active dans la production maraîchère diversifiée. La période où l'eau est utilisée est circonscrite entre le 1^{er} juillet et le 13 septembre. Durant cette période, il y a 55 jours où il y a du lavage. Plusieurs types de légumes y sont lavés. Le besoin en eau quotidien conséquent à cette activité est évalué à 4 m³. Conséquemment, le besoin total est de 220 m³. Le réservoir installé sur ce site permet de stocker 20 m³. Ce volume permet une autonomie d'environ 5 jours de lavage. Le réservoir a été connecté au puits artésien afin d'assurer un volume d'eau minimal dans le réservoir. Les principales composantes de cette installation qui permet le captage, le transport, le stockage et le traitement de l'eau de pluie sont représentées au schéma de la Figure 1. La présence du roc a été un facteur qui a limité la profondeur d'excavation. Par conséquent, environ 25 % du réservoir est hors du sol. L'environnement immédiat de ce bâtiment est présenté à la Figure 2.

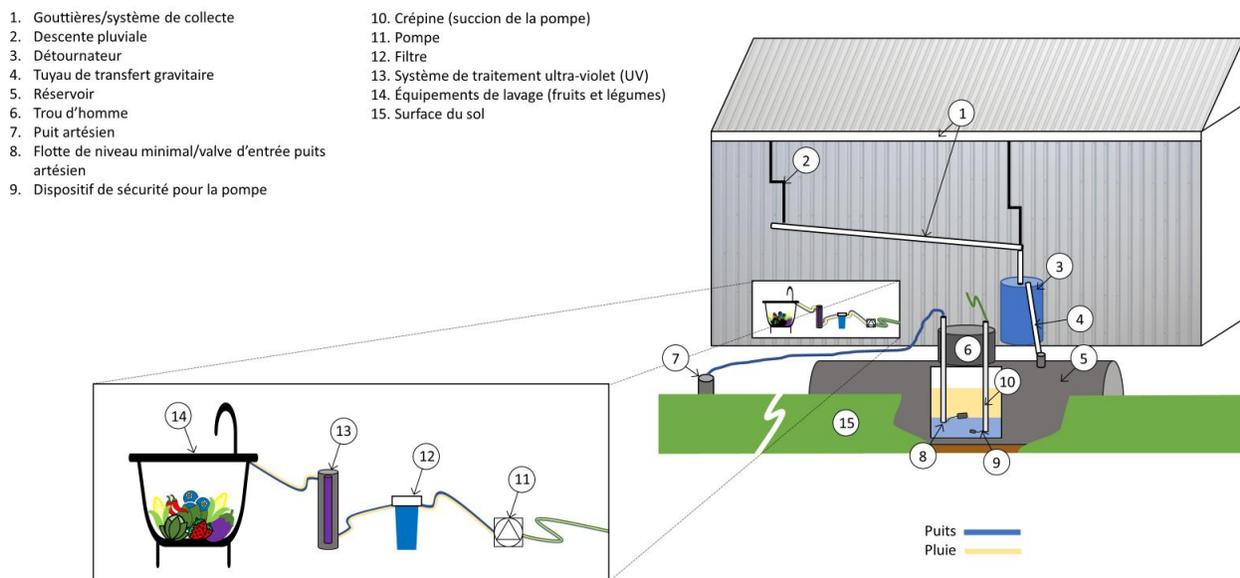


Figure 1. Schéma du site PFM – Lavage de légumes

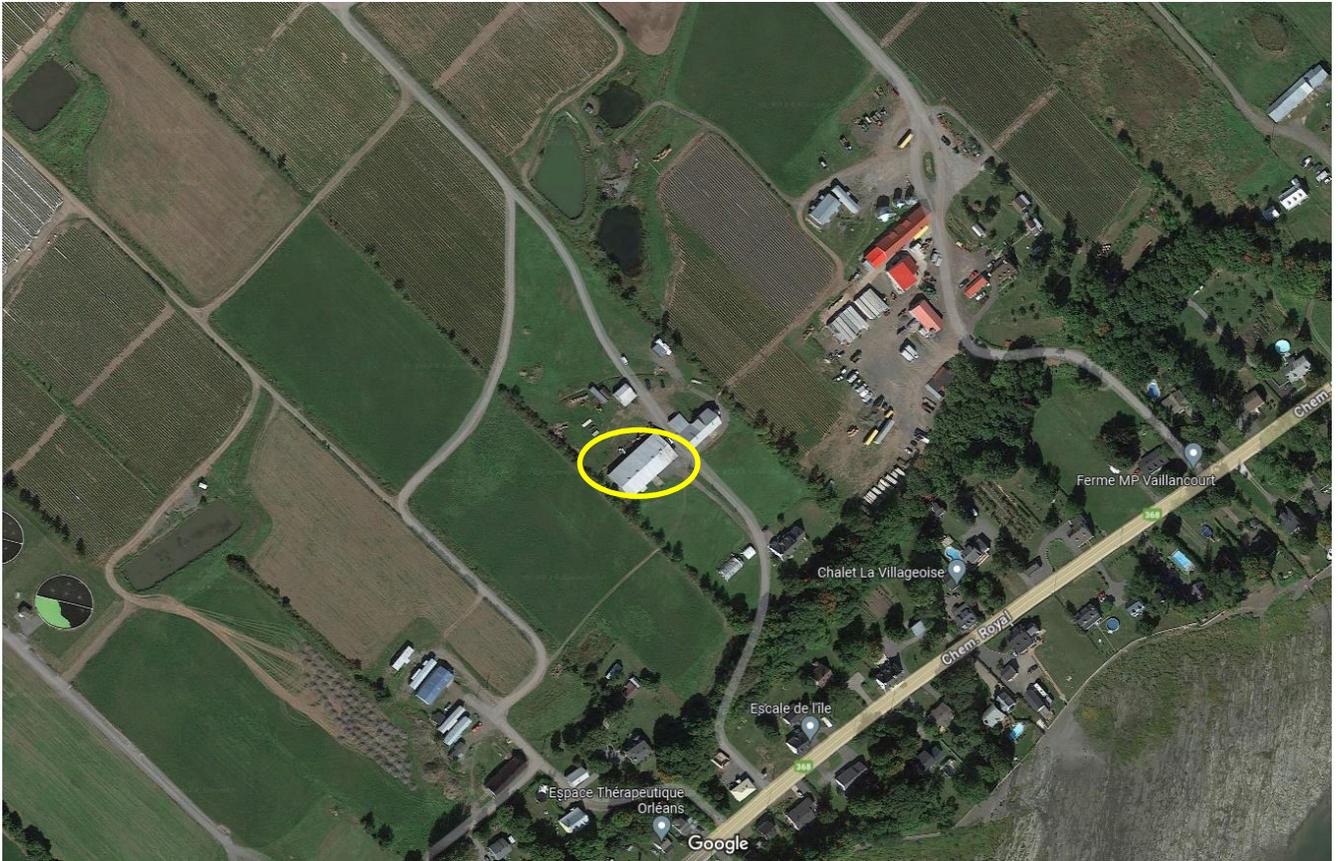


Figure 2. Environnement immédiat du bâtiment utilisé à des fins de captage, site PFM.

➤ Toilettes bâtiment qui héberge les ouvriers (site FOP-1)

Le site pour intégrer l'eau pluviale à des fins d'approvisionnement des blocs sanitaires de 2 bâtiments qui hébergent 40 ouvriers est la Ferme Onésime Pouliot, située à l'île d'Orléans. Cette ferme est entre autres spécialisée dans la production de fraises et de framboises. La période où l'eau est utilisée est circonscrite entre le 1^{er} mai et le 15 octobre, soit 167 jours. Le besoin en eau quotidien conséquent à cette activité est évalué à 3 m³. Conséquemment, le besoin total est de 504 m³. Le réservoir installé sur ce site permet de stocker 36 m³. Ce volume permet une autonomie d'environ 9 jours sans précipitation. Le réservoir a été connecté au puits artésien afin d'assurer un volume minimal d'eau dans le réservoir. Cette configuration permet aussi de « soulager » le puits aux périodes où l'utilisation est élevée, soit le matin et en fin de journée. Les principales composantes de cette installation qui permet le captage, le transport, le stockage et le traitement de l'eau de pluie sont représentées au schéma de la Figure 3. Le réservoir a été complètement enfoui dans le sol. L'environnement immédiat de ces deux bâtiments, encerclé en jaune à la Figure 4 est composé de champs en production et de chemins de ferme non pavés où la circulation de la machinerie peut être importante. Le site n'est pas particulièrement protégé du vent.

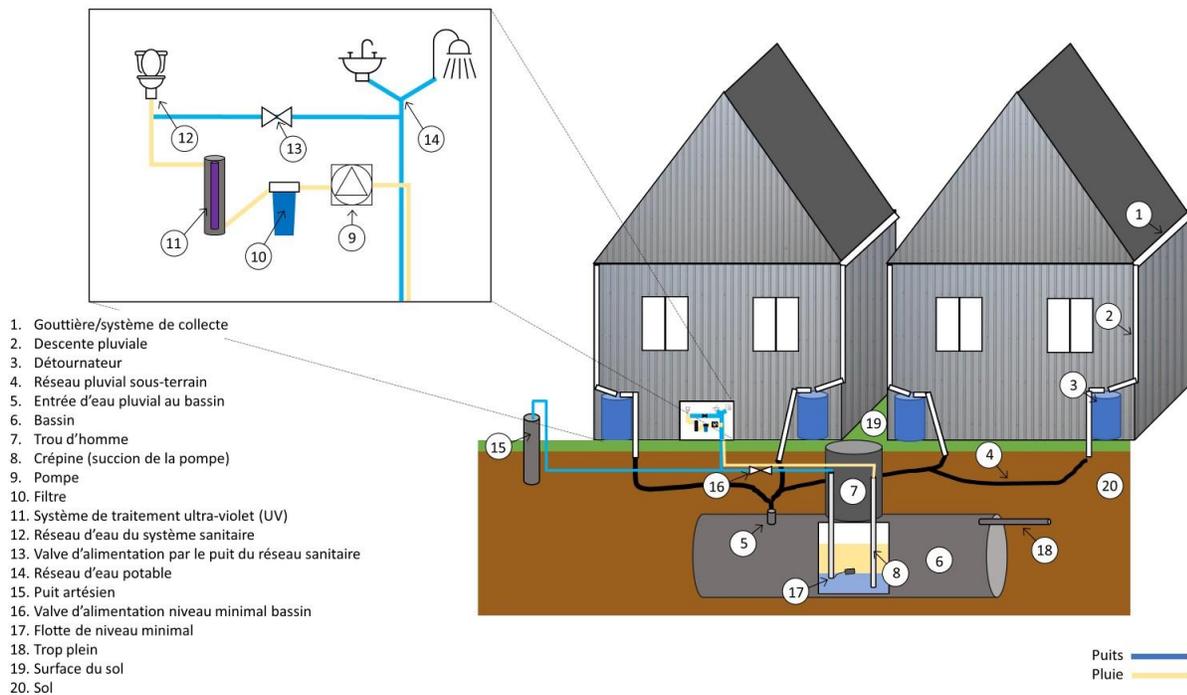


Figure 3. Schéma du site FOP-1 – Toilettes bâtiment ouvriers.

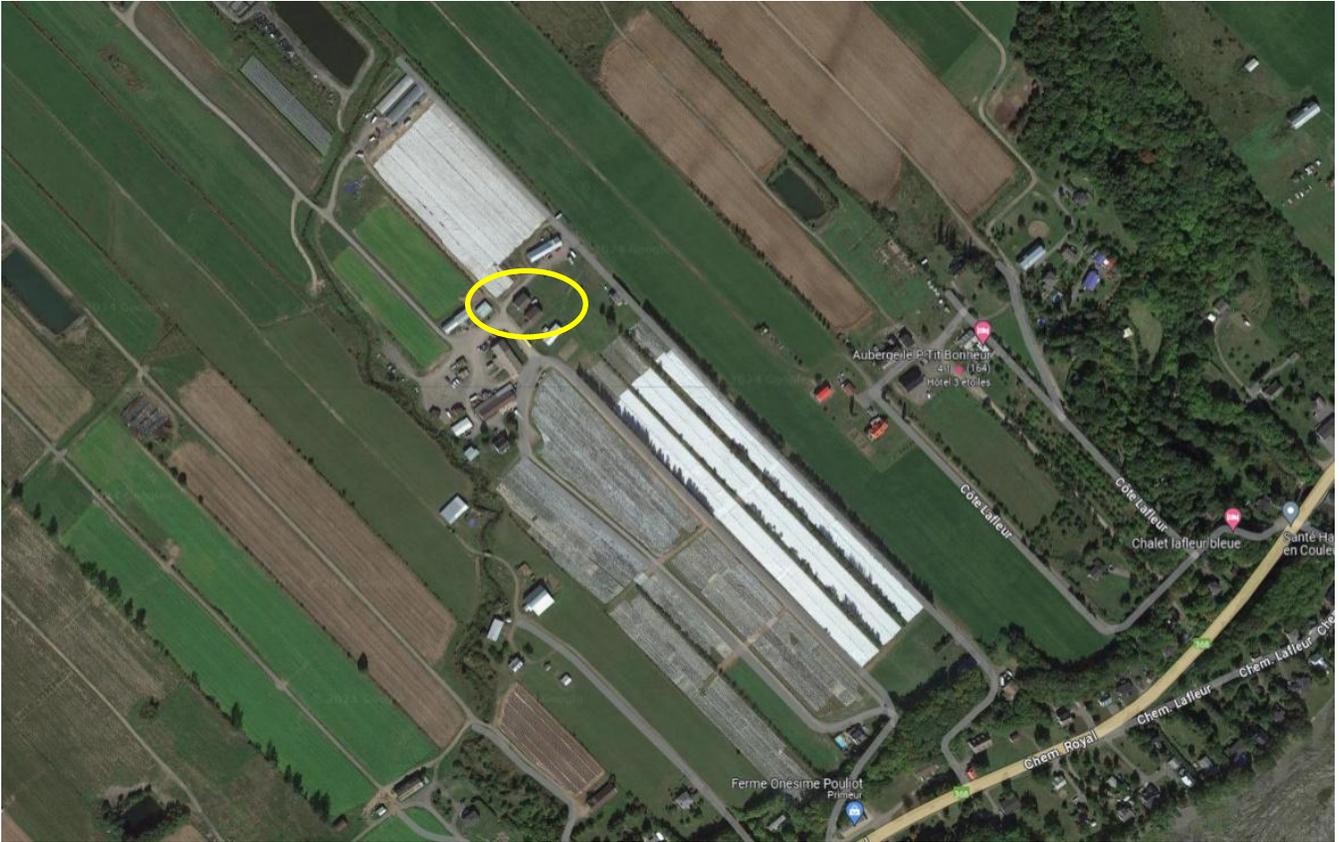


Figure 4. Environnement immédiat des bâtiments utilisés à des fins de captage, site FOP-1.

➤ *Irrigation framboisiers en pots (site FOP-2)*

Ce système cultural implique une structure de type « tunnel-parapluie » à la Ferme Onésime Pouliot. Un tunnel mesure 5,95 m de largeur sur 45 m de longueur, pour une surface de captage d'environ 268 m². Un total de 240 pots de framboisiers sont en production sous un tunnel. Ce système cultural a un besoin moyen quotidien estimé à 40 m³/ha d'eau ou 4320 m³ du 15 mai au 15 octobre. Un étang, alimenté seulement par la fonte de la neige, nécessite un volume de 5000 m³ pour répondre à ce besoin. Un élément du système de collecte devait être élaboré, soit une gouttière pour récupérer l'eau captée par le film de plastique du tunnel et qui converge entre deux chapelles (Tableau 1) La forme de « banane » de la gouttière devait être mise à profit pour faire converger l'eau récupérée par la gouttière au centre de la chapelle. Un système de drain installé sous le sol et perpendiculaire aux tunnels devait transporter l'eau captée vers l'étang. Ces essais n'ont pas été concluants. Un système de drains installés entre les chapelles au moment de la construction de ces dernières serait probablement plus indiqué.



Tableau 1. Prototypes de gouttières au site FOP-2.

➤ *Traitements phytosanitaires*

Le site retenu pour intégrer l'eau pluviale pour les traitements phytosanitaires a été la Ferme Daniel Blais, située à l'Île d'Orléans. Cette ferme est spécialisée dans la production de pommes de terre, de haricots et de grandes cultures. La période où l'eau est utilisée est concentrée entre le 15 mai et le 31 octobre. Le besoin en eau peut être exprimé en « tour d'application » où l'ensemble des superficies à traiter le sont en une journée. Quoique la fréquence de ces tours dépend de plusieurs facteurs agronomiques, elle a été évaluée à 13 tours par saison et répartie sur des semaines différentes. Conséquemment, le besoin total est de 455 m³. Le réservoir installé sur ce site permet de stocker 20 m³. À cette capacité de stockage s'ajoute celle du pulvérisateur, 3 m³. Ce volume ne permet pas de combler les besoins totaux d'un tour. C'est pourquoi le réservoir principal a été connecté à un puits artésien. La surface de captage facilement disponible et opérationnelle a été un facteur utilisé pour déterminer le volume du réservoir. Ce système permet de répondre au besoin tout en diminuant la pression sur le puits. En effet, le tour d'application étant concentré sur une journée, la demande est importante, sur une courte période. Les principales composantes de cette installation qui permet le captage, le transport, le stockage et le traitement de l'eau de pluie sont représentées au schéma de la Figure 5. La présence du roc a été un facteur qui a limité la profondeur d'excavation. Par conséquent, environ 10 % du réservoir est hors du sol. L'environnement immédiat de ces deux bâtiments, encerclé en jaune à la Figure 6 est composé de champs en production et de chemins de ferme non pavés où la circulation de la machinerie peut être importante. Le site n'est pas particulièrement protégé du vent.

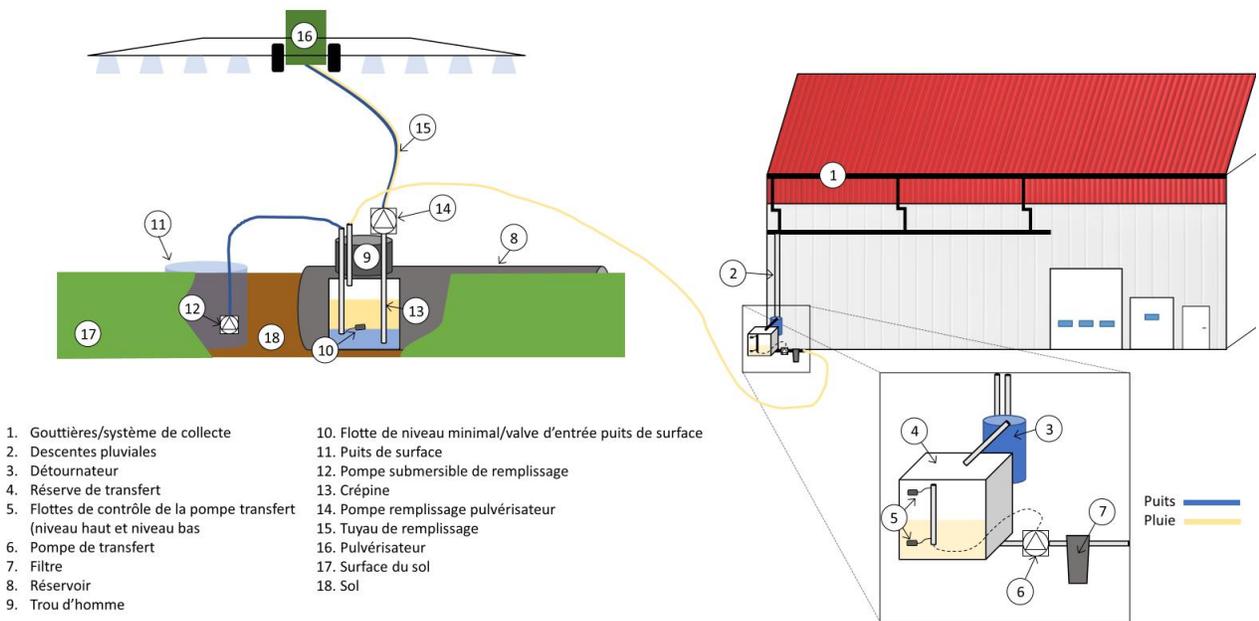


Figure 5. Schéma su site FDB – Traitements phytosanitaires.

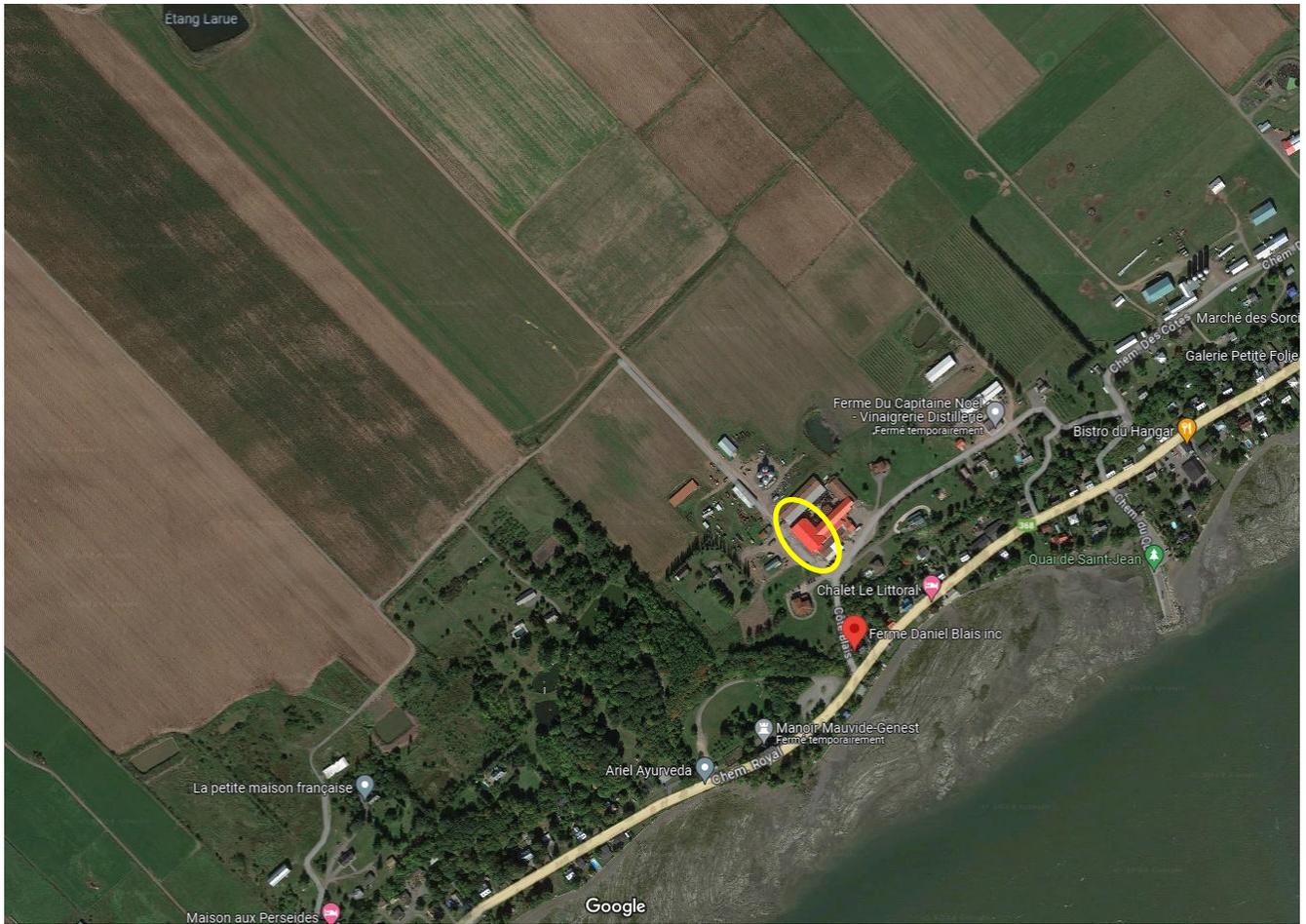


Figure 6. Environnement immédiat du bâtiment utilisé à des fins de captage, site FDB.

➤ *Irrigation générale (site FJPP)*

Ce site a été installé à la Ferme Jean-Pierre Plante, à l'île d'Orléans. Cette ferme est spécialisée dans la production de petits fruits, de légumes et de sirop d'érable. L'ensemble de la production agricole sur la ferme est sous régime biologique. L'usage de l'eau ciblée pour ce site est l'irrigation des cultures. L'eau d'irrigation est stockée dans des étangs d'irrigation. Pour combler les besoins en eau des cultures, la réserve en eau des étangs d'irrigation est tributaire de la fonte des neiges au printemps et du ruissellement de surface par la suite. Un système de captage composé d'une toile semi-perméable (Solen, Aquamat) a été installé en bordure d'un étang pour maximiser le remplissage de celui-ci. Le but du système de captage installé était d'utiliser des superficies qui ne sont pas en culture. Cette toile a été installée à la surface du sol avec une pente de 2 % vers l'étang. La superficie de la toile représente environ 133 m². Finalement, la toile a été remblayée avec une mince couche de sol uniforme pour pérenniser l'installation. La toile fait donc office de structure de captage et de transport, tandis que l'étang est utilisé pour le stockage (Figure 7).



Figure 7. Installation de la toile Aquamat en bordure de l'étang d'irrigation au site FJPP.

➤ *Récapitulatif des sites*

Le Tableau 2 présente une synthèse de l'ensemble des sites installés et des éléments qui y sont présents.

Tableau 2. Tableau récapitulatif des caractéristiques techniques du captage, du transport, du stockage et du traitement selon les sites.

Site	Usage	Captage		Transport			Stockage		Traitement		
		Type	m ²	Gouttière (m)	Tuyau (m)	Pompe	Type	m ³	Prétraitement (Détourneur)	Filtre	UV
FOP-1	Bloc sanitaire	Toitures maison	280	58	25	OUI	Réservoir plastique	36	OUI	OUI	OUI
FOP-2	Irrigation	Tunnels	s.o.	s.o.	s.o.	NON	Étang	5000	NON	NON	NON
FDB	Traitements phytosanitaires	Toiture entrepôt	425	38	50	OUI (2)	Réservoir plastique (2)	23 (20+3)	OUI	OUI	NON
PFM	Lavage de légumes	Toiture grange	397	37	25	OUI	Réservoir plastique	20	OUI	OUI	OUI
FJPP	Irrigation	Surface non cultivée	133	s.o.	s.o.	s.o.	Étang	> 10 000	NON	NON	NON

2.2.2 Décrire la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau selon les modes de captage, de transport et de stockage de l'eau

➤ Physico-chimique

La qualité physico-chimique de l'eau a fait l'objet d'un suivi et d'un échantillonnage. La qualité de l'eau a été analysée selon le pH, les matières en suspension (MES) et le contenu en éléments suivants : bore (B), cuivre (Cu), fer (Fe), zinc (Zn), manganèse (Mn), molybdène (Mo), cadmium (Cd), chrome (Cr), plomb (Pb), nickel (Ni), soufre (S), baryum (Ba) et strontium (Sr) au laboratoire d'analyses agroenvironnementales de l'IRDA.

Aussi, un autre échantillonnage a été réalisé pour mesurer les traces de pesticides captées, transportées ou stockées dans les différentes composantes des systèmes. Le glyphosate et ses produits de dégradation (AMPA), ainsi que les pesticides organophosphorés et autres groupes chimiques ont été analysés dans des échantillons d'eau. Ces analyses ont été confiées au Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements Climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP).

➤ Microbiologique

Le suivi des bactéries *E. coli* a été choisi afin de décrire la qualité microbiologique de l'eau puisqu'il s'agit d'un indicateur reconnu de contamination fécale récente. Certaines normes de qualité de l'eau, notamment l'eau potable et le lavage des légumes, règlementent les taux maximums en *E. coli*. Pour ce qui est des activités agricoles, le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) recommande un niveau maximal de bactéries *E. coli* de 100 UFC¹/100 ml d'eau pour l'irrigation des cultures. Certains programmes de salubrité à la ferme, le CanadaGAP entre autres, se basent d'ailleurs sur cette recommandation pour leur cahier de charges, tant pour l'eau d'irrigation que l'eau destinée aux traitements phytosanitaires. Le Tableau 3 présente les principales normes et/ou recommandations quant au contenu maximum toléré en *E. coli* selon l'usage de l'eau.

¹ UFC : Unité formatrice de colonie

Tableau 3. Contenu en *E. coli* maximum toléré selon l'usage de l'eau.

Usage de l'eau	Contenu maximum en <i>E. coli</i> toléré	Cadre légal	Source
Eau potable (ingestion et hygiène - lavabo de salle de bain)	0	Obligation	Règlement sur la qualité de l'eau potable et Code de construction du Québec
Eaux récréatives (baignade)	200	Recommandation	Programme Environnement-Plage (MELCCFP)
Eaux récréatives (activités nautiques sans contact direct)	1 000	Recommandation	Programme Environnement-Plage (MELCCFP)
Eau à usage agricole (irrigation cultures en champ et traitements phytosanitaires)	100	Recommandation/ cahier de charges	CCME et programme de salubrité à la ferme CanadaGAP
Lavage des fruits et légumes frais (rinçage final)	0	Obligation	Règlement sur les fruits et légumes frais (Canada)
Eaux sanitaires (toilettes seulement)	*	Obligation	Code de construction du Québec

* Note : Il n'y a pas d'obligation à ce que l'eau soit potable.

Dans ce projet, 68 échantillons d'eau d'un volume variant entre 500 et 1000 ml ont été prélevés de façon aseptique entre août 2021 et octobre 2023 sur la plupart des sites. Tous les échantillons ont été maintenus au frais jusqu'aux analyses effectuées dans un délai maximum de 48 h suivant l'échantillonnage. Les analyses ont été réalisées au Laboratoire d'Hygiène de l'Environnement Agricole (LHEA) de l'IRDA à St-Bruno-de-Montarville, ainsi que dans un laboratoire accrédité par le MELCCFP pour l'échantillonnage du 23 octobre 2023.

Les échantillons d'eau ont été traités selon la méthode MA. 700 – Ec.BCIG 1.0 du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ). En bref, la méthode consiste à filtrer, à travers une membrane de porosité de 0,45 µm, un volume déterminé de l'échantillon et d'incuber ensuite cette membrane sur une gélose mFC-BCIG pendant 24 h à 44,5 °C, au bain-marie. Dans ces conditions, *E. coli* forme des colonies variant de bleues à bleu-vert, alors que d'autres espèces bactériennes forment des colonies beiges.

➤ Température de l'eau

La température de l'eau à l'intérieur des réservoirs a été suivie au courant de la saison 2023. Pour ce faire des sondes de température (Onset, HOB0 MX2201) ont été installées sur une perche d'une longueur suffisante pour couvrir la hauteur totale du réservoir. Ce suivi permettait de mesurer la température de l'eau en fonction de la hauteur ainsi que la température de l'air à l'intérieur du bassin lorsque celui-ci n'était pas rempli à pleine capacité.

➤ *Dispositif temporaire pour la récupération de l'eau de pluie (analyses 2021)*

En 2021, avant même que les systèmes de captage, de transport et de stockage soient installés, un dispositif simple a été installé pour échantillonner l'eau (Figure 8). Avec ce dispositif, il était possible de conserver un faible volume correspondant au volume du premier rinçage de la toiture à la suite d'une précipitation. En 2022 et 2023, l'eau de « rinçage » a été échantillonnée dans les détournateurs.



Figure 8. Dispositif d'échantillonnage utilisé en 2021 pour l'eau de rinçage.

2.2.3 *Évaluer des procédés de traitement de l'eau en fonction de sa qualité et des usages ciblés*

Un système permet de réduire la concentration de certains contaminants de l'eau avant qu'elle soit acheminée vers l'unité de stockage, communément appelé un « détournateur » a été installé sur plusieurs sites. Une description exhaustive ainsi qu'un guide technique de construction sont disponibles en annexe à la section 10.1.

Un système de purification de l'eau a été installé après la pompe pour garantir une eau respectant les critères de qualité recommandés pour les usages visés aux sites PFM et FOP-1 (CSA et ICC, 2023). Ce système comprenait une préfiltration à l'aide d'un filtreur à cartouche (Watergroup, Aqua Flo Platinum 36053) muni d'une cartouche filtrante à fils enroulés d'un diamètre de 11,4 cm et d'une longueur de 25,4 cm de longueur procurant une filtration à 5 microns (Watergroup, Aqua Flo Platinum P-SW 36138). Cette filtration permet de réduire les sédiments, le sable, la rouille et le tartre dans l'eau potable. Ensuite, un système de désinfection de l'eau par rayonnement ultraviolet a été installé (Watergroup, Viqua VH410). Ce système comporte une chambre en acier inoxydable, une lampe à rayonnement ultraviolet ainsi qu'un contrôleur. Selon le débit nominal du système, la dose fournie par la lampe varie. Avec une eau d'une transmittance à 95 %, la dose d'ultraviolet varie de 16 mJ/cm² à 130 lpm (norme de la santé publique américaine) jusqu'à 40 mJ/cm² à 54 lpm (norme NSF/EPA). Selon l'usage de l'eau effectuée au site PFM, le système a été conçu pour respecter les normes NSF/EPA/ANSI 55, soit une dose minimale de 40 mJ/cm² en tout temps. Pour le site FOP-1, l'usage de l'eau des blocs sanitaires nécessite une dose minimale moins restrictive qui se situe à 16 mJ/cm² (CSA et ICC, 2023). Finalement, un filtreur a également été installé au site FDB. Un filtreur (Amiad, 50 mm) avec tamis de 100 microns a été installé sur la ligne de transport de l'eau.

2.2.4 *Déterminer les coûts pour l'adoption de la pratique et son efficacité, selon les usages et les structures en présence*

Quatre scénarios ont été considérés pour l'analyse économique, soit : 1) les traitements phytosanitaires; 2) le lavage des légumes; 3) l'eau utilisée dans le bloc sanitaire des bâtiments qui héberge la main-d'œuvre; et 4) l'irrigation des framboisiers en pots sous abri. La description des sites ayant trait à chacun de ces usages de l'eau est présentée en 2.2.1. Hormis pour le framboisier en pots, le coût présenté pour chacun des scénarios est celui a été nécessaire pour se rendre au point où l'eau a pu être utilisée pour l'usage souhaité. Davantage d'information est présentée dans le rapport produit par le CECPA joint à l'Annexe, section 10.2.

2.2.5 Identifier et détailler les risques financiers, agronomiques et environnementaux conséquents à l'adoption de ces pratiques pour chacun des usages à l'étude

Une analyse de type « FFOM » ou « SWOT » en anglais, a été utilisée pour réaliser cet objectif qui permet de fournir une vue d'ensemble de l'entreprise. L'analyse de type *FFOM* est l'acronyme de forces, faiblesses, opportunités et menaces. Cette analyse considère les forces et faiblesses comme étant des facteurs internes à l'entreprise tandis que les opportunités et menaces sont plutôt des facteurs externes. L'ensemble des risques financiers, agronomiques et environnementaux conséquents à l'adoption de ces pratiques pour chacun des usages à l'étude influencent dans une certaine mesure le potentiel de l'entreprise agricole et ces éléments peuvent être intégrés à l'analyse *FFOM*.

Les forces sont des pratiques, des ressources ou des actifs qui permettent à une entreprise de se démarquer des autres. La connaissance des forces d'une entreprise permet en général d'expliquer son succès ou sa performance sur les plans agronomiques, financiers ou environnementaux. À l'inverse, les faiblesses sont les pratiques, ressources ou actifs qui sont absents ou sous-développés au sein de l'entreprise et qui la rendent plus vulnérable.

Les opportunités sont des éléments externes qui favorisent un positionnement stratégique intéressant. Ces éléments sont donc des externalités positives à la suite d'une décision de mettre de l'avant une pratique, une ressource ou un actif. Au contraire, les menaces sont des éléments externes qui peuvent négativement influencer l'entreprise.

2.2.6 Quantifier l'impact de cette pratique sur la diminution du risque de déficit hydrique pour les entreprises participantes et à l'échelle de l'île d'Orléans.

Les scénarios de captage utilisés pour cet objectif s'appuient entre autres sur les 22 entreprises qui participent à deux projets qui sont en cours de réalisation à l'IRDA. Ces deux projets s'intitulent « Optimiser la gestion de l'eau dans le secteur du haricot et du pois de transformation au Québec : de l'engagement jusqu'à la mobilisation » (No 22-015-PAD-PLTQ) et « Optimisation de la gestion de l'eau dans le secteur de la production de fraises et framboises du Québec » (No 22-003-PAD-APFFQ). Pour chacune des fermes, la superficie de la toiture des deux plus grands bâtiments a été utilisée comme surface de captage. Le potentiel de captage de ces surfaces a été évalué à l'aide de l'outil d'aide à la décision EstimEau qui est accessible à l'adresse suivante : <https://estimeau.ca>. Cet outil permet, entre autres, d'estimer le volume d'eau qui peut être capté des précipitations pour une année précise (1998-2022) ou un « type » de saison, soit humide, sèche ou normale. Dans ce cas-ci, le type « normale » a été utilisé et la période ciblée est circonscrite entre le 1^{er} mai et le 15 octobre. Cet échantillon d'entreprises permet d'obtenir une variété de bâtiments et de régions et par conséquent, plusieurs scénarios crédibles de récupération d'eau provenant des précipitations.

2.3 Activités de diffusion

- Affiche vulgarisée
 - Boivin, C., J. Vallée, D. Bergeron et P.-A. Taillon. 2021. Gestion durable des ressources hydriques : Développer des infrastructures de récupération de l'eau de pluie dans le milieu agricole. Colloque sur l'irrigation du CRAAQ. 14 et 25 février.
- Conférence
 - Boivin, C. 2022. Usages de l'eau sur une entreprise agricole et valorisation des précipitations. Colloque sur la gestion de l'eau. Webinaire CRAAQ. 1^{er} avril.
- Conférence
 - Boivin, C. 2022. La pluie comme source d'approvisionnement en eau? Journées horticoles et grandes cultures. Saint-Rémi. 7 décembre.
 - <https://www.agrireseau.net/documents/110149/la-pluie-comme-source-d-approvisionnement-en-eau>
- Reportage télévisé
 - Semaine Verte. Radio-Canada. Épisode du 9 décembre 2023.
 - <https://ici.radio-canada.ca/tele/la-semaine-verte/site/episodes/846705/episode-du-samedi-09-decembre-2023>
- Conférence
 - Boivin, C. 2024. La pluie comme source d'approvisionnement en eau? Colloque sur les bonnes pratiques écoresponsables. Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans. 27 février.
- Mention lors d'activités de transfert
 - Vitrine technologique. Réseau d'expertise en innovation agricole. 6 septembre 2023. Ferme Onésime Pouliot, Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans
 - Podcast « Soif de culture » de Soleno. Épisode 4 « La gestion optimale de l'eau dans la production agricole ». 29 janvier 2024.
 - <https://soleno.com/balado/>

3 Atteintes des objectifs

3.1 Implanter des structures de captage, de transport, de stockage et de traitements des eaux de pluie qui sont adaptées à quatre usages agricoles (lavage de légumes, toilettes bâtiments, traitements phytosanitaires et irrigation).

La surface de captage opérationnelle (actuelle), ainsi que des scénarios où celle-ci est doublée ou triplée, ont été analysés pour chacun des sites fonctionnels en 2023. Ces surfaces ont été confrontées aux précipitations réelles de 2021, 2022 et 2023. En tenant compte du moment et du volume des apports en eau du moment et du volume des prélèvements (usage), ainsi que des contraintes liées à la capacité de stockage disponible, les volumes d'eau captés et valorisables ont été calculés annuellement et rapportés en une valeur moyenne pour les trois années considérées. Les résultats sont présentés du Tableau 4 au Tableau 6, respectivement pour les sites « lavage de légumes », « blocs sanitaires » et « traitements phytosanitaires ». Dans le même ordre, et à titre de rappel, le volume des réservoirs en présence est de 20, 36 et 20 m³. Par ailleurs, la proportion des besoins en eau qui peut être comblée par l'eau pluviale est indiquée pour chaque usage, en fonction de la surface de toiture équipée pour diriger l'eau vers le réservoir. Par exemple, avec les 397 m² actuellement utilisés pour capter les précipitations sur le site « lavage de légumes », un volume moyen de 274 m³ d'eau a été capté annuellement sur la période étudiée. De ce volume, 154 m³ étaient valorisables, permettant ainsi de répondre, en moyenne, à 70 % du besoin en eau. L'écart entre le volume capté et le volume valorisable s'explique principalement par la capacité disponible du réservoir, qui peut être plein au début ou en cours d'un épisode de précipitations.

Tableau 4. Proportion du besoin en eau (%) pour le lavage de légumes (220 m³) qui est comblé avec le volume de précipitations valorisable selon la surface de captage.

Précipitations moyennes (2021 à 2023)	Surface de captage (m ²)		
	Actuelle 397	Si doublée 794	Si triplée 1191
Captée (m ³)	274	547	821
Valorisable (m ³)	154	208	220
Besoin comblé (%)	70	95	100*

Tableau 5. Proportion du besoin en eau (%) pour les blocs sanitaires (504 m³) qui est comblé avec le volume de précipitations valorisable selon la surface de captage.

Précipitations moyennes (2021 à 2023)	Surface de captage (m ²)		
	Actuelle 280	Si doublée 560	Si triplée 840
Captée (m ³)	193	386	579
Valorisable (m ³)	193	369	444
Besoin comblé (%)	38	73	88

Tableau 6. Proportion du besoin en eau (%) pour les traitements phytosanitaires (455 m³) qui est comblé avec le volume de précipitations valorisable selon la surface de captage.

Précipitations moyennes (2021 à 2023)	Surface de captage (m ²)		
	Actuelle 425	Si doublée 850	Si triplée 1275
Captée (m ³)	293	586	879
Valorisable (m ³)	191	260	285
Besoin comblé (%)	42	57	63

3.2 Décrire la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau selon les modes de captage, de transport et de stockage de l'eau

La qualité de l'eau est d'abord décrite selon le pH, les matières en suspension (MES) et le contenu en éléments suivants : bore (B), cuivre (Cu), fer (Fe), zinc (Zn), manganèse (Mn), molybdène (Mo), cadmium (Cd), chrome (Cr), plomb (Pb), nickel (Ni), soufre (S), baryum (Ba) et strontium (Sr). Elle est ensuite décrite selon les pesticides qui ont été détectés (Tableau 7 à Tableau 9). Ensuite, l'emphase est mise sur les MES au Tableau 10, les pesticides au Tableau 11 et selon le suivi *E. coli* au Tableau 12.

3.2.1 Physico-chimique

Les concentrations de MES sont plus élevées dans l'eau de rinçage (détournateur) que dans le réservoir.

Tableau 7. Résultats des analyses de l'eau de rinçage (pH, MES et éléments).

	pH	MES	B	Cu	Fe	Zn	Mn	Mo	Cd	Cr	Co	Pb	Ni	S	Ba	Sr
	mg/L															
Minimum	6,09	0	0	0	0	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0,06	0	0
Maximum	7,46	929	0,07	0,014	0,021	1,470	0,039	0	0	0	0,002	0	0	4,78	0,073	0,252
Moyenne	6,91	103	0,01	0,003	0,002	0,154	0,009	0	0	0	0	0	0	1,08	0,013	0,041
Médiane	6,97	23	0,01	0	0	0,026	0,005	0	0	0	0	0	0	0,80	0,011	0,018
N ^{bre} échantillons	12	27	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	21	21	21

Tableau 8. Résultats des analyses de l'eau échantillonnée dans les réservoirs (pH, MES et éléments).

	pH	MES	B	Cu	Fe	Zn	Mn	Mo	Cd	Cr	Co	Pb	Ni	S	Ba	Sr
	mg/L															
Minimum	6,26	0	0	0	0	0,013	0	0	0	0	0	0	0	0,14	0,004	0,002
Maximum	7,66	20	0,06	0,061	0,04	0,695	0,016	0	0	0	0	0	0,012	11,30	0,301	0,269
Moyenne	7,01	3	0,02	0,016	0,01	0,119	0,005	0	0	0	0	0	0,001	4,48	0,064	0,086
Médiane	7,00	0	0,02	0,003	0	0,026	0,004	0	0	0	0	0	0	2,88	0,059	0,074
N ^{bre} échantillons	11	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14

Tableau 9. Résultats des analyses de l'eau en post-traitements (filtre+UV) (pH, MES et éléments).

	pH	MES	B	Cu	Fe	Zn	Mn	Mo	Cd	Cr	Co	Pb	Ni	S	Ba	Sr
	mg/L															
Minimum	6,22	0	0	0,006	0	0,008	0	0	0	0	0	0	0	0,11	0,002	0
Maximum	7,95	2	0,06	0,077	0,07	0,188	0,016	0	0	0	0	0	0,005	16,80	0,108	0,281
Moyenne	6,73	1	0,02	0,027	0,02	0,114	0,004	0	0	0	0	0	0,001	4,19	0,029	0,069
Médiane	6,29	0	0	0,014	0	0,126	0,003	0	0	0	0	0	0	0,15	0,003	0,002
N ^{bre} échantillons	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

La concentration en MES au moment où les précipitations débutent (temps 1), soit le premier 0,5 mm d'un épisode de précipitations qui entre en contact avec la toiture, et au moins une heure après le début de l'épisode (temps 2) sont présentés au Tableau 10 selon la date d'échantillonnage, le nombre de jours sans pluie qui précède cet échantillonnage et le site. Les concentrations de MES sont plus élevées pour la « première eau », soit l'eau qui rince la toiture.

Tableau 10. La concentration en MES mesurée dans l'eau aux temps 1 et 2 selon le site, le nombre de jours depuis le dernier épisode de pluie et le site.

Date échantillonnage	N ^{bre} de jours depuis dernière pluie	Site	MES (temps 1)	MES (temps 2)
11 août 2021	5	PM	103	0
		FOP	363	0
		FDB	111	2
19 juillet 2022	15	PM	14	n.d.
		FOP	929	n.d.
		FDB	212	n.d.
14 septembre 2022	13	PM	23	0
		FOP	26	2
		FDB	16	112
8 août 2023	2	PM	19	3
		FOP	20	2
		FDB	15	2
11 septembre 2023	12	PM	17	6
		FOP	263	0
		FDB	185	0
19 septembre 2023	4	PM	0	0
		FOP	18	0
		FDB	0	0
10 octobre 2023	17	PM	23	n.d.
		FOP	43	n.d.
		FDB	258	n.d.
23 octobre 2023	12	PM	14	0
		FOP	21	0
		FDB	34	8

Des pesticides ont été détectés dans l'eau récupérée par le « détournateur », soit l'eau de rinçage, et dans le réservoir. Toutefois, aucun des échantillons ne dépasse les valeurs de référence pour la santé humaine (VRSH). Comme mentionné précédemment, ces toitures sont entourées de champs qui sont en culture.

Tableau 11. Pesticides détectés dans les échantillons d'eau prélevés dans le détournateur et le réservoir selon le site.

Site	Point prélèvement	Nombre d'échantillons	Pesticides détectés											
			Azoxystrobine	Boscalid	Chlorothalonil	Chlorpropham	Difenoconazole	Dimétomorphe	Diuron	Fludioxonil	Glyphosate	Linuron	Métalaxil	Métolachlore
PFM	Détournateur	4				1					1			
	Réservoir	1												
FOP-1	Détournateur	4		1		1					2			
	Réservoir	1											1	1
FDB	Détournateur	4	1		1	2	1	1	1		3	1		1
	Réservoir	1				1								

 Détecté
 Dépasse le seuil VRSH

3.2.2 Microbiologique

Les populations d'*E. coli* ont varié entre la limite de détection de la méthode (<1 UFC/100 ml) et 808 UFC/100 ml. La majorité des échantillons étaient cependant compris dans un intervalle variant de 1 à 100 UFC/100 ml. En effet, sur les 68 échantillons analysés, 66 contenaient 100 UFC/100 ml ou moins (97 % des échantillons). La distribution des échantillons selon leur contenu en *E. coli* est présentée à la Figure 9. Les 2 échantillons dont le contenu était compris entre 101 et 1 000 UFC/100 ml sont décrits au Tableau 12.

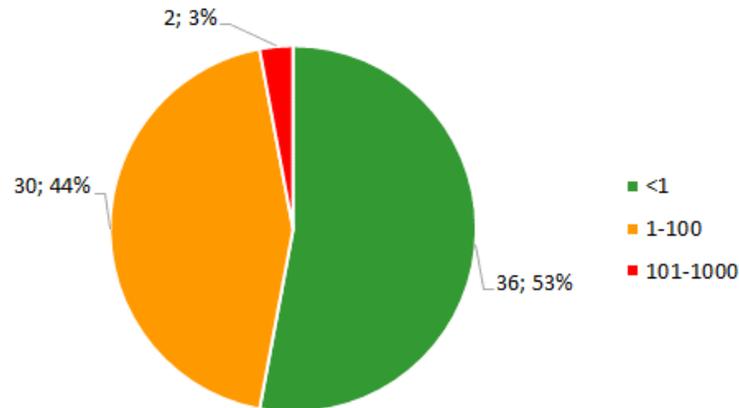


Figure 9. Distribution des échantillons selon le contenu en *E. coli* (N=68).

Tableau 12. Description des échantillons présentant un contenu en *E. coli* supérieur à 100 UFC/100 ml.

Site	Date d'échantillonnage	Point de prélèvement	Populations d' <i>E. coli</i> (UFC/100 ml)
PFM	2023-08-08	Détournateur	108
FOP-1	2022-08-02	Détournateur	808

* Note. Les résultats sous la limite de détection ont été mis à 0.

Les populations d'*E. coli* dénombrées pour l'ensemble du projet aux sites FDB, PFM et FOP, sont respectivement présentées du Tableau 13 au Tableau 15. Chez FDB, l'eau valorisée sert essentiellement à la préparation de bouillies pour les traitements phytosanitaires. Ainsi, en moyenne, la qualité de l'eau prélevée dans le réservoir est adéquate. Chez PFM, l'eau sert au lavage des légumes et se doit d'être de qualité potable au moins lors du rinçage final des produits. L'eau du réservoir ne pourrait donc pas être utilisée directement pour le lavage final. Le traitement UV a cependant été efficace pour abattre les bactéries, les trois échantillons analysés étant sous la limite de détection de la méthode après le traitement. Chez FOP-1, l'eau valorisée sert à alimenter le réseau des toilettes, et n'a donc pas à être de qualité potable s'il s'agit du seul usage. Si l'eau sert aussi à alimenter un lavabo, l'eau doit être potable. Ainsi, à l'instar de ce qui a été remarqué chez PFM, le traitement UV s'est avéré efficace pour respecter cet usage, mais des données supplémentaires sont nécessaires, puisque peu d'échantillons ont été analysés.

Tableau 13. Populations d'*E. coli* mesurées selon le site de prélèvement au site FDB pour l'ensemble du projet.

Point de prélèvement	Nombre d'échantillons	Populations d' <i>E. coli</i> (UFC/100 ml)*			
		Minimum	Maximum	Moyenne	Médiane
Détournateur	10	0	15	3	1
Gouttière**	5	0	3	1	0
Réservoir	3	2	7	4	3

* Note. Les résultats sous la limite de détection ont été mis à 0.

Tableau 14. Populations d'*E. coli* mesurées selon le site de prélèvement au site PFM pour l'ensemble du projet.

Point de prélèvement	Nombre d'échantillons	Populations d' <i>E. coli</i> (UFC/100 ml)*			
		Minimum	Maximum	Moyenne	Médiane
Détournateur	10	0	108	17	3
Gouttière**	5	0	88	20	1
Réservoir	2	0	64	32	32
Post-traitement	3	0	0	0	0

* Note. Les résultats sous la limite de détection ont été mis à 0.

Tableau 15. Populations d'*E. coli* mesurées selon le site de prélèvement aux sites FOP pour l'ensemble du projet.

Site	Point de prélèvement	Nombre d'échantillons	Populations d' <i>E. coli</i> (UFC/100 ml)*			
			Minimum	Maximum	Moyenne	Médiane
FOP-1 (Maison)	Détournateur	10	0	808	81	0
	Gouttière**	6	0	0	0	0
	Réservoir	3	0	7	3	1
	Traitement	1	0	0	0	0
FOP-2 (Tunnels)	Gouttière**	2	0	2	1	1
	Structure	2	0	1	0	0

* Note. Les résultats sous la limite de détection ont été mis à 0.

** Il s'agit de l'eau récupérée environ une heure après le début de l'épisode de précipitation. Cette eau a été en contact avec la toiture et la gouttière seulement.

3.2.3 Température de l'eau et de l'air dans les réservoirs

La température de l'eau et de l'air dans le réservoir est présentée aux Tableau 16, Tableau 17 et Tableau 18. Le moment dans la saison, le volume occupé par l'eau, la profondeur où est installé le réservoir, le temps de séjour de l'eau récupérée et une source d'approvisionnement d'appoint (puits) sont certainement des facteurs qui influencent la température de l'eau.

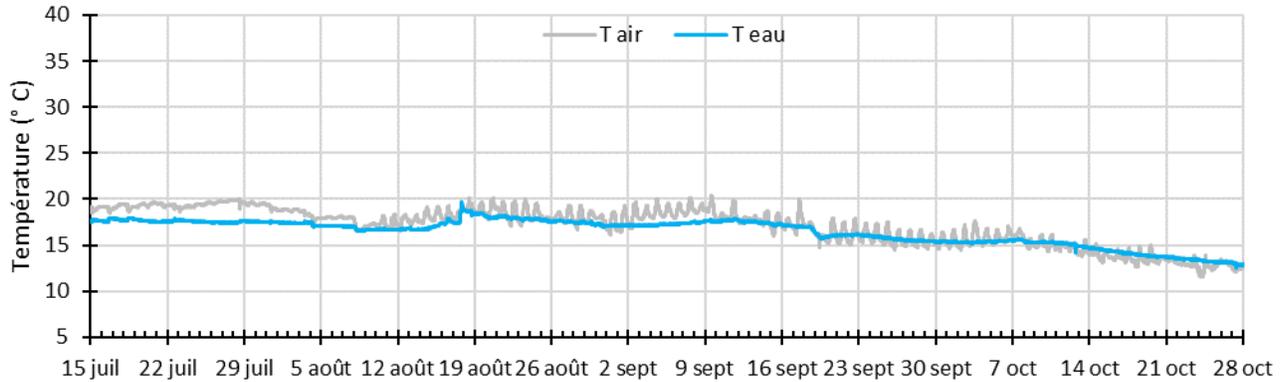


Tableau 16. Température de l'eau et de l'air dans le réservoir au site FOP-1.

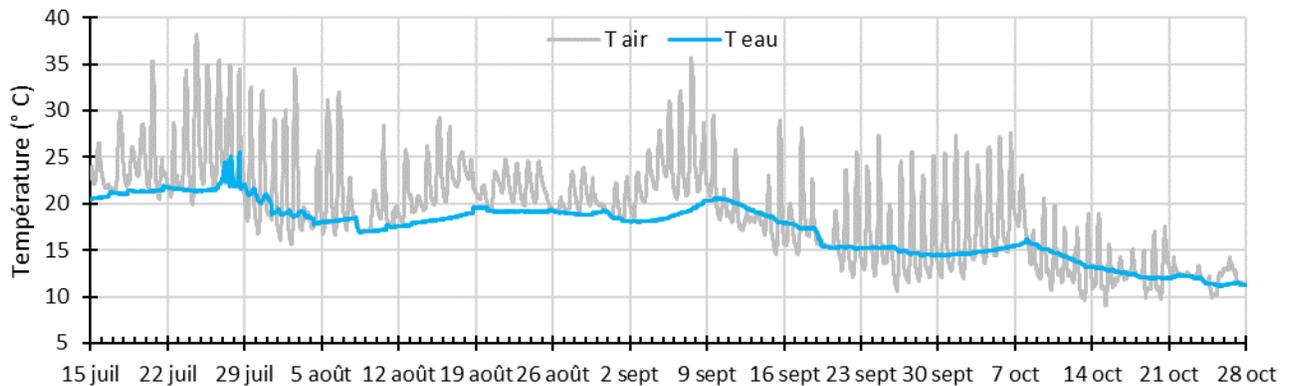


Tableau 17. Température de l'eau et de l'air dans le réservoir au site PFM.

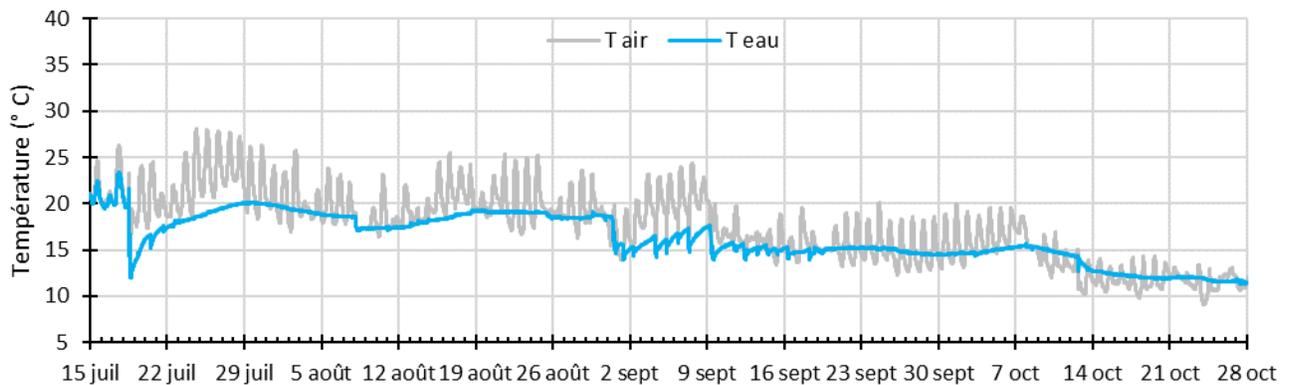


Tableau 18. Température de l'eau et de l'air dans le réservoir au site FDB.

3.3 Évaluer des procédés de traitement de l'eau en fonction de sa qualité et des usages ciblés

Le système de purification par rayonnement ultraviolet a pour but de rabattre la contamination bactérienne en vue d'obtenir une eau respectant les normes de qualité recommandées (CSA et ICC, 2023). Les systèmes de purification ont été conçus pour garantir une dose minimale dans la gamme des débits de chaque installation.

À titre d'exemple, le débit moyen enregistré au site PFM a été de 23 lpm, ce qui procure une dose en ultraviolet supérieure à 70 mJ/cm^2 , ce qui est supérieur à la dose minimale de 40 mJ/cm^2 (Viqua, 2025). Au site FOP-1, dans le cas où l'ensemble des équipements sanitaires sont activés en même temps, le débit exigé par le système de plomberie secondaire pourrait s'élever à 64 lpm. À ce débit spécifique, le système de traitement fournit une dose en ultraviolet supérieure à 35 mJ/cm^2 (Viqua, 2025). Pour rappel, la dose recommandée lorsque l'usage de l'eau est destiné à l'alimentation d'équipements sanitaires est minimalement de 16 mJ/cm^2 (CSA et ICC, 2023). Dans les deux cas et en tout temps, les systèmes de purification ont rencontré ou dépassé les normes les plus sévères concernant la dose minimale nécessaire à la purification, selon l'usage effectué.

3.4 Déterminer les coûts pour l'adoption de la pratique et son efficacité, selon les usages et les structures en présence

Cet objectif a fait l'objet d'un rapport complet qui est présenté en annexe à la section 10.2. Ce dernier a été rédigé par le CECPA.

3.5 Identifier et détailler les risques financiers, agronomiques et environnementaux conséquents à l'adoption de cette pratique pour chacun des usages à l'étude

Facteurs internes		
Positif	Forces	Faiblesses
	<ul style="list-style-type: none"> • Diminution de la VADH conséquente à un approvisionnement en eau contraignant. • Réduction du volume et des coûts de l'étang. • Atténuer l'impact des « coups d'eau » (ex. érosion fossés). • Préservation de la structure du bâtiment par l'utilisation de gouttières. 	<ul style="list-style-type: none"> • Coût initial élevé pour l'installation des infrastructures (gouttières, réservoirs, traitements, pompe, etc.). • Besoins en entretien pour garantir une qualité conforme à l'usage. • Récupération des précipitations sous forme liquide seulement
	Opportunités	Menaces
	<ul style="list-style-type: none"> • Incitatifs gouvernementaux (souhaités). • Valorisation d'une image « Verte » qui répond aux attentes des consommateurs. • Source d'approvisionnement alternative. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dépendance aux conditions météo. • Nombre de jours sans précipitations. • Règlementation et normes. • Qualité de l'eau sensible aux contaminants présents dans l'environnement immédiat de captage.
Facteurs externes		Négatif

Tableau 19. Analyse de type « SWOT » ou Forces, Faiblesses, Opportunités et Menaces.

3.6 Quantifier l'impact de cette pratique sur la diminution du risque de déficit hydrique pour les entreprises participantes et à l'échelle de l'île d'Orléans.

La proportion du besoin en eau comblée par les précipitations captées pour les sites de l'île d'Orléans est présentée en 3.1 aux Tableau 4, Tableau 5 et Tableau 6. L'exercice s'est poursuivi avec 22 entreprises agricoles situées dans différentes localités au Québec (Tableau 20).

Tableau 20. Estimation du potentiel de captage de 22 entreprises agricoles, situées dans différentes localités, selon la surface de captage des deux plus gros bâtiments en présence et les précipitations historiques pour une saison dite « normale » (1998-2022).

Localité	Région	Surface captage (m ²)		Précipitations (mm) et volume capté (m ³)	
		1	2	mm	m ³
Saint-Arsène	Bas-Saint-Laurent	2801	677	581	2021
Saint-Jean-de-l'Île-d'Orléans	Capitale-Nationale	437	528	774	747
Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans	Capitale-Nationale	516	388	774	700
Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans	Capitale-Nationale	363	88	774	349
Cap-Santé	Capitale-Nationale	304	119	747	316
Saint-Nicolas	Chaudière-Appalaches	664	595	756	952
Sainte-Élizabeth	Lanaudière	2743	496	707	2290
St-Jacques	Lanaudière	536	491	680	698
Lanoraie	Lanaudière	410	504	671	613
Lanoraie	Lanaudière	803	590	671	935
Lavaltrie	Lanaudière	120	195	656	207
L'Assomption	Lanaudière	519	206	656	476
Sainte-Anne-des-Plaines	Laurentides	1878	757	675	1779
Mirabel	Laurentides	462	80	675	366
Mont-Carmel	Mauricie	391	227	667	412
Saint-Polycarpe	Montérégie	1260	607	679	1268
Côteau-du-Lac	Montérégie	270	291	679	381
La Présentation	Montérégie	765	266	719	741
Saint-Césaire	Montérégie	123	280	747	301
Saint-Barnabé-Sud	Montérégie	508	362	724	630
Saint-Valentin	Montérégie	1199	910	689	1453
Saint-Prime	Saguenay-Lac-Saint-Jean	107	27	579	78

3.7 Proposer un cadre d'utilisation

Il est important de se faire accompagner durant les différentes étapes par des intervenants qualifiés.

1. Évaluation du besoin en eau
 - a. Déterminer les usages prévus (ex. irrigation, lavage, etc.).
 - b. Identifier les exigences de qualité selon les usages (eau brute, filtrée, etc.).
 - c. Estimer le besoin quotidien en eau (m³).
2. Analyse des sites potentiels de captage
 - a. Sélectionner un site de captage le plus proche possible des zones d'utilisation afin de minimiser les coûts de distribution.
 - b. Éviter les emplacements à forte circulation ou exposés à des dérives de pesticides et autres contaminants.
 - c. Vérifier la faisabilité technique de l'installation (surface disponible, distance, besoin en énergie, etc.)
3. Estimer le potentiel de captage
 - a. Utiliser un outil comme EstimEau pour évaluer le potentiel de captage selon les années et la surface de captage.
 - i. : <https://estimeau.ca>
4. Déterminer la solution de stockage
 - a. Déterminer le nombre de jours d'autonomie souhaité selon le besoin identifié.
 - b. Identifier des sources d'approvisionnement complémentaire en cas de déficit (ex. puits)?
 - c. Privilégier le réservoir lorsque les exigences pour la qualité de l'eau sont élevées.
 - d. Privilégier l'étang si l'usage ciblé et les exigences de qualité s'y prêtent.
5. Conception du système de valorisation
 - a. Sélectionner les composantes du système, adaptées pour les usages visés, avec l'aide d'intervenants spécialisés :
 - i. Gouttières et descentes pluviales adaptées aux volumes captés;
 - ii. Détournateurs d'eau pour éviter l'entrée de contaminants dans le réservoir;
 - iii. Solutions de stockage adaptées à l'usage et à la capacité souhaitée;
 - iv. Systèmes de traitement (ex. pré-filtrage, filtres, UV, etc.);
6. Installation du système
 - a. Installer les infrastructures en respectant la réglementation en vigueur.
 - b. Vérifier l'étanchéité et la solidité des réservoirs et des conduites.
 - c. Effectuer des tests pour s'assurer du bon fonctionnement avant la mise en service.
7. Entretien du système
 - a. Nettoyage régulier des gouttières, détournateurs et réservoirs pour éviter l'accumulation de débris et la prolifération de micro-organismes.
 - b. Surveillance de la qualité de l'eau et entretien des systèmes de filtration et de traitement.
 - c. Vérification périodique des installations pour détecter les fuites ou dysfonctionnements.

4 Retombées pour le secteur

Ce projet pilote a fait la démonstration qu'il est possible de 1) diversifier les sources d'approvisionnement en eau avec le captage de précipitations et 2) d'améliorer l'accès à de l'eau de qualité en fonction des usages ciblés. Une fois adoptée, cette bonne pratique de gestion de l'eau (BPGE) contribuera à réduire la vulnérabilité de l'entreprise agricole face aux risques de déficit hydrique, renforçant ainsi la résilience dans un contexte de changement climatique.

Sur le plan environnemental, le captage des précipitations, surtout lors d'épisodes de fortes pluies, pourrait permettre dans certains cas, de diminuer l'érosion hydrique des ouvrages de gestion des eaux et même les impacts négatifs que cela peut avoir sur les infrastructures municipales (fossés, ponceaux, etc.). Enfin, cette pratique réduit la pression sur les ressources en eau souterraine et de surface, ce qui est favorable à la diminution du risque de conflits d'usage.

La salubrité est une préoccupation majeure des producteurs, transformateurs et distributeurs de fruits et légumes. L'adhésion des producteurs à des programmes de salubrité tels que Canada GAP est une exigence des acheteurs-grossistes et est devenu un enjeu d'accès aux marchés. Les solutions de traitements qui ont été utilisées dans les contextes étudiés ont permis de répondre aux exigences de qualité.

Les résultats de ce projet pourront être mis à profit pour maintenir une production de fruits et de légumes de qualité, en proposant une source alternative d'approvisionnement. En valorisant l'utilisation de l'eau de pluie, avant d'exploiter davantage l'eau souterraine ou de creuser de nouveaux étangs qui restreignent l'espace de production horticole, cette pratique permet une utilisation judicieuse et durable de l'eau et des terres agricoles. Enfin, les usages ciblés dans ce projet pilote (irrigation, pulvérisations pesticides, lavage de légumes et main-d'œuvre hébergée) font en sorte de rejoindre l'ensemble des entreprises agricoles de la filière des productions horticoles.

5 Suivi des indicateurs de résultats

Au moment de déposer ce projet à l'organisme subventionnaire en octobre 2020, il fallait déterminer des indicateurs d'atteinte de résultats. L'ensemble des indicateurs a été atteint.

- Tout d'abord, l'eau de pluie récupérée a été utilisée avec succès pour les usages ciblés dans ce projet.
- Les résultats du projet ont été présentés dans au moins deux évènements où des agronomes, des conseillers et des producteurs étaient présents.
- Enfin, l'entreprise qui souhaite adopter cette pratique peut, en plus de prendre connaissance de ce rapport, communiquer avec Soleno et Dubois Agrinovation. Ces deux entreprises ont une expertise en gestion de l'eau et elles ont collaboré au projet.

6 Suite ou suivi à donner s'il y a lieu

En 2025 et 2026, l'équipe de gestion de l'eau en productions végétales de l'IRDA mettra sur pied des Vitrines InnEAUvation où différentes bonnes pratiques de gestion de l'eau (BPGE) seront mises en démonstration en condition de production réelle. Certains détails demeurent à préciser, mais pour les sites décrits comme fonctionnels, il est proposé d'ajouter ces cette pratique à la liste des BPGE qui seront évalués et éventuellement intégrés aux activités de démonstration.

Cette pratique sera intégrée dans un module de la formation qui fait partie du projet intitulé « Formation portant sur la gestion de l'eau en milieu agricole dans un contexte de conflits d'usages et de changements climatiques (n° 9252367) ». Ce projet est financé par Programme d'appui à la lutte contre les changements climatiques dans le secteur bioalimentaire. Ce module devrait être disponible durant l'année 2025.

Cette pratique fera aussi l'objet d'un projet qui se déroulera en contexte de productions animales. Ce dernier s'intitule « Valorisation de l'eau pluviale dans la filière des productions animales: proposer un cadre de référence ». Ce projet est financé par l'entremise du Programme Innovation bioalimentaire 2023-2028, Volet 2 - Recherche appliquée, développement expérimental et adaptation technologique, en vertu du Partenariat canadien pour une agriculture durable, entente conclue entre les gouvernements du Canada et du Québec.

7 Conclusion

Les objectifs d'un projet pilote sont de recueillir de l'information, valider des paramètres et expérimenter dans un contexte réaliste. Autrement dit, que ce rapport soit utile à celui qui se questionne à propos de la pertinence d'adopter ou non une pratique comme la récupération et la valorisation de l'eau provenant de la pluie. Ce projet ne peut toutefois pas remplacer une démarche individuelle qui implique entre autres de déterminer le besoin en eau à combler, le potentiel de captage du site et les sources de contaminants possibles.

Cela dit, cette pratique devrait d'abord intéresser une entreprise qui a une vulnérabilité élevée au déficit hydrique. Elle devrait aussi intéresser les entreprises qui ont comme principale source d'approvisionnement en eau, des étangs qui sont alimentés par la fonte de la neige. Le volume de ce type d'étang doit généralement être conséquent au besoin total en eau. En pouvant réapprovisionner l'étang avec la pluie, cela permet de réduire le volume de ce dernier et par conséquent, la superficie qu'il occupe et aussi de réduire les coûts de creusage et d'aménagement.

Maintenant, des économies peuvent certainement être réalisées par rapport au matériel utilisé par l'équipe du projet pour en arriver à un système fonctionnel. Les situations où l'eau stockée est utilisée rapidement permettent de diminuer le coût par m³ valorisable, en libérant de l'espace de stockage lors du prochain épisode de pluie, car pour être utilisée, l'eau doit d'abord être stockée. Aussi, à capacité de stockage constante, augmenter la superficie de captage est favorable à augmenter le volume d'eau valorisable et par conséquent, diminuer le coût par m³.

Toutefois, aucun raccourci ne peut être pris pour l'aspect de la qualité. Un « détournateur » peut facilement être fabriqué et permet d'empêcher l'eau de rinçage de la surface de captage, généralement chargés en MES, d'atteindre l'ouvrage de stockage. Le volume d'eau à détourner doit être revu à la hausse en contexte plus exposé aux contaminants (circulation, machinerie, dérive pesticides, etc.). Pour les usages plus « sensibles » comme le lavage des légumes ou le bloc sanitaire, le réservoir demeure une option à privilégier. Le nombre de jours consécutif où le besoin doit être comblé, sans apport provenant de la pluie, est un facteur qui peut devenir problématique, mais qui peut être atténué en y combinant une autre source d'approvisionnement comme un puits artésien. Cette combinaison est particulièrement intéressante en contexte où l'offre en eau doit répondre à des pics de demandes (traitements phytosanitaires, bloc sanitaire le matin et le soir, etc.). En effet, la demande en eau pour le puits peut être étalée sur un plus long moment, selon la capacité du réservoir, au lieu de devoir répondre à un pic de demande.

8 Références

Boivin, C., J. Vallée, P.-A. Taillon et D. Bergeron. 2020. Le défi de l'eau : l'Île d'Orléans se mobilise. Rapport remis à la MRC de l'Île d'Orléans. IRDA. 53 p.

Canadian Standards Association (CSA) et International Code Council (ICC), 2023. Rainwater harvesting systems CSA B805:22 / ICC 805:2022. National Standard of Canada, American National Standard. 83 p.

Viqua, 2025. VH150, VH200, VH410, and VH410M Ultraviolet Water Treatment Systems from VIQUA. [En ligne]. https://viqua.com/wp-content/uploads/LIT520329R_SpecSheet.pdf. 2 p.

9 Sources d'informations complémentaires

Audrey, A. 2015. Rainwater Harvesting Manual – 1st Edition. American Rainwater Catchment Systems Association. 358 p.

Despins, C., C. Leidl et k. Farahbakhsh, 2010. Ontario Guidelines for Residential Rainwater Harvesting Systems – Handbook. 126 p.

Regional District of Nanaimo. 2012. Rainwater Harvesting. Best Practices guidebook. Residential Rainwater Harvesting Design and Installation, 99 p.

Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL), 2012. Manuel de lignes directrices sur les installations résidentielles de collecte de l'eau de pluie. 136 p.

SCHL. 2013. La collecte et l'utilisation de l'eau de pluie à la maison : guide à l'intention des propriétaires. 61 p.

Texas Water Development Board (TWDB). 2005. The Texas Manual on Rainwater Harvesting. 88 p. . [En ligne]. https://www.twdb.texas.gov/publications/brochures/conservation/doc/RainwaterHarvestingManual_3rdedition.pdf.

Cabell Brand Center, 2009. Virginia Rainwater Harvesting Manual – Second Edition 2009 - A comprehensive guide to examining, designing and maintaining rainwater harvesting systems to abate stormwater runoff. 63 p.

10 Annexe

10.1 Guide technique du détournateur

Les prochaines sections présentent les principes

10.1.1 Principe général de fonctionnement

Le détournateur est un système de préfiltration qui permet de réduire certains contaminants de l'eau à la source avant qu'elle soit acheminée vers l'unité de stockage. Ce système simple permet de diminuer la charge de matière en suspension (MES), de réduire la contamination bactérienne ou toute autre source de contamination qui serait mélangée aux premiers litres de l'eau récupérés. Ce dispositif est donc placé entre le système de collecte et le bassin de stockage. Il constitue un réservoir transitoire qui permet de retenir un volume d'eau donné correspondant à une précipitation, dans ce cas-ci, de 0,5 mm. Le volume retenu devient et quelques sorte un volume de rinçage des installations de captage et de transport de l'eau. Ce système simple est constitué d'un réservoir et d'une dérivation active basée sur un système à fermeture mécanique dépendant du niveau d'eau (Figure 10). Au fur et à mesure que le niveau d'eau dans le baril monte, c'est une balle de polypropylène qui permet ou non le remplissage du détournateur (Figure 11). La balle termine éventuellement son ascension à l'intérieur d'une colonne pour mécaniquement provoquer la fermeture du circuit de dérivation (Figure 12). L'eau n'étant plus déviée de sa course vers le détournateur, elle poursuit donc sa course vers le bassin de stockage situé en aval.

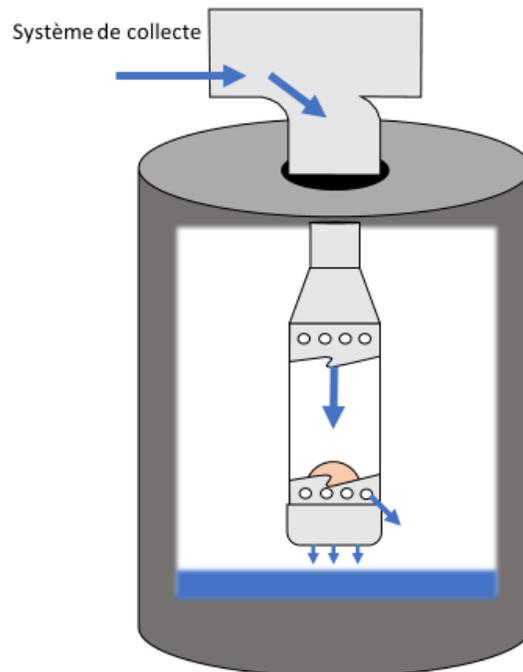


Figure 10. Vue du détournateur

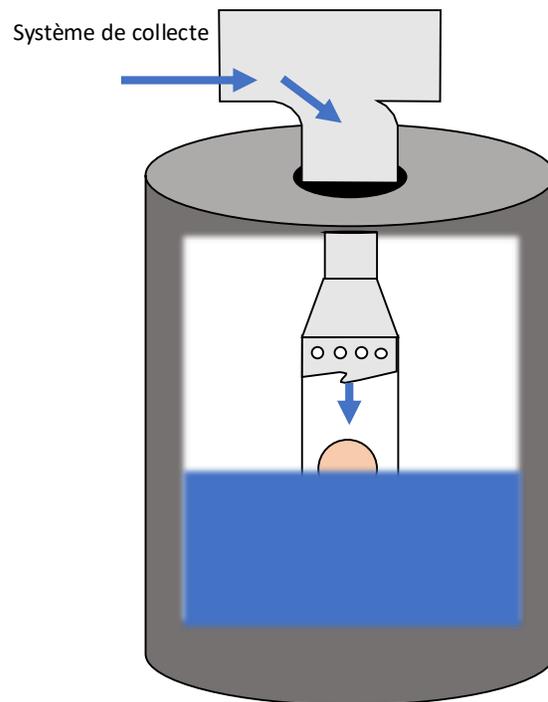


Figure 11. Vue du détournateur en mode remplissage

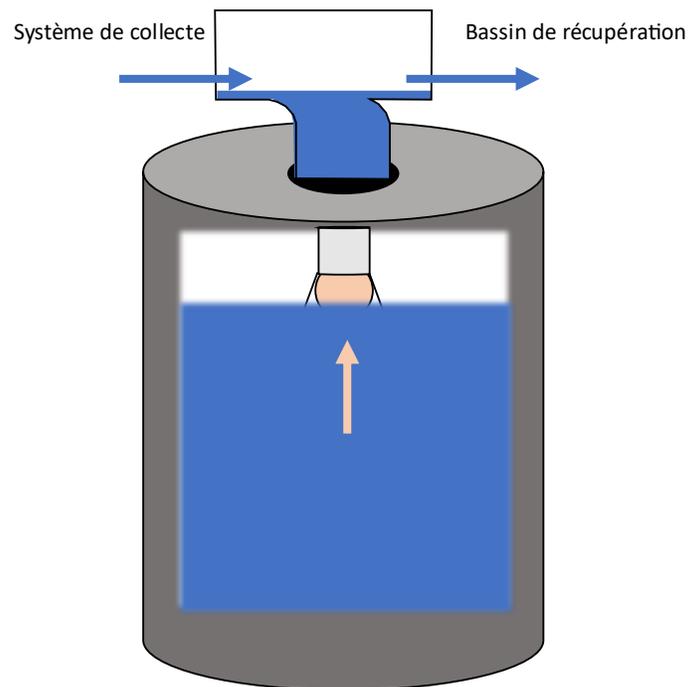


Figure 12. Vue du détournateur plein (mode remplissage bassin de stockage)

10.1.2 Liste du matériel pour la construction

Le détournateur est un dispositif simple et facile à construire. La section qui suit propose une liste de matériel qui permet la construction d'un détournateur typique. Avant de réaliser sa construction, une évaluation du dimensionnement du détournateur doit être effectuée pour assurer son efficacité. L'analyse et le dimensionnement du détournateur doit prendre en compte différents facteurs dont : la superficie de captage, le type de toiture les contaminants potentiels récupérés par l'unité de captage, les objectifs et l'efficacité visés, etc.

➤ Matériel :

- Baril de 55 gallons (variable selon la surface de captage), noir avec couvercle à verrouillage rapide (évite la prolifération des algues et facilite le nettoyage)
- Balle en polypropylène de 3,15 po
- Scellant thermoplastique
- Colle PVC
- Apprêt à PVC
- Vis #8, 3/8" (option)
- T – Y BNQ 4" (1X)
- Réduit BNQ 4" à 3" M – F (1x)
- Réduit BNQ 4" à 3" F – F (1X)
- Grille BNQ 4" (1X)
- Adaptateur pour puits de garage 3" (1X)
- Tuyau BNQ 3" d'une longueur de 8"
- Tuyau de drainage BNQ 4" ocre ferreuse d'une longueur de 16", soit 2 rangées de trous

➤ Outils :

- Perceuse
- Tournevis à douille 5/16"
- Pistolet à calfeutrer
- Scie emporte-pièce
- Mèche 15/64"
- Scie

Prévoir aussi les composantes du système de collecte en amont et en aval du détournateur afin de le raccorder au T – Y 4". Il est difficile de prévoir le matériel nécessaire puisque chaque installation est spécifique. La liste du matériel fournie ci-dessus représente une dépense d'environ 250 \$. Évidemment, ce montant est à titre indicatif et pourrait être plus ou moins important selon le dimensionnement du détournateur, des besoins spécifiques de raccordement au réseau de captage et de transport ainsi que de son installation.

10.1.3 Étapes de construction et assemblage

Les principales étapes de construction du détournateur sont présentées de la Figure 13 à la Figure 24.

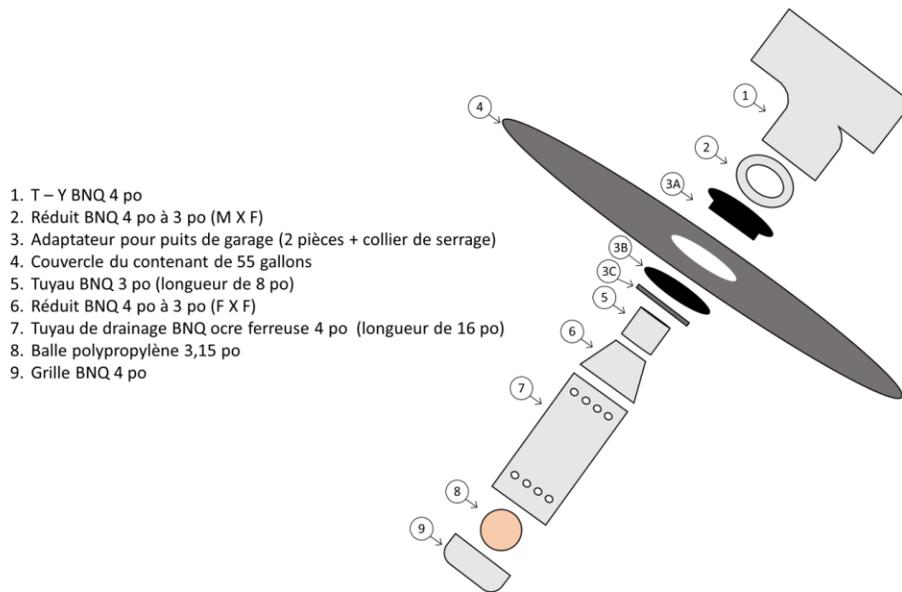


Figure 13. Vue en éclaté de l'assemblage de la partie de dérivation et niveau mécanique du détournateur.

➤ Étape 1

Retirez le couvercle du baril. À l'aide de la scie emporte-pièce, percez le couvercle en son milieu. La dimension du trou doit être suffisante pour permettre le passage du tuyau et l'installation adéquate de l'adaptateur pour puits de garage.

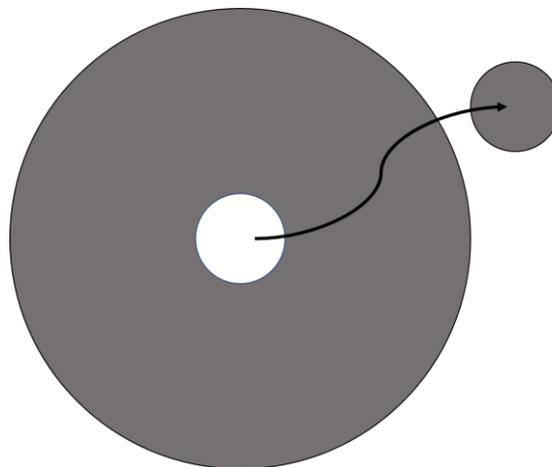


Figure 14. Préparation du couvercle.

➤ Étape 2

Séparez l'adaptateur pour puits de garage en 3 pièces distinctes.

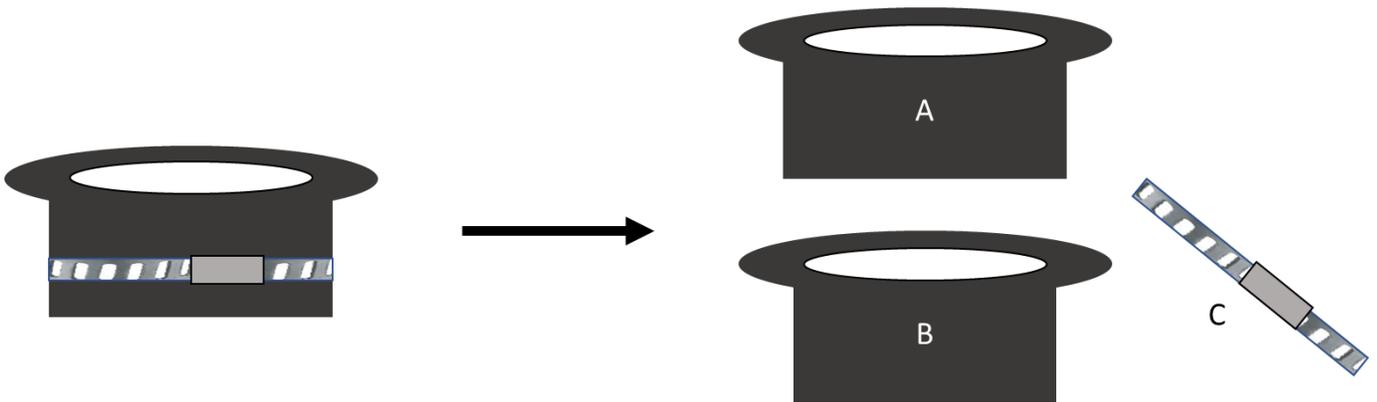


Figure 15. Préparations de l'adaptateur pour puits de garage.

➤ Étape 3

Appliquez le scellant thermoplastique autour du trou dans le couvercle, sur les deux surfaces (extérieure et intérieure).

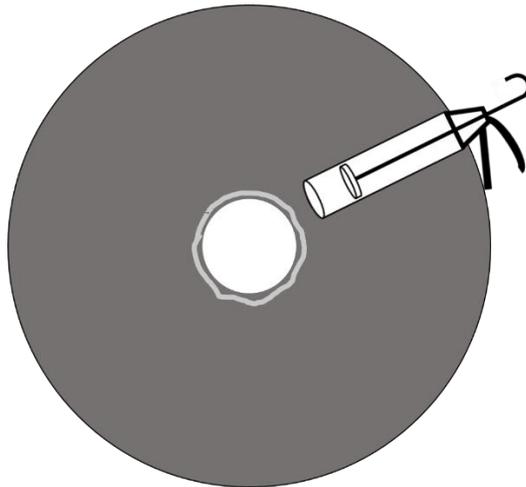


Figure 16. Préparation du couvercle pour garantir une bonne étanchéité.

➤ Étape 4

Installez l'adaptateur sur le couvercle. Prenez bien soin d'écraser fermement le caoutchouc dans le scellant pour s'assurer de la solidité et une étanchéité du détournateur. Ne pas serrer le collier de serrage à cette étape.

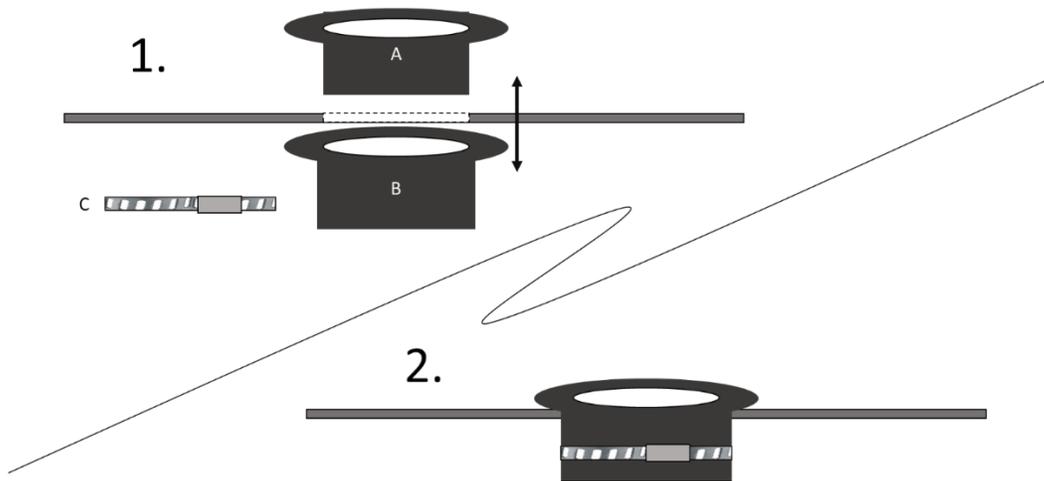


Figure 17. Installation de l'adaptateur pour puits de garage.

➤ Étape 5

Coller le réduct BNQ 4'' à 3'' M – F dans la partie coudée du T – Y 4''

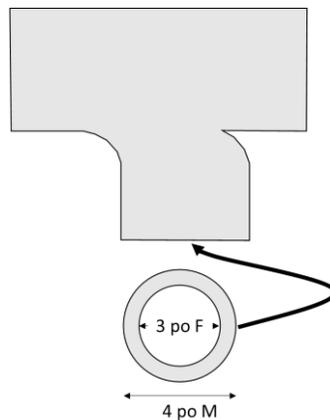


Figure 18. Montage du réduct.

➤ Étape 6

Collez la section de tuyau BNQ 3'' et la section de tuyau de drainage BNQ 4'' ocre ferreuse au réduit BNQ 4'' à 3'' F – F.

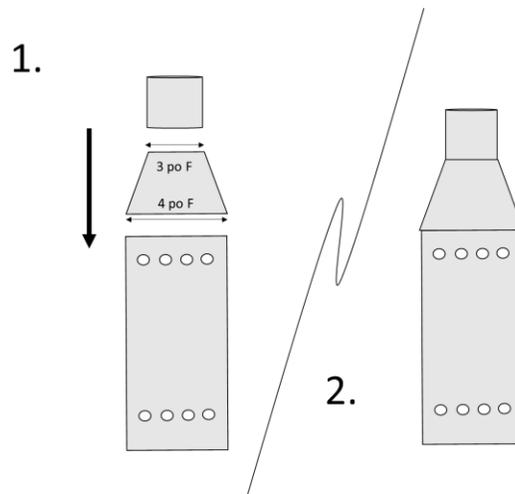


Figure 19. Assemblage du tuyau de drainage.

➤ Étape 7

Retournez le cône et insérez la balle en polypropylène.

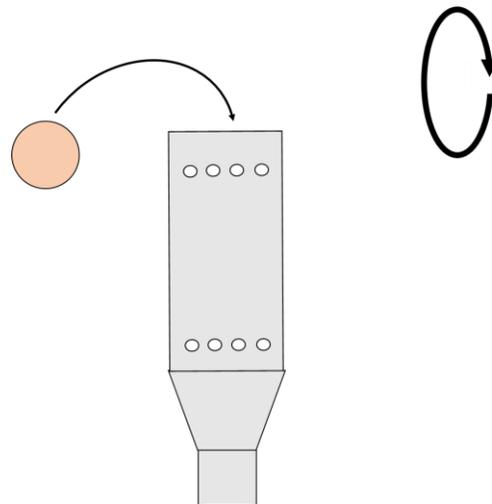


Figure 20. Montage du cône.

➤ Étape 8

Refermez le cône avec la grille BNQ 4". À cette étape, vous pouvez coller la grille, ou la mettre en place et la bloquer avec deux vis #8, 3/8". Ces dernières permettront de retirer la grille pour faciliter le nettoyage, si nécessaire.

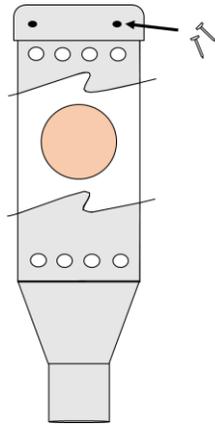


Figure 21. Montage de la grille.

➤ Étape 9

En passant à travers l'adaptateur à puits de garage, collez le tuyau BNQ 3" à la partie femelle du réducteur BNQ 4" à 3", préalablement collé dans le T – Y BNQ 4". Serrez le collier de serrage pour consolider l'assemblage.

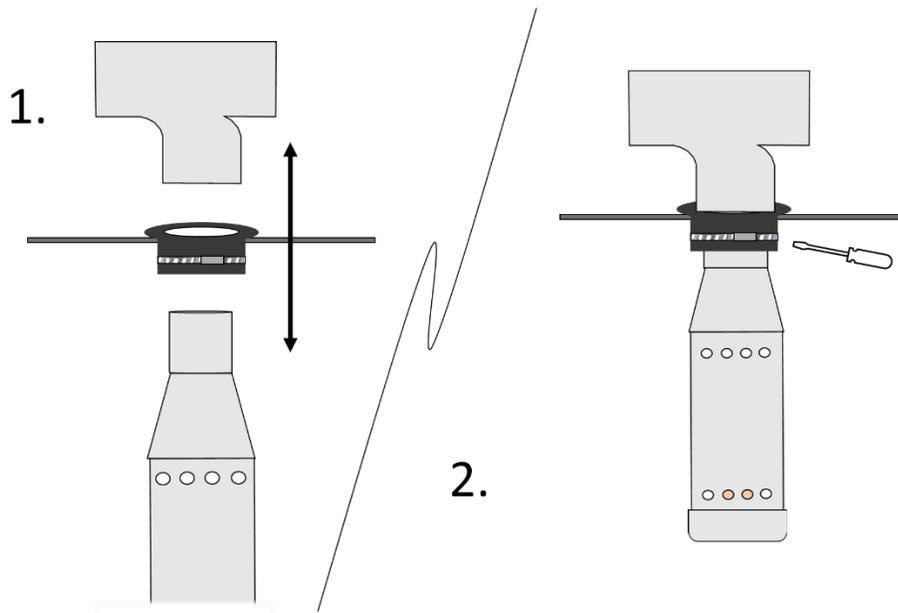


Figure 22. Assemblage des différentes parties.

➤ Étape 10

Refermez le baril avec l'assemblage et reliez le détournateur aux différents équipements de captage en amont et en aval. Attention, l'orientation du T – Y BNQ 4'' est important pour s'assurer de capter tout le volume de la « première eau », soit le premier 0,5 mm de l'épisode de précipitation.

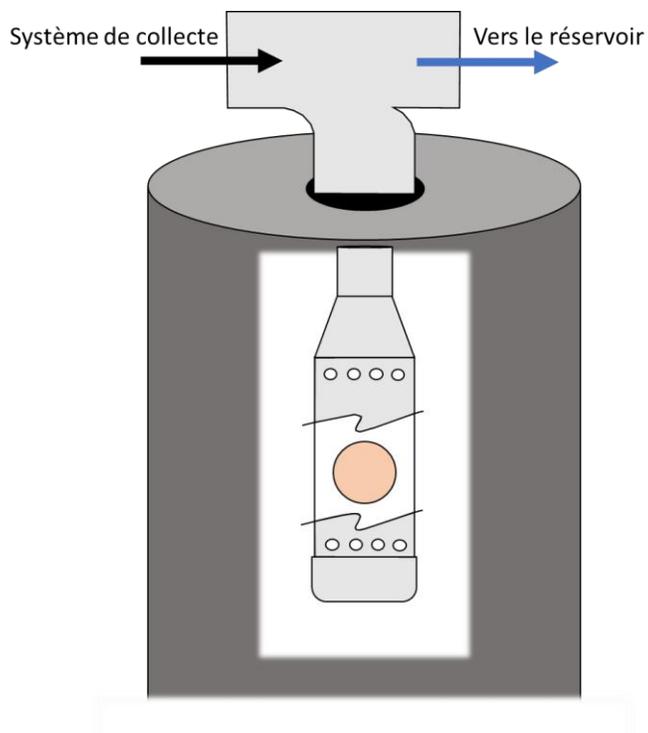


Figure 23. Montage final et installation du détournateur.

➤ Étape 11

Percez un trou à l'aide de la mèche de 15/64'' dans la partie la plus basse du bassin pour éviter d'avoir de l'eau stagnante une fois le détournateur drainé. Cette étape permet d'évacuer l'eau du détournateur lorsqu'il n'y a plus de captage. Il permet au détournateur d'être complètement vide pour la prochaine pluie. Le trou proposé ici permet une bonne évacuation de l'eau et des éléments contaminants tout en réduisant le risque qu'il s'obstrue. Selon les conditions de l'installation, le trou pourrait être plus petit ou plus grand. Conseil : débutez avec un trou de plus petite dimension et validez l'efficacité du système de drainage. Agrandissez le trou au besoin, si une problématique de colmatage est observée.

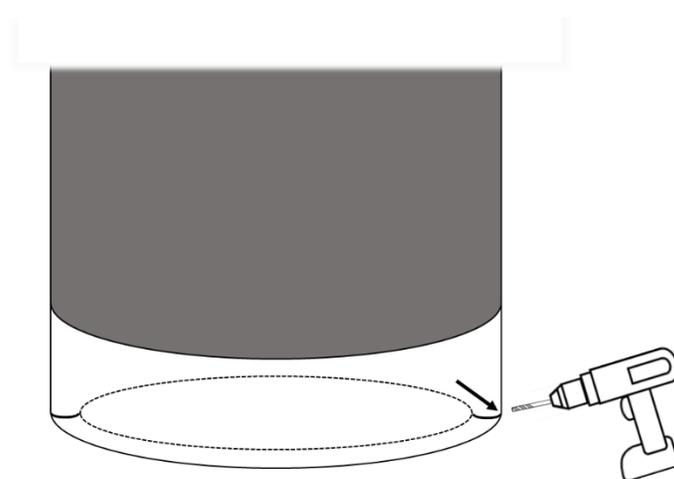


Figure 24. Emplacement du trou de drainage.

➤ Montage du détournateur terminé

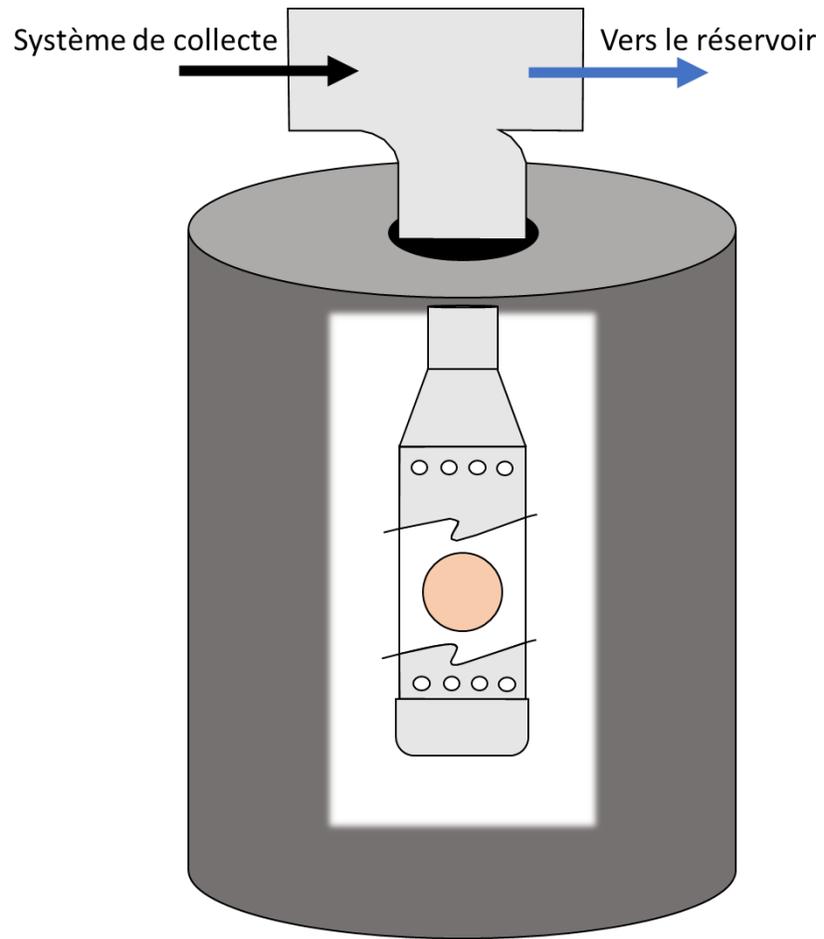


Figure 25. Vue du détournateur.



Projet pilote sur la valorisation de l'eau
provenant des précipitations dans la filière
des productions horticoles

Analyse économique finale

Projet no.400244

19 mars 2024

Table des matières

MISE EN CONTEXTE.....	5
Mandat.....	5
Réserves et limites.....	5
Assurance qualité.....	5
APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE.....	5
Méthode D.I.R.T.A.....	6
SCÉNARIOS.....	7
SCÉNARIO 1 : Traitements phytosanitaires.....	8
Option 1 : Installation pour le captage.....	8
Option 2 : Creusage d'un étang d'une capacité de 500 m ³	9
Option 3 : Coût de construction d'un puits artésien de 20,3 cm.....	9
Comparaison des options d'approvisionnement en eau utilisées pour les traitements phytosanitaires.....	10
SCÉNARIO 2 : Lavage des produits agricoles.....	11
Option 1 : Installation pour le captage.....	11
Option 2 : Coût de construction d'un puits artésien de 20,3 cm.....	12
Option 3 : Transport de l'eau.....	12
Comparaison des trois options pour le lavage des produits agricoles.....	13
SCÉNARIO 3 : Eau utilisée dans les bâtiments qui hébergent la main-d'œuvre sur la ferme.....	13
Option 1 : Installation pour le captage.....	13
Option 2 : Coût de construction d'un puits artésien de 20,3 cm.....	14
Option 3 : Transport de l'eau.....	14
Comparaison des trois options pour l'hébergement de la main-d'œuvre étrangère.....	15
SCÉNARIO 4 : Irrigation de framboisiers en pots sous abri.....	16
Option 1 : Creusage d'un étang de 5 000 m ³	16
Option 2 : Creusage d'un étang de 1 500 m ³	16
DISCUSSION.....	17
ANNEXES.....	19
RÉFÉRENCES.....	20

Liste des tableaux

Tableau 1. Taux du D.I.R.T.A.....	6
Tableau 2. Frais annuels du système de captage des traitements phytosanitaires	8
Tableau 3. Frais annuels du creusage d'un étang de 500 m ³	9
Tableau 4. Coût de construction d'un puits artésien	10
Tableau 5. Frais annuels pour la construction d'un puits artésien	10
Tableau 6. Coûts des différentes options pour répondre au besoin en eau des traitements phytosanitaires	11
Tableau 7. Frais annuels du système de captage pour le lavage des produits agricoles	12
Tableau 8. Coûts des différentes options pour répondre au besoin en eau pour le lavage des produits agricoles	13
Tableau 9. Frais annuels du système de captage pour l'hébergement de la main-d'œuvre.....	14
Tableau 10. Coûts des différentes options pour répondre au besoin en eau pour l'hébergement de la main-d'œuvre	15
Tableau 11. Frais annuels pour le creusage d'un étang de 5 000 m ³	16
Tableau 12. Frais annuels pour le creusage d'un étang de 1 500 m ³	16
Tableau 13: Coûts totaux, coût annuel et coûts par m ³ d'eau valorisable des différentes options des quatre scénarios	19

Liste des figures

Figure 1. Présentation des scénarios et des options.....	7
Figure 2. Coûts des installations de captage d'eau pour les traitements phytosanitaires	8
Figure 3. Coûts des installations de captage d'eau pour le lavage des produits agricoles	12
Figure 4. Coût du transport de l'eau selon le besoin comblé en eau pour le lavage des produits agricoles.....	13
Figure 5. Coûts des installations de captage d'eau pour l'hébergement de la main-d'œuvre	14
Figure 6. Coût du transport de l'eau selon le besoin comblé en eau pour l'hébergement de la main-d'œuvre	15
Figure 7. Coûts annuels au m ³ d'eau valorisé de chacune des options par scénario (\$/m ³).....	17

MISE EN CONTEXTE

Mandat

L'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) réalise le « Projet pilote sur la valorisation de l'eau provenant des précipitations dans la filière des productions horticoles ». L'Institut a sollicité l'appui du Centre d'études sur les coûts de production en agriculture (CECPA) pour la réalisation de l'analyse économique de divers scénarios basés sur les données collectées. Notre mandat consiste à faire une évaluation économique de divers scénarios conçus avec les données collectées par l'IRDA. Notre démarche consiste à :

- Organiser l'information agronomique pour en faire une analyse économique ;
- Déterminer les coûts liés aux scénarios ;
- Appuyer l'analyse des résultats et des constats.

Réserves et limites

Ce rapport présente des analyses basées sur plusieurs scénarios à propos de situations complexes et multifactorielles. Le CECPA utilise, parmi les données disponibles, celles ayant la meilleure représentativité possible afin de présenter des scénarios réalistes et crédibles. Toutefois, les réalités de plusieurs entreprises peuvent différer des scénarios proposés.

Ce rapport est préparé à la demande de l'IRDA dans le cadre du projet mentionné ci-haut. Toute diffusion nécessite une permission écrite de l'IRDA ou du CECPA. Nous n'assumons aucune responsabilité pour des pertes qui pourraient être occasionnées aux parties en cause, à leurs partenaires, à leurs administrateurs, à leurs employés ou à toute autre partie, à la suite de la circulation de la référence ou de l'utilisation de ce rapport. Pour finir, le CECPA se réserve le droit de réviser ses constats et ses conclusions si des informations pertinentes, antérieurement non disponibles ou non fournies, lui étaient communiquées subséquemment.

Assurance qualité

Un protocole de vérification interne a été établi afin de valider les processus d'analyse. Celui-ci a démontré l'absence d'anomalies significatives.

APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

L'objectif de l'analyse est d'évaluer les coûts associés à divers scénarios présentés par l'IRDA. Quatre scénarios de consommation d'eau pour des usages agricoles ont été élaborés par l'IRDA : les traitements phytosanitaires, le lavage des produits agricoles, les bâtiments hébergeant la main-d'œuvre agricole et l'irrigation de culture sous abri. Pour chaque scénario, deux à trois options d'approvisionnement en eau sont étudiées. Dans l'ensemble des scénarios, une option de système de captage de l'eau de pluie est comparée à une à deux options alternatives.

L'IRDA a fourni les données techniques et économiques des systèmes de captage obtenues durant le projet pilote effectué sur l'Île d'Orléans. Cela comprend notamment les coûts d'installation et la capacité de captage des réserves. Les frais de main-d'œuvre inclus dans les coûts d'installation des systèmes de captage présentés dans l'analyse comprennent différents corps de métiers dans la construction tels que des électriciens, des plombiers et des ouvriers spécialisés en soudure. Le CECPA a déterminé le coût pour les options alternatives tels que la construction d'un puits artésien, le creusage d'un étang et le transport d'eau potable.

Le rapport détaille les coûts pour chacune des options. La comparaison de ces coûts pour chacun de ces scénarios est présentée dans la discussion.

Méthode D.I.R.T.A.

Pour estimer les frais annuels de possession d'un bien pendant sa vie économique, le CECPA utilise la méthode de calcul D.I.R.T.A. La vie économique d'un actif représente la période pendant laquelle il peut raisonnablement remplir sa fonction dans des conditions d'utilisation normales. Dans l'ensemble des situations présentées, il a été établi qu'elle était de 20 ans. La méthode D.I.R.T.A. prend en compte la dépréciation du bien (amortissements), les frais d'intérêts payés pour l'emprunt, les réparations et l'entretien nécessaires durant toute la vie de l'équipement, les taxes et les assurances. Ces coûts sont estimés à l'aide de pourcentages appliqués sur la valeur à neuf de l'équipement inspirés de l'AGDEX 824/825a 2023 *Loyer annuel* du Centre de Référence en Agriculture et Agroalimentaire du Québec (CRAAQ). Ces pourcentages sont présentés au Tableau 1.

Tableau 1. Taux du D.I.R.T.A.

Éléments	Pourcentage (%)
D (Dépréciation)	4,75
I (Intérêt)	3,99
R (Réparations et entretien)	1 à 4 ¹
T (Taxes foncières)	-
A (Assurances)	0,39
Total	10 à 14

¹ 1 % pour le puits artésien et 4 % pour les étangs et les systèmes de captage

² Adapté du CRAAQ (2023)

Pour la dépréciation (D), une valeur résiduelle de 5 % est considérée. Le taux d'intérêt (I) sur est basé une moyenne des cinq dernières années des taux utilisés pour les prêts hypothécaires non résidentiels (Statistique Canada, 2023). Les coûts de réparation et d'entretien (R) sont variables selon la durabilité de l'équipement et son utilisation. Pour l'entretien d'un puits artésien, 1 % a été établi et 4% pour les étangs et les systèmes de captage. Aucun taux de taxation (T) n'est retenu dans ce cas-ci. En ce qui concerne l'assurance (A), le taux retenu est une moyenne des taux suggérés par le CRAAQ (2023), réduits de 20 % pour tenir compte que le montant assuré représente généralement 80 % du coût de remplacement à neuf.

SCÉNARIOS

Les scénarios sont divisés en quatre catégories en fonction de l'utilisation de l'eau. Les quatre principaux usages de l'eau comprennent :

1. Les traitements phytosanitaires;
2. Lavage des produits agricoles ;
3. L'eau utilisée dans les bâtiments servant à héberger la main-d'œuvre sur la ferme ;
4. L'irrigation des framboisiers cultivés en pots sous abri.

Cette segmentation permet une analyse précise de la consommation d'eau selon chaque usage, ce qui facilite l'identification de solutions adaptées. En effet, puisque le besoin en eau diffère selon les usages, la convenance des options varie.

La Figure 1 présente les options étudiées pour les scénarios mentionnés précédemment :

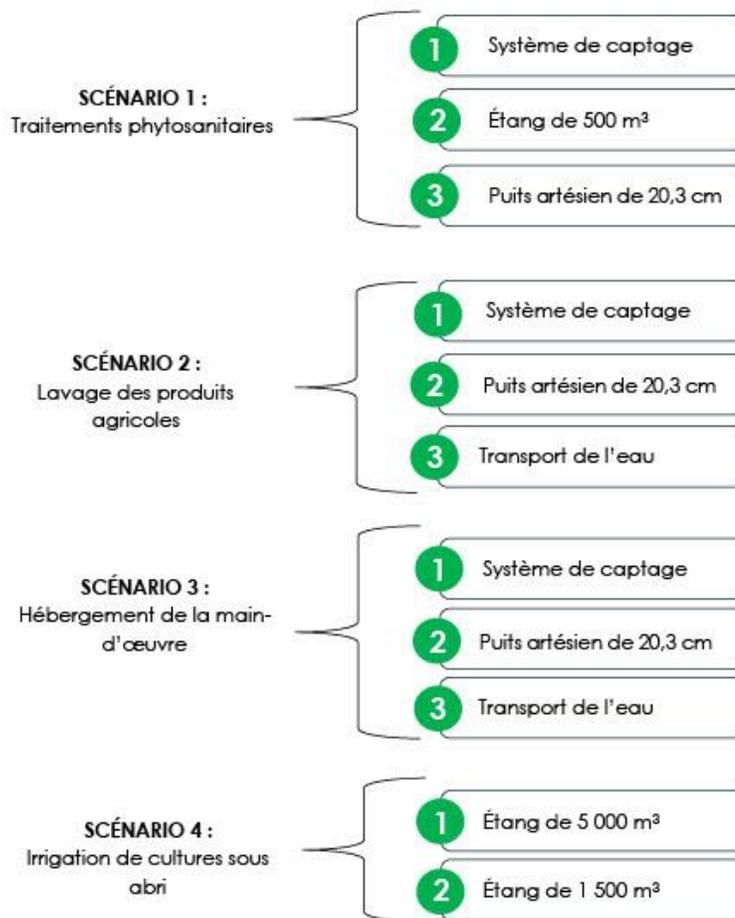


Figure 1. Présentation des scénarios et des options

SCÉNARIO 1 : Traitements phytosanitaires

Le scénario 1 réfère au besoin en eau pour les traitements phytosanitaires d'une entreprise dont la production principale est la pomme de terre. Ce type de besoin varie considérablement en fonction de différents facteurs agronomiques et climatiques. Le scénario retenu implique « 13 tours d'applications » où l'ensemble des superficies à traiter sont couvertes en une journée et où au moins sept jours séparent deux tours. La période considérée est circonscrite entre le 15 mai et le 31 août. Le besoin en eau par tour est évalué à 35 m³, conséquemment le besoin annuel est de 455 m³. Pour répondre au besoin annuel, trois options sont envisagées :

1. Les installations de captage par l'IRDA ;
2. Le creusage d'un étang d'une capacité de 500 m³ ;
3. La construction d'un puits artésien.

Option 1 : Installation pour le captage

Durant les périodes de traitement 2021, 2022 et 2023, une moyenne de 293 m³ d'eau de précipitation ont été captés. Toutefois, un réservoir plein au moment d'un épisode de pluie, ne peut pas valoriser l'ensemble des précipitations reçues. Ainsi une moyenne de 191 m³ d'eau ont pu être valorisés. En doublant la superficie de captage actuelle, qui est de 425 m², l'eau valorisable serait de 260 m³, pour un total potentiel de 586 m³.

Le système de captage est installé sur une toiture. Le stockage de l'eau captée se fait dans un réservoir d'une capacité totale de 20 m³. Il faut ajouter 3 m³ à cette capacité de stockage, soit le réservoir du pulvérisateur. Le coût total d'installation de ce système s'élève à 35 500 \$ (hormis ce qui a trait au pulvérisateur). Les matériaux constituent la part prédominante, représentant environ 72 % de ce coût global (figure 2).

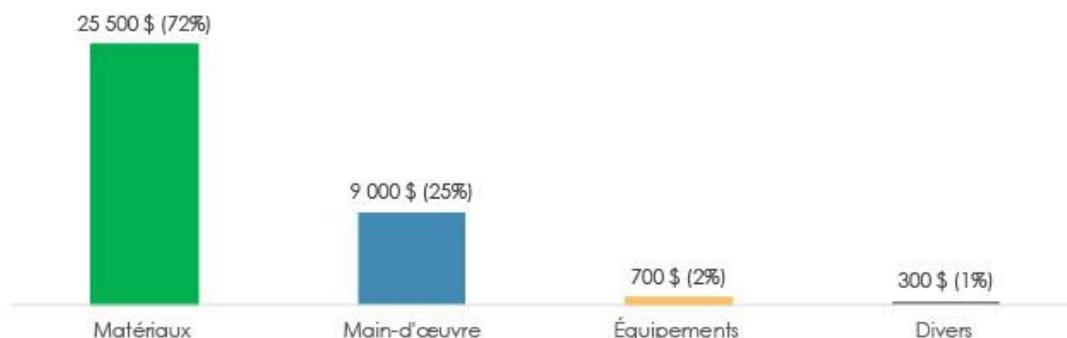


Figure 2. Coûts des installations de captage d'eau pour les traitements phytosanitaires

La méthode D.I.R.T.A. permet de calculer les frais annuels des différentes options. Les taux ainsi que les valeurs monétaires retenues sont présentés au tableau 2.

Tableau 2. Frais annuels du système de captage des traitements phytosanitaires

Éléments	Pourcentage (%)	Montant (\$)
D (Dépréciation)	4,75	1 686
I (Intérêt)	3,99	1 416
R (Réparations et entretien)	4	1 420
T (Taxes foncières)	-	-
A (Assurances)	0,39	138
Total	13	4 661

Option 2 : Creusage d'un étang d'une capacité de 500 m³

Les coûts d'aménagement d'un étang varient en fonction de sa taille et des différentes étapes du projet. Pour un étang de petite taille, les coûts s'élèvent à 14,15 \$/m³, tandis que pour un étang de grande taille, le coût est légèrement inférieur, à environ 8,13 \$/m³ (ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ), 2023). Ces coûts comprennent les différentes phases du projet, telles que la planification, la construction et la finition. La planification englobe l'obtention des permis municipaux, les études professionnelles et l'évaluation de la nappe phréatique. La construction comprend l'excavation et le nivellement autour de l'étang, tandis que la finition implique l'installation de bandes riveraines, de clôtures et éventuellement d'un système d'aération. Ces coûts sont forfaitaires et englobent à la fois la main-d'œuvre spécialisée et les dépenses liées à la machinerie. Les coûts peuvent varier de 3,44 à 7,61 \$/m³ si aucune clôture ni bande riveraine n'est installée. Cependant, si des éléments tels que le transport des déblais ou l'étanchéification de l'étang sont nécessaires, les coûts peuvent grimper jusqu'à environ 18,52 \$/m³ (MAPAQ, 2023). D'un autre côté, le producteur agricole peut faire des économies en réalisant certaines étapes ou s'il a des équipements pouvant être utilisés dans le processus.

Dans le contexte de notre analyse, 14,15 \$/m³ a été considéré pour les petites étangs (de 500 m³ à 1 500 m³) et 8,13 \$/m³ pour les étangs de grande taille (5 000 m³). En effectuant un calcul pour un étang d'une capacité de 500 m³, les coûts totaux seraient d'environ 7 000 \$. Cependant, il est important de prendre en compte toutes les variables spécifiques au projet lors de l'estimation des coûts d'aménagement d'un étang. Dans le tableau 3, les frais annuels de l'excavation de l'étang sont présentés.

Tableau 3. Frais annuels du creusage d'un étang de 500 m³

Éléments	Pourcentage (%)	Montant (\$)
D (Dépréciation)	4,75	336
I (Intérêt)	3,99	282
R (Réparations et entretien)	4	283
T (Taxes foncières)	-	-
A (Assurances)	0,39	28
Total	13	929

Option 3 : Coût de construction d'un puits artésien de 20,3 cm

Lors de l'aménagement d'un puits artésien, plusieurs variables entrent en jeu et peuvent influencer considérablement le coût total du projet. Voici les différents facteurs pouvant faire augmenter le coût de construction :

- Profondeur hors-norme du puits artésien ;
- Utilisation de matériaux spéciaux ;
- Nécessité de faire de l'hydrofracturation ;
- Conditions de sol difficiles nécessitant des ajustements (ex. : crépine, collerette de scellant) ;
- Système de pompage hors-norme ;
- Un accès difficile au site ;
- Emplacement de la foreuse instable ;
- Faible disponibilité de l'eau.

Le coût total pour la construction d'un puits artésien est présenté ci-dessous (tableau 4). Toutefois, les montants peuvent varier selon les différents éléments énumérés précédemment.

Tableau 4. Coût de construction d'un puits artésien

	Montant (\$)
Mobilisation foreuse	350
Forage puits artésien	7 000
Tuyau	900
Soudure	250
Sabot d'enfoncement	450
Couvercle scellé anti-vermine	200
Collerette à la bentonite	2 500
Système de pompage	6 500
Coût total	18 150

À l'aide de la méthode D.I.R.T.A., les frais annuels pour la construction d'un puits artésien s'élèvent à 1 839 \$ (tableau 5).

Tableau 5. Frais annuels pour la construction d'un puits artésien

Éléments	Pourcentage (%)	Montant (\$)
D (Dépréciation)	4,75	862
I (Intérêt)	3,99	724
R (Réparations et entretien)	1	182
T (Taxes foncières)	-	-
A (Assurances)	0,39	71
Total	10	1 839

En résumé, plusieurs variables doivent être prises en compte lors de l'estimation des coûts d'un puits artésien, et il est important de travailler en étroite collaboration avec des professionnels qualifiés pour élaborer un budget réaliste et précis pour le projet.

Comparaison des options d'approvisionnement en eau utilisées pour les traitements phytosanitaires

Comme mentionné précédemment, trois options sont analysées pour répondre au besoin d'approvisionnement en eau pour les traitements phytosanitaires (tableau 6).

Option 1 : Un investissement de 35 500 \$ est requis pour la mise en place d'un système de captage sur la toiture d'un bâtiment. Ce système offre une solution pour collecter l'eau de pluie, mais ne comble pas complètement le besoin en eau pour les traitements phytosanitaires. Le besoin par « tour d'applications » est de 35 m³, mais la capacité du réservoir est de 20 m³. Ce réservoir, combiné à la capacité du pulvérisateur (3 m³), ne permet pas de répondre au besoin d'un tour complet.

Option 2 (étang) : Pour un coût de 7 000 \$, cette option considère la construction d'un étang d'une capacité de 500 m³.

Option 3 (puits) : La troisième option comprend la construction d'un puits artésien. Bien que cela représente un investissement plus important que l'option 2, avec un coût total de 18 150\$, cette option pourrait offrir une solution fiable pour répondre aux besoins en eau du projet si la capacité du puits est suffisante (débit).

Chacune de ces options présente des avantages et des inconvénients en termes de coûts initiaux et de fiabilité à long terme. Le choix final dépendra des besoins spécifiques du producteur, de la disponibilité des ressources en eau et des contraintes budgétaires.

Tableau 6. Coûts des différentes options pour répondre au besoin en eau des traitements phytosanitaires

	Option 1	Option 2	Option 3
	Système de captage	Étang	Puits artésien
Vie économique (an)	20	20	20
Frais annuels (\$)	4 661	929	1 839
Coûts initiaux (\$)	35 500	7 000	18 150

Comme mentionner précédemment, les frais annuels ont été calculés avec la méthode D.I.R.T.A. ainsi, le montant comprend un pourcentage pour la dépréciation, les intérêts, les réparations et l'entretien et pour les assurances.

SCÉNARIO 2 : Lavage des produits agricoles

L'usage de l'eau dans ce scénario est destiné au lavage des produits agricoles, tels que des fruits et légumes. Dans le contexte analysé, la cible d'approvisionnement en eau a été fixée à 4 m³ par jour durant la période comprise entre le 1^{er} juillet et le 15 septembre. Durant cette période, il est prévu de laver des légumes durant 55 jours (en moyenne cinq jours par semaine), ce qui se traduit par un besoin total de 220 m³. Trois options sont envisagées pour l'approvisionnement en eau de ce scénario :

1. Les installations de captage installées par l'IRDA ;
2. La construction d'un puits artésien ;
3. L'achat et le transport d'eau.

Le système de captage est basé sur la collecte d'eau de pluie à partir des toitures. La surface totale de captage est de 397 m², ce qui permet de collecter, en moyenne (2021, 2022 et 2023) 274 m³ d'eau où 154 m³ peuvent être valorisés. En doublant la superficie de captage (794 m²), 547 m³ pourraient être captés et 208 m³, valorisé.

Option 1 : Installation pour le captage

Les installations de captage d'eau de pluie installées par l'IRDA comprennent un réservoir d'une capacité de 20 m³. Ce volume de stockage permet de répondre au besoin de l'entreprise durant cinq jours consécutifs sans précipitations. Les coûts de ce système se répartissent comme suit : 11 000 \$ pour les matériaux, 9 000 \$ pour la main-d'œuvre, 2 000 \$ pour les équipements, et 300 \$ pour divers frais. Le coût total de l'installation est de 22 300 \$ (figure 3).

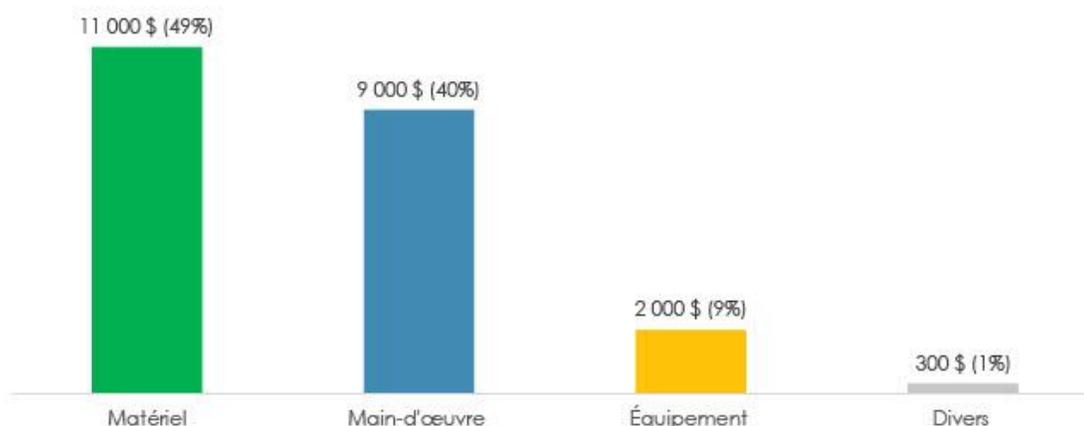


Figure 3. Coûts des installations de captage d'eau pour le lavage des produits agricoles

Annuellement, les coûts pour le système de captage d'eau installé sont de 2 928 \$ (tableau 7).

Tableau 7. Frais annuels du système de captage pour le lavage des produits agricoles

Éléments	Pourcentage (%)	Montant (\$)
D (Dépréciation)	4,75	1 059
I (Intérêt)	3,99	890
R (Réparations et entretien)	4	892
T (Taxes foncières)	-	-
A (Assurances)	0,39	87
Total	13	2 928

Option 2 : Coût de construction d'un puits artésien de 20,3 cm

Le coût de construction d'un puits artésien de 20,3 cm de diamètre s'élève à 18 150 \$. Pour plus de détails sur les composantes spécifiques de ce coût, veuillez-vous référer au Tableau 4. Comme présenté au scénario 1, les frais annuels pour un puits artésien de 20,3 cm sont de 1 839 \$.

Option 3 : Transport de l'eau

Dans le contexte de l'usage de l'eau pour le lavage de produits agricoles, l'eau doit être potable. Le transport de l'eau se fait avec une citerne ayant une capacité de 30 000 litres. Le besoin est d'environ 4 000 L par jour. La période considérée dans l'analyse est de 55 jours. Il faut donc sept citernes pour répondre au besoin total s'élevant à 220 000 litres pour l'ensemble de la saison. Le coût total comprend le coût de la citerne, le certificat de lavage de celle-ci et l'analyse de l'eau. Ajoutons à cela le taux par kilométrage pour un rayon de 30 km.

Le coût du transport ne considère pas le stockage de l'eau. Le coût de transport de l'eau varie de 2 200 \$ à 8 500 \$ selon le besoin en eau à combler (figure 4).

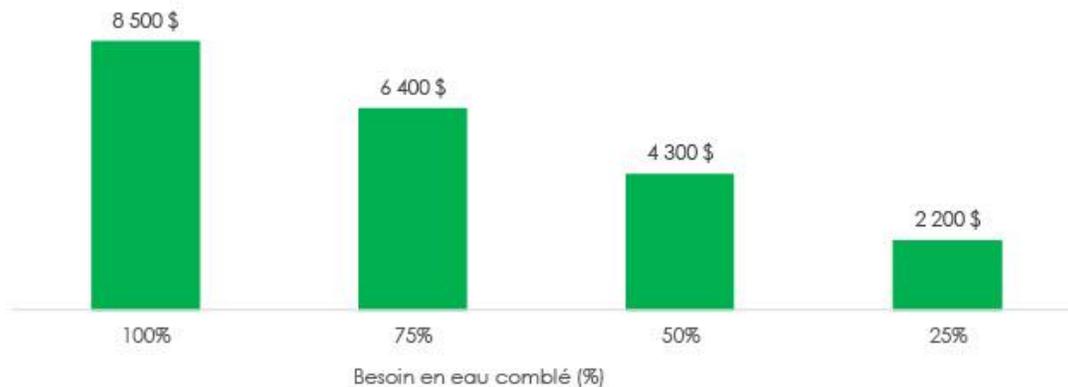


Figure 4. Coût du transport de l'eau selon le besoin comblé en eau pour le lavage des produits agricoles

Comparaison des trois options pour le lavage des produits agricoles

Les trois options proposées présentent leurs avantages et leurs inconvénients. L'option 1, avec un coût total de 22 300 \$, offre une solution relativement abordable, mais pourrait être limitée en cas de sécheresse prolongée. L'option 2 comprend la construction d'un puits artésien pour un investissement de 18 150 \$. Enfin, l'option 3, avec un coût total de 8 500 \$, propose une solution alternative en utilisant le transport de l'eau, mais ne peut être considérée comme un investissement à long terme. Elle est la plus coûteuse, car chaque année le même montant ou plus doit être payé. (tableau 8). Le choix de l'option la plus adaptée dépendra des besoins spécifiques de l'exploitation agricole, de ses ressources financières disponibles et de son environnement local.

Tableau 8. Coûts des différentes options pour répondre au besoin en eau pour le lavage des produits agricoles

	Option 1	Option 2	Option 3
	Système de captage	Puits artésien	Transport de l'eau
Vie économique (an)	20	20	0
Frais annuels (\$)	2 928	1 839	8 500
Coûts initiaux (\$)	22 300	18 150	8 500

SCÉNARIO 3 : Eau utilisée dans les bâtiments qui hébergent la main-d'œuvre sur la ferme

Le scénario 3 considère l'utilisation de l'eau pour les blocs sanitaires des bâtiments qui abritent la main-d'œuvre. L'IRDA a déterminé un besoin en eau de 3 m³ par jour pour deux bâtiments qui hébergent 40 ouvriers, et ce, du 1^{er} mai au 15 octobre. Le besoin total est donc de 504 m³. Pour répondre à l'approvisionnement en eau de ce scénario, trois options ont été envisagées :

1. Les installations de captage par l'IRDA ;
2. La construction d'un puits artésien ;
3. L'achat et le transport d'eau.

Option 1 : Installation pour le captage

Le système de captage, comme les précédents, implique un captage avec une toiture. La surface de captage est de 280 m² et le réservoir à une capacité de 36 m³. Le réservoir est souterrain. C'est pourquoi les coûts de construction sont plus élevés en raison des défis techniques et logistiques impliqués dans la construction et l'installation de

structures souterraines. Cette installation permet de récupérer et de valoriser, en moyenne (2021, 2022 et 2023), 193 m³ d'eau. En doublant la superficie de captage (560 m²), 386 m³ pourraient être captés et 369 m³ valorisés. En évaluant les coûts associés à ce système, nous constatons que le total s'élève à 47 800 \$. La main-d'œuvre nécessaire pour l'installation et la mise en service du système représente une part significative de ces coûts, s'élevant à 16 000 \$. Ce sont les matériaux qui constituent la composante la plus onéreuse du projet, représentant 48 % du coût total. Les équipements nécessaires pour compléter l'installation représentent un coût de 8 500 \$. Enfin, des dépenses diverses d'un montant de 300 \$ sont également considérées (figure 4).

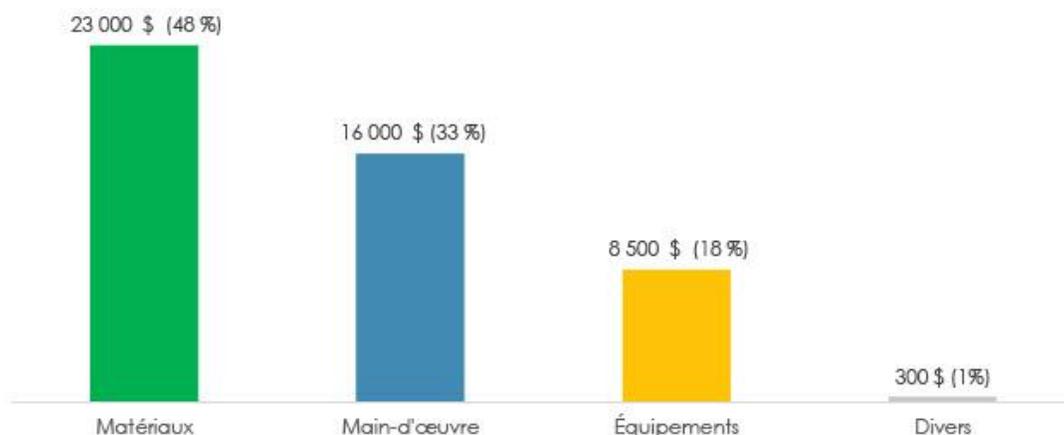


Figure 5. Coûts des installations de captage d'eau pour l'hébergement de la main-d'œuvre

Les coûts à considérer annuellement pour ce système sont d'environ 6 276 \$ (tableau 9).

Tableau 9. Frais annuels du système de captage pour l'hébergement de la main-d'œuvre

Éléments	Pourcentage (%)	Montant (\$)
D (Dépréciation)	4,75	2 270
I (Intérêt)	3,99	1 907
R (Réparations et entretien)	4	1 912
T (Taxes foncières)	-	-
A (Assurances)	0,39	186
Total	13	6 276

Option 2 : Coût de construction d'un puits artésien de 20,3 cm

Les détails sur les composantes considérées dans le coût de puits artésien sont présentés au Tableau 1. Le coût de construction total d'un puits artésien comprenant une pompe traditionnelle s'élève à 18 150 \$. Le coût annuel s'élève à 1 839 \$.

Option 3 : Transport de l'eau

Tout comme pour le scénario concernant le lavage des produits agricoles, l'approvisionnement en eau des blocs sanitaires des bâtiments qui hébergent les travailleurs nécessite de l'eau potable. Ainsi, il faut considérer l'analyse de l'eau et la certification de lavage de la citerne. La citerne est de 30 000 litres et le calcul est fait pour un rayon de 30 km. Le coût total pour le transport de l'eau varie de 4 800 \$ à 19 400 \$. La Figure 5 représente un coût du transport de l'eau selon le besoin comblé en eau pour les hébergements de travailleurs.

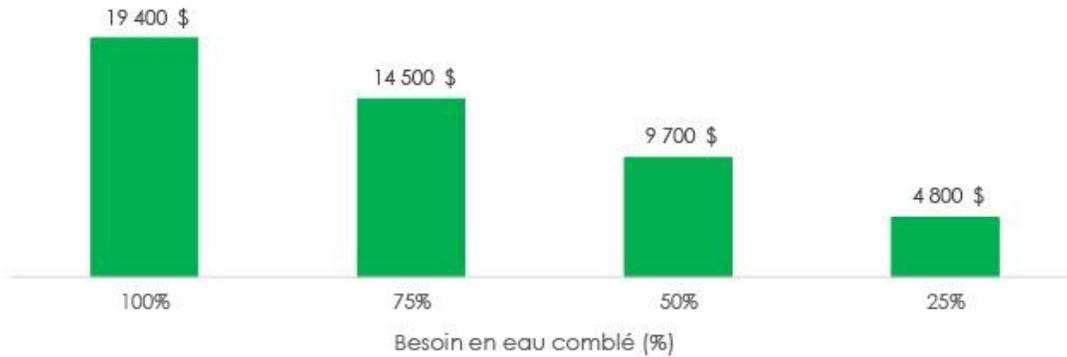


Figure 6. Coût du transport de l'eau selon le besoin comblé en eau pour l'hébergement de la main-d'œuvre

Comparaison des trois options pour l'hébergement de la main-d'œuvre étrangère

Pour répondre adéquatement à l'approvisionnement en eau pour l'hébergement de la main-d'œuvre étrangère, les options analysées ont un coût variant de 18 150 \$ à 47 800 \$ (tableau 10). Le coût du transport de l'eau n'inclut pas son entreposage sur l'entreprise.

Tableau 10. Coûts des différentes options pour répondre au besoin en eau pour l'hébergement de la main-d'œuvre

	Option 1	Option 2	Option 3
	Système de captage	Puits artésien	Transport de l'eau
Vie économique (an)	20	20	0
Frais annuels (\$)	6 276	1 839	19 400
Coûts initiaux (\$)	47 800	18 150	19 400

SCÉNARIO 4 : Irrigation de framboisiers en pots sous abri

Un essai de captage de l'eau de pluie a été fait avec des structures de type « tunnel parapluie » dans la production de framboisiers en pots. L'eau captée était ensuite acheminée vers un étang d'irrigation. L'usage quotidien en eau varie au courant de la saison, mais un besoin moyen de 40 m³/ha a été utilisé. Dans l'optique de garantir un approvisionnement adéquat, un objectif total de 4 320 m³ par hectare a été établi par l'IRDA (15 juin au 30 septembre). Cette installation permet de récupérer et de valoriser, en moyenne (2021, 2022 et 2023), 3 850 m³ d'eau. Pour combler les besoins en eau de ce scénario, deux options d'approvisionnement en eau sont envisagées :

1. Le creusage d'un étang de 5 000 m³ ;
2. L'utilisation du système de captage combiné au creusage d'un étang de 1 500 m³.

Option 1 : Creusage d'un étang de 5 000 m³

En prenant en compte une capacité d'un étang de 5 000 m³ ayant comme seule source d'approvisionnement l'eau provenant de la fonte de la neige, le coût total pour la construction de l'étang est estimé à 70 750 \$. Ce montant inclut les frais de la main-d'œuvre, les matériaux, l'équipement et toutes les dépenses associées à la réalisation du projet. Les détails concernant la construction d'un étang sont détaillés au scénario 1. Les frais annuels pour le creusage de l'étang sont de 9 289 \$ (tableau 11).

Tableau 11. Frais annuels pour le creusage d'un étang de 5 000 m³

Éléments	Pourcentage (%)	Montant (\$)
D (Dépréciation)	4,75	3 360
I (Intérêt)	3,99	2 823
R (Réparations et entretien)	4	2 830
T (Taxes foncières)	-	-
A (Assurances)	0,39	276
Total	13	9 289

Option 2 : Creusage d'un étang de 1 500 m³

En considérant que l'étang de l'option 1 pourrait profiter d'un approvisionnement supplémentaire de 3 850 m³ avec un système de captage, il est envisagé de réduire la taille de l'étang qui n'a plus à répondre à 100 % du besoin dès le départ. L'étang pour l'option 2 nécessite seulement une capacité de 1500 m³. Le creusage d'un étang de cette capacité s'élève à 12 200 \$. Le coût unitaire par m³ est de 8,13 \$. Sur une base annuelle, les coûts sont de 1 601 \$ (tableau 12).

Tableau 12. Frais annuels pour le creusage d'un étang de 1 500 m³

Éléments	Pourcentage (%)	Montant (\$)
D (Dépréciation)	4,75	580
I (Intérêt)	3,99	486
R (Réparations et entretien)	4	490
T (Taxes foncières)	-	-
A (Assurances)	0,39	48
Total	13	1 601

Le montant qui différencie les deux options pourrait être investi dans un système de captage. Ce montant s'élève à environ 58 550 \$.

DISCUSSION

Chacune des options pour les quatre scénarios basés sur l'usage de l'eau est présentée à la Figure 7 selon leur coût annuel par m³.

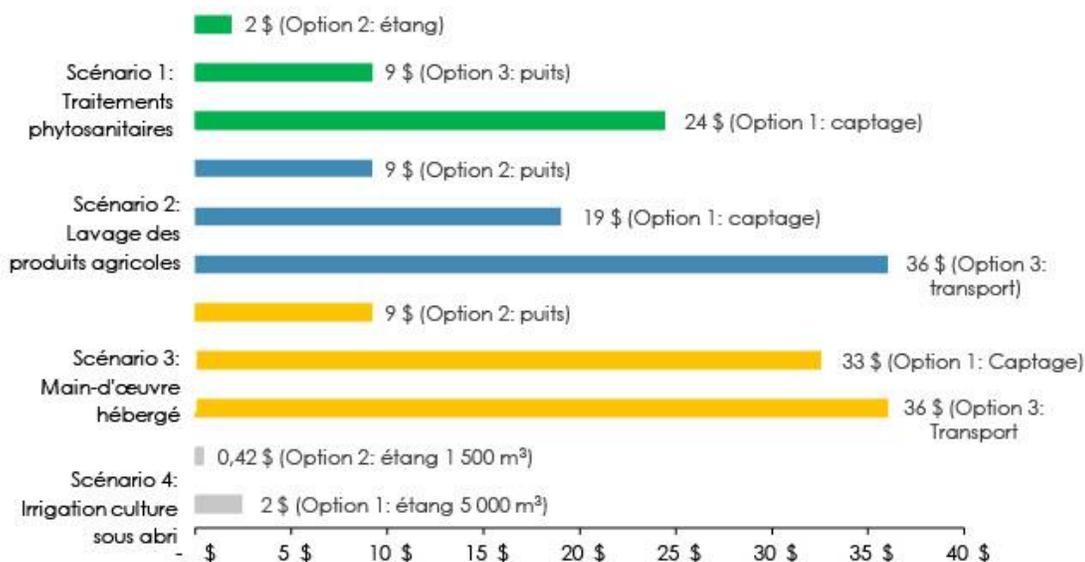


Figure 7. Coûts annuels au m³ d'eau valorisé de chacune des options par scénario (\$/m³)

Dans le cadre de l'approvisionnement en eau pour les traitements phytosanitaires (scénario 1), l'option 1 repose sur l'utilisation d'un système de captage des eaux de pluie, développé par l'IRDA. Ce système, dont le coût s'élève à 24 \$/m³ annuellement, bénéficie d'une technologie innovante et d'une bonne durabilité. La superficie de captage actuelle de 425 m² permet de valoriser 191 m³ d'eau. En doublant cette superficie, le potentiel de valorisation atteindrait 260 m³, ramenant le coût par m³ à 18 \$. Cette solution est indépendante de la disponibilité en eau en profondeur et dépend davantage des conditions météorologiques. Toutefois, certaines limites sont à considérer, tels que la capacité restreinte des réservoirs qui peut diminuer la quantité d'eau pouvant être valorisée. En revanche, l'option 2, consistant à creuser un étang d'une capacité de 500 m³ à un coût annuel de 2 \$/m³. Cependant, cette option reste limitée par la difficulté à trouver de l'eau en profondeur et par la présence significative de graviers dans les sols sur l'île, compromettant la rétention adéquate de l'eau. L'option 3, quant à elle, implique l'utilisation d'un puits artésien, revenant à 9 \$/m³. Cependant, elle est également confrontée aux mêmes contraintes que l'option 2 en termes de disponibilité d'eau en profondeur.

Dans le cadre du scénario 2 visant à assurer l'approvisionnement en eau pour le lavage des produits agricoles, tels que les fruits et les légumes, l'option 1 à un coût de 19 \$/m³ par année. Or, si la surface de captage de l'eau est doublée, le coût au m³ diminue à 14 \$, ce qui rend cette option plus compétitive. D'autre part, l'option 2 consiste à exploiter un puits artésien, avec un coût de 9 \$/m³, similaire à celui du scénario 1. Enfin, l'option 3 implique d'évaluer le coût du transport de l'eau. Bien qu'elle soit la moins chère en observant le coût total, revenant à 8 500 \$, il est important de noter que contrairement aux autres installations, les coûts de transport doivent être assumés année après année. Ainsi, le coût annuel est le plus élevé à 36 \$/m³. Cette option peut sembler économiquement avantageuse à court terme, mais elle comporte des risques à long terme en termes de coûts continus et de dépendance à l'égard des fournisseurs de services de transport. De plus, elle ne considère pas le stockage de l'eau suite au transport.

Le scénario 3 considère trois options distinctes pour répondre aux besoins en eau de la main-d'œuvre hébergée. La première option consiste en un système de captage à un coût annuel de 32 \$ par m³. Ce système de captage

présente un élément majeur influençant le coût: il est enterré sous terre, ce qui entraîne une augmentation des coûts d'installation. Cependant, en doublant la superficie de captage, passant ainsi de 193 m³ d'eau valorisée à 369 m³, le coût annuel diminue à 17 \$/m³. La deuxième option envisagée est celle d'un puits artésien, offrant une alternative plus traditionnelle, mais néanmoins efficace. À un coût annuel de 9 \$/m³, cette option présente un compromis entre efficacité et accessibilité financière. Comme mentionné précédemment, elle dépend toutefois de la quantité d'eau en profondeur qui est un enjeu important sur l'île. La troisième option est celle du transport de l'eau potable. Bien que moins coûteuse en termes de coût initial, cette option nécessite un transport continu de l'eau vers le site, ce qui peut s'avérer coûteux à long terme.

Dans le cadre spécifique de l'irrigation des tunnels de framboises, le scénario d'approvisionnement en eau se réduit à deux options distinctes. La première option implique l'excavation d'un étang plus grand, d'une capacité de 5 000 m³. Cette option offre une réserve d'eau suffisante pour combler les besoins en eau de la culture, elle a un coût annuel de 2 \$ par m³. La deuxième option consiste en l'excavation d'un étang de 1 500 mètres cubes avec un système de récupération d'eau de pluie, offrant une réserve d'eau suffisante pour répondre aux besoins d'irrigation des tunnels. Le coût annuel est de 0,42 \$ par m³ pour l'étang et ne considère pas le système de captage. En comparaison à l'option 1, une marge de 58 550 \$ peut être dégagée (par ha) avec le creusage d'un étang de plus petite dimension. Il existe encore une incertitude si cette marge pourrait couvrir les frais engendrés par l'installation d'un tel système.

En conclusion, il est essentiel de reconnaître que la solution optimale peut varier en fonction de multiples facteurs, et que la recherche continue et l'innovation seront nécessaires pour assurer un approvisionnement en eau durable et fiable pour les producteurs de l'île d'Orléans. Le choix de l'option la plus adaptée dépendra des besoins spécifiques de l'exploitation agricole, de ses ressources financières disponibles et de son environnement local.

ANNEXES

Tableau 13: Coûts totaux, coût annuel et coûts par m³ d'eau valorisable des différentes options des quatre scénarios

Scénario	Option	Description	Coûts initiaux(\$)	Coût annuel (\$)	Capacité de stockage d'eau (m ³)	Coût annuel par unité de stockage (\$/m ³)
Les traitements phytosanitaires	1	Système de captage sur toiture	35 500	4 661	191	24
	2	Étang d'une capacité de 500 m ³	7 000	929	260	2
	3	Puits artésien	18 150	1 839	200	9
Lavage des produits agricoles	1	Système de captage sur toiture	22 300	2 928	20	19
	2	Puits artésien	18 150	1 839	200	9
	3	Transport d'eau	8 500	8 500	-	36
Bâtiments servant à héberger la main-d'œuvre sur la ferme	1	Système de captage sur toiture	47 800	6 276	193	32
	2	Puits artésien	18 150	1 839	200	9
	3	Transport d'eau	19 400	19 400	-	36
Irrigation de framboisiers en pots sous abri	1	Étang d'une capacité de 5 000 m ³	70 750	9 289	3 850	2,41
	2	Étang d'une capacité de 1 500 m ³	12 195	1 601	3 850	0,42

RÉFÉRENCES

- Boivin, Carl (2020) *Le défi de l'eau : l'île d'Orléans se mobilise*. Rapport présenté à la MRC de l'Île d'Orléans.
- Centre de Référence en Agriculture et Agroalimentaire du Québec. (2023). Loyer annuel ; Fonds de terre, bâtiments, machineries et . AGDEX 740/825a.
- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et l'Alimentation du Québec. (2023). *Comment construire un étang ? Ce qu'il faut savoir sur l'aménagement d'un étang d'irrigation excavé*. 57 p. https://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/Formulaires/FI_amenagement_etang_irrigation_excave.pdf (page consultée le 12 février 2024)
- LAROSE, Yvan (2022) *L'eau souterraine à l'île d'Orléans: une problématique réelle*. 1 p. <https://nouvelles.ulaval.ca/2022/05/06/leau-souterraine-a-ile-dorleans-une-problematique-reelle-a:4684bbb2-d9c1-47af-8b95-efd00b379e8c> (page consultée le 13 février 2024)
- Statistique Canada. Tableau 10-10-0006-01 Avances de fonds, encours des prêts, et taux d'intérêt pour prêts nouveaux et existants, Banque du Canada.



225, rue Monfort, bureau 300 | Lévis (Québec) | G6W 3L8

T : 418 833-2515 | F : 418 933-9125 | www.cecpa.qc.ca