

# Vitrine optimisation de la gestion de l'eau

## Haricots et pois de transformation



**La Belle de Coteau-du-Lac**

29 août 2023



PRODUCTEURS DE LÉGUMES  
DE TRANSFORMATION DU QUÉBEC

**irda**

Institut de recherche  
et de développement  
en agroenvironnement

# Partenaires de réalisation et de financement

Ce projet a été développé en partenariat entre l'IRDA et les PLTQ. Il a été rendu possible grâce à la collaboration de nombreux partenaires. Ce projet a été financé par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation dans le cadre du programme Prime-Vert.



Mélissa Gagnon, agr., conseillère en production maraîchères, MAPAQ, DRMLL

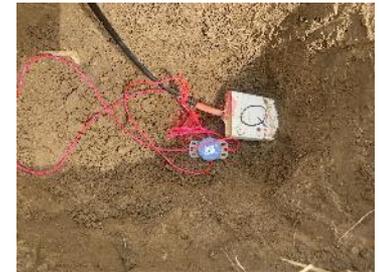
Fermes participantes : Agri-Fusion, Ferme A.B. Champagne, Les Fermes Belvache, Ferme Bossiroy, Ferme Jean Forest et fils, La Belle de Coteau-du-Lac, Ferme Jocelyn Michon, Ferme ProTerre, Ferme C et R Tarte, Ferme Y. Landry 3000

# Plan de la présentation

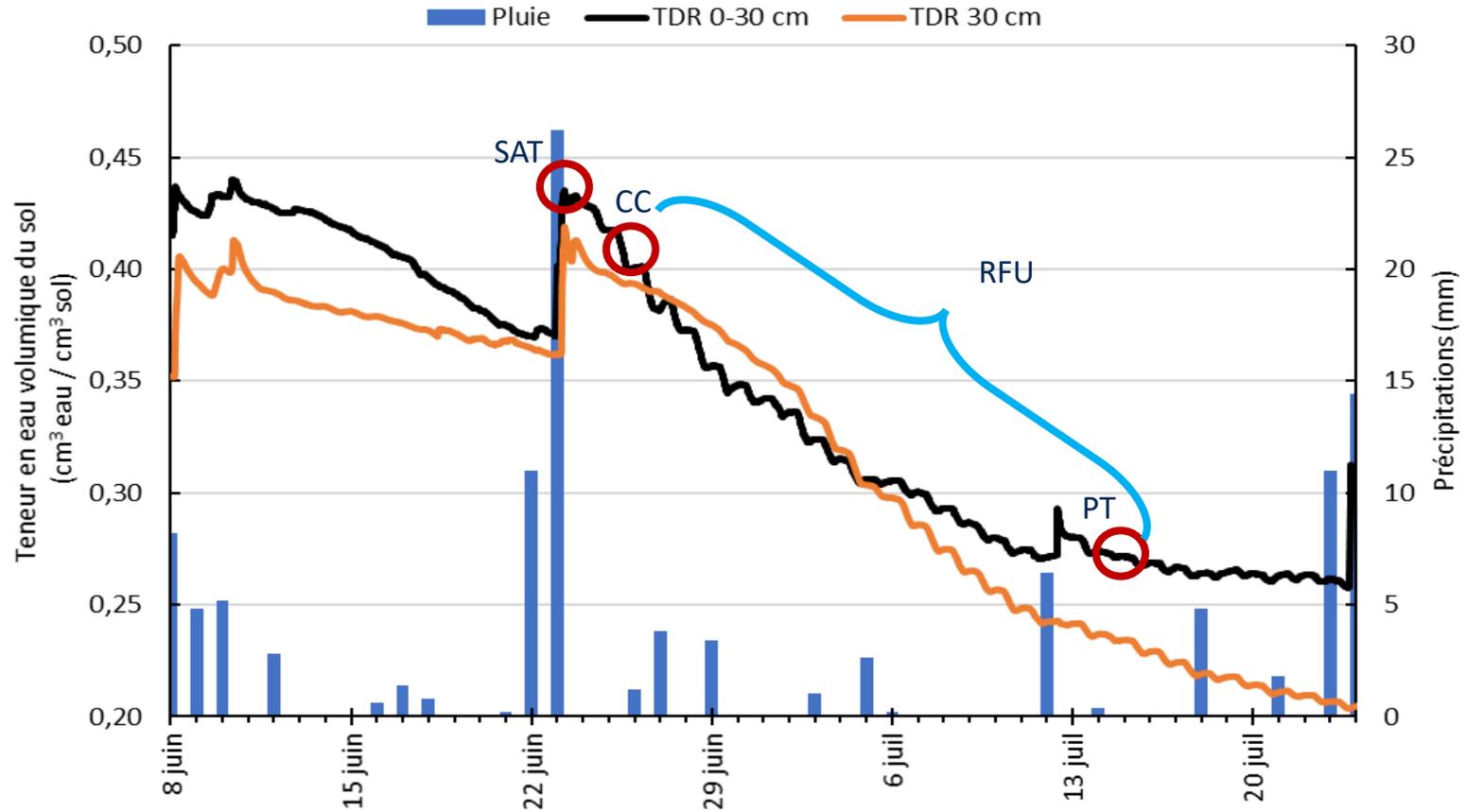
- Statut hydrique du sol
- Réserve en eau facilement utilisable d'un sol
- Compaction
- Système cultural
- Outils d'aide à la décision (OAD)
- Diagnostic de performance d'un système d'irrigation

# Analyse du statut hydrique du sol

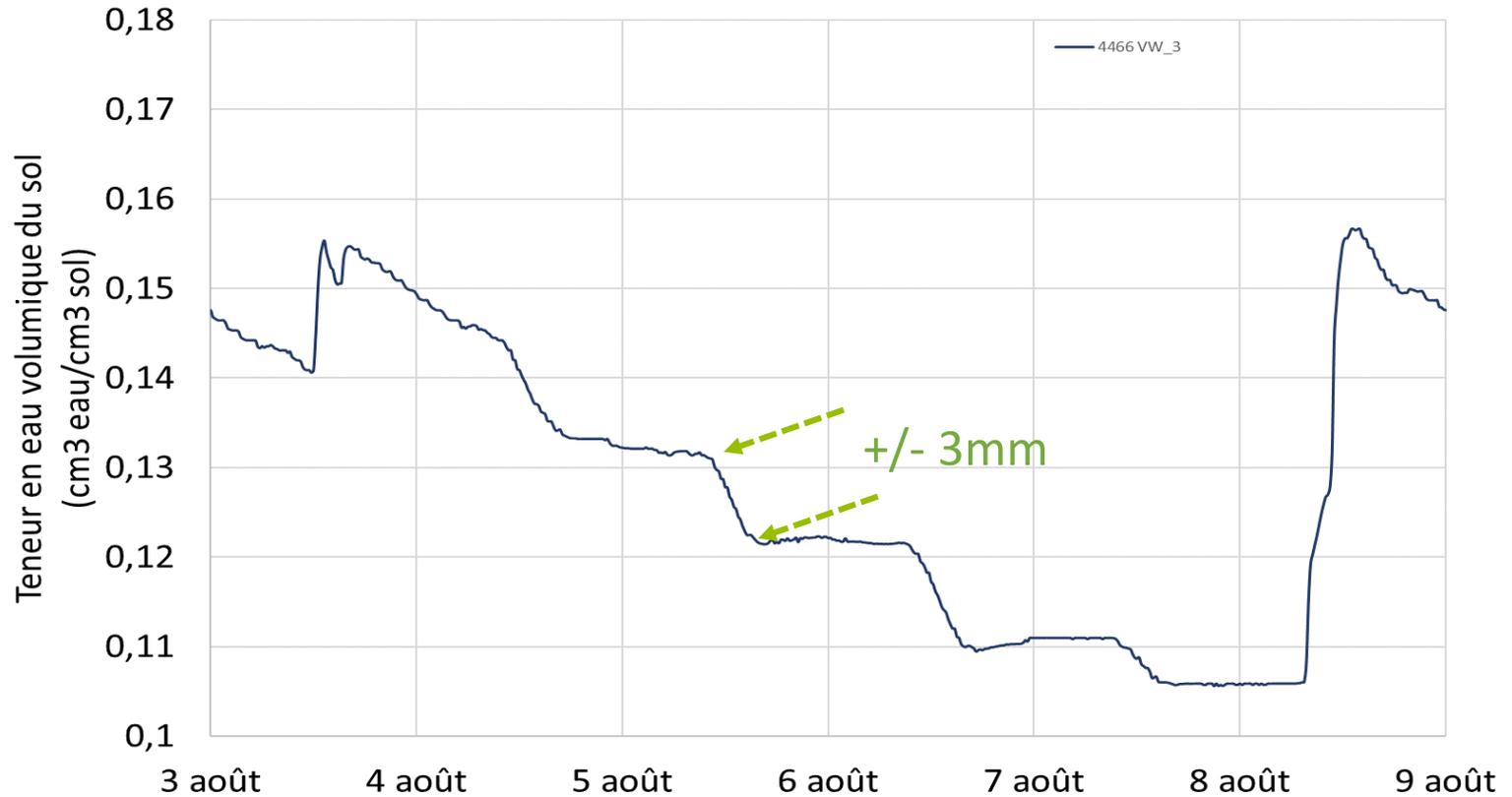
- Instrumentation
  - Sondes de teneur en eau volumique
  - Pluviomètre
  - Acquisiteur de données



- Variations des valeurs de teneur en eau

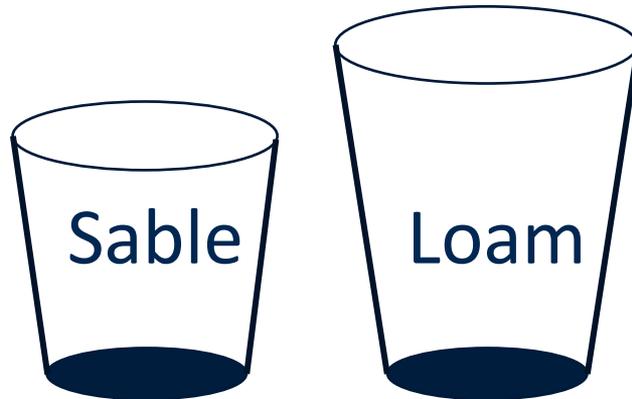


- Exportations en eau de la culture



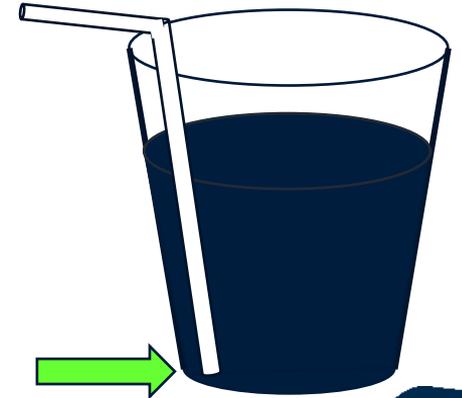
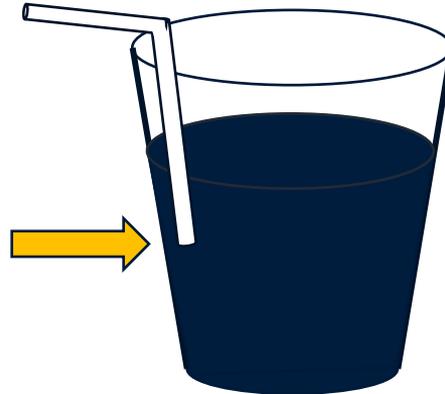
# Réserve en eau facilement utilisable (RFU)

- Texture du sol
  - Comparer la texture au volume d'un verre
  - Quel verre peut contenir le plus grand volume d'eau?
  - Argile > Loam > Sable



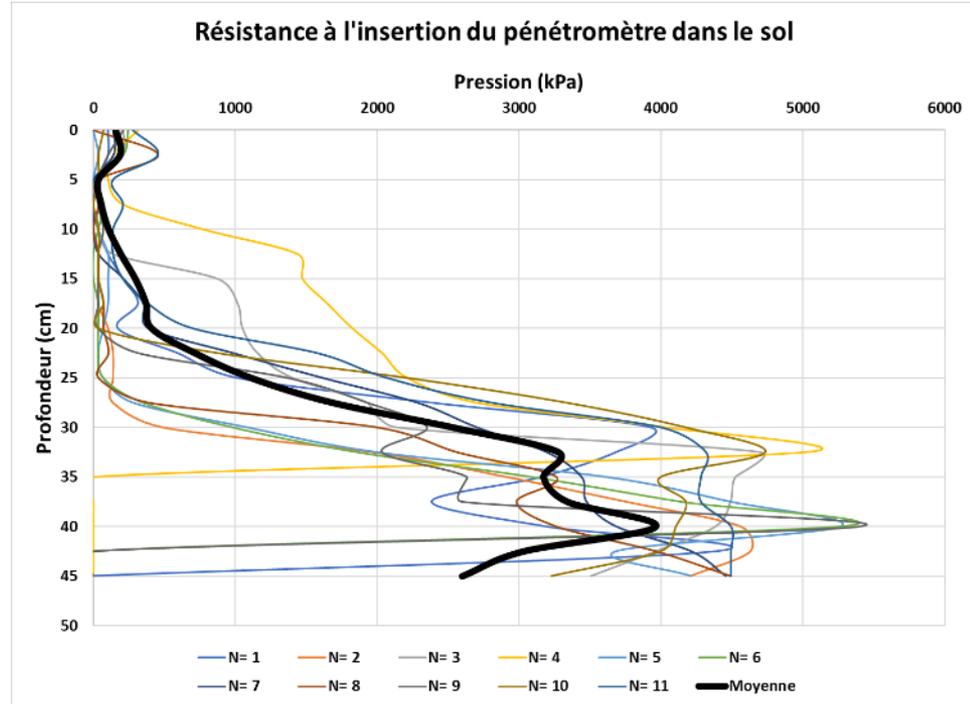
# Réserve en eau facilement utilisable (RFU)

- Profondeur système racinaire
  - Volume d'eau : identique
    - Mais volume accessible : différent
  - Selon le stade développement, la culture
    - Mais aussi compaction



# Compaction

- Pénétromètre FieldScout SC 900



# Systeme culturel



## Fraises à jours neutres

Buttes de sol  
Paillis de plastique



## Verger de pommiers

Culture pérenne  
Rangs



## Pommes de terre

Buttons  
Sol nu



## Bleuets sauvages cultivés

Culture pleine surface

# Système cultural

- Types de systèmes culturaux
  - Parapluie
    - L'eau est détournée du système racinaire
    - Buttes, billons
    - Paillis de plastique
  - Entonnoir
    - L'eau apportée est dirigée vers le système racinaire
    - En saison, lorsque les racines colonisent l'entre rang
    - Absence de compaction
  - Neutre
    - Peu d'impact sur la direction que prend l'eau apportée
    - Surface plate
    - Paillis perméable (paillis organique)



# Système cultural

- Types de cultures
  - Parapluie
    - L'eau est détournée du système racinaire par la culture
    - Pomme de terre, poivron, aubergine
  - Entonnoir
    - L'eau en contact avec la partie aérienne de la culture est dirigée vers le système racinaire (trous de plantation)
    - Fraise, zucchini, chou, brocoli, chou-fleur, laitue
  - Neutre
    - Peu d'impact sur la direction que prend l'eau apportée
    - Bleuets sauvages cultivés, haricot, oignon, carotte, canneberge



# Pourquoi utiliser un outil d'aide à la décision (OAD)

- Outil d'aide à la décision (OAD)
  - Anticiper le moment de déclenchement
  - Vérifier l'atteinte de la consigne de déclenchement
  - Valider la durée d'un épisode d'irrigation
  - Mesurer l'efficacité des apports en eau (pluie et irrigation)



# Technologies disponibles

- Vitrine technologique sur les outils d'aide à la décision pour la régie de l'eau en contextes agricoles variés (2020-2021)



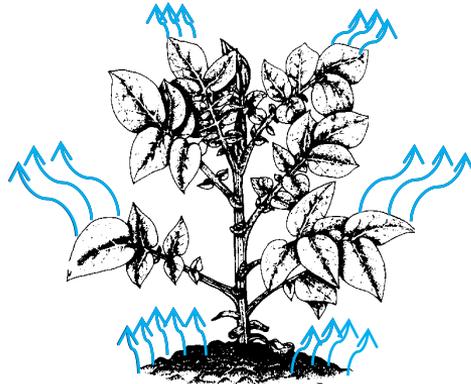
Ce projet a été financé par l'entremise du programme Innov'Action Agroalimentaire, en vertu du Partenariat canadien pour l'agriculture, entente conclue entre les gouvernements du Canada et du Québec.



(Deschênes, Boivin et Vallée, 2021)

# Bilan hydrique

- Sol réservoir d'eau
  - Comptabiliser les apports et pertes
    - Apports (irrigations et précipitations)
    - Pertes (évapotranspiration ou ETp)
  - ETp: Agrométéo Québec
  - $ETc = ETp \times Kc$



# Exemple

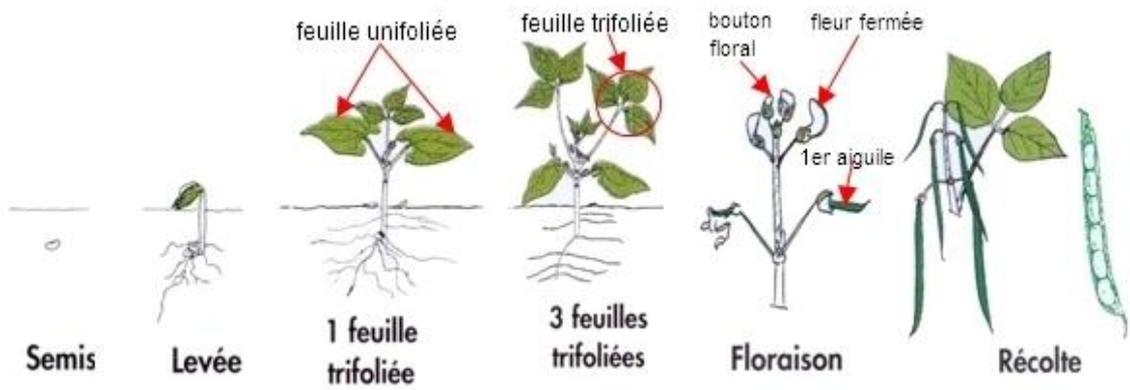
- Sol:
  - Texture : Sable
  - Réserve facilement utilisable à la capacité au champ : 0,7 mm/cm
- Culture:
  - Profondeur enracinement : 30 cm
  - Réserve facilement utilisable : 21 mm (pour 30 cm)
  - Stade de développement : maximal
  - Kc utilisé : 1
- Consigne établie à 30 kPa ou 21 mm épuisés depuis la recharge du sol à la capacité au champ

# Exemple

Historique - Bilan hydrique - 7 jours							
Date	Estimation hauteur d'eau valorisable (mm)	ETp (mm)	Kc	ETc (mm)	Apports en eau (mm)		Estimation hauteur d'eau valorisable (mm)
					Pluie	Irrigation	
	Début journée						Fin journée
11-août	21	3,3	1	3,3	0	0	17,7
12-août	17,7	1,2	1	1,2	35	0	21
13-août	21	4,4	1	4,4	0	0	16,6
14-août	16,6	3	1	3	0	0	13,6
15-août	13,6	4,5	1	4,5	0	0	9,1
16-août	9,1	4,5	1	4,5	10	0	14,6
17-août	14,6	3,1	1	3,1	0	0	11,5

# Précisions Coefficients culturaux (Kc) - Haricots

<u>Stade</u>	<u>Kc</u>
Semis - 1ère trifoliée	0.4
2ème trifoliée	0.6
Boutons floraux	0.8
Floraison	1
Formation des gousses - Récolte	1.2



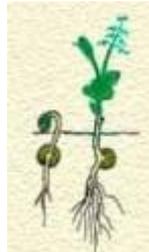
Source : Nortera

# Précisions Coefficients culturaux (Kc) - Pois

<u>Stade</u>	<u>Kc</u>
De la levée jusqu'à la formation des boutons floraux	Kc = 0,6
Floraison	Kc = 0,8
Formation des gousses	Kc = 1,0
Remplissage des grains	Kc = 1,2



Semis



Lévée



3 E.N.



6 E.N.



Floraison



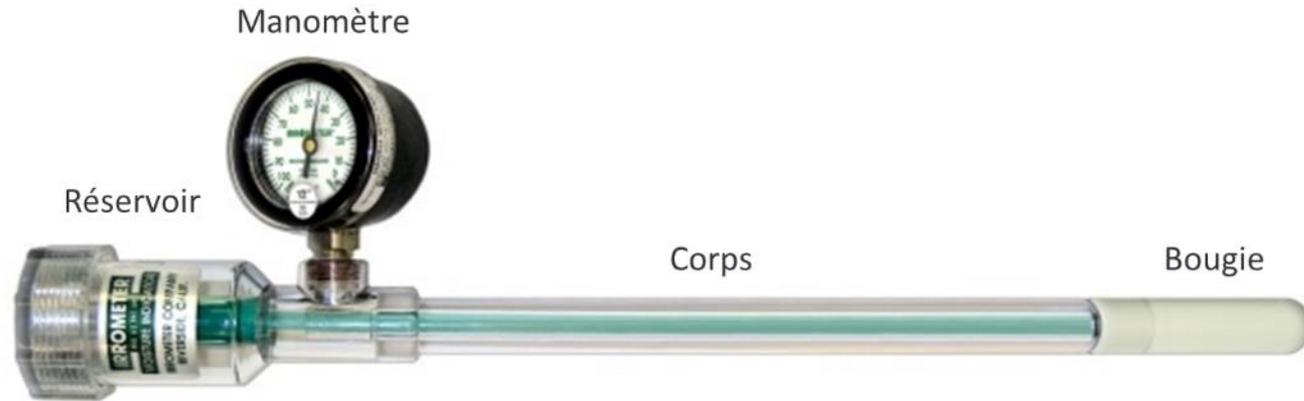
Récolte

# Bilan hydrique

Contextes favorables	Contextes défavorables
<ul style="list-style-type: none"><li>• Champ avec une grande hétérogénéité</li><li>• Grande superficie à gérer</li><li>• Systèmes d'irrigation par aspersion</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Absence de données météorologiques complètes (Pluie, Etp)</li></ul>
Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"><li>• Coût par unité de surface</li><li>• Prévision du moment où la consigne sera atteinte</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Approche théorique</li><li>• Construction d'un biais possible entre l'estimation et statut hydrique réel</li><li>• Difficile de valider l'efficacité de la pluie et de l'irrigation</li><li>• Investissement en temps plus grand</li></ul>

# Anatomie du tensiomètre

- Mesure la force (tension) à laquelle l'eau est retenue par le sol
- Tension: kPa, cBar



# Préparation et installation

- Immersion de la bougie de céramique dans l'eau pendant 12 h, avec le bouchon du réservoir dévissé
- Solution d'algicide (modèles non enfouis)
- Pompe avec manomètre (modèles avec manomètre)
- Programmation nécessaire avec un système d'acquisition de données



<https://www.amazon.com/Irrrometer-Model-Test-Pump-Service/dp/B0839GQWFZ>

# Préparation et installation

- Positionnement (champ)
  - Évaluation globale des lieux
    - Baissières
    - Pentes
    - Mauvaises herbes
    - Passages de machinerie
    - Absence de plants ou plants malades
    - Proximité des brise-vent
    - Zones de texture du sol non représentative du champ



# Préparation et installation

- Positionnement (sol)
  - Tensiomètre de surface
    - Système racinaire
    - Apports d'eau d'irrigation
  - Tensiomètre en profondeur
    - Limite inférieure du système racinaire
    - Directement sous le point d'apport en eau



# Préparation et installation

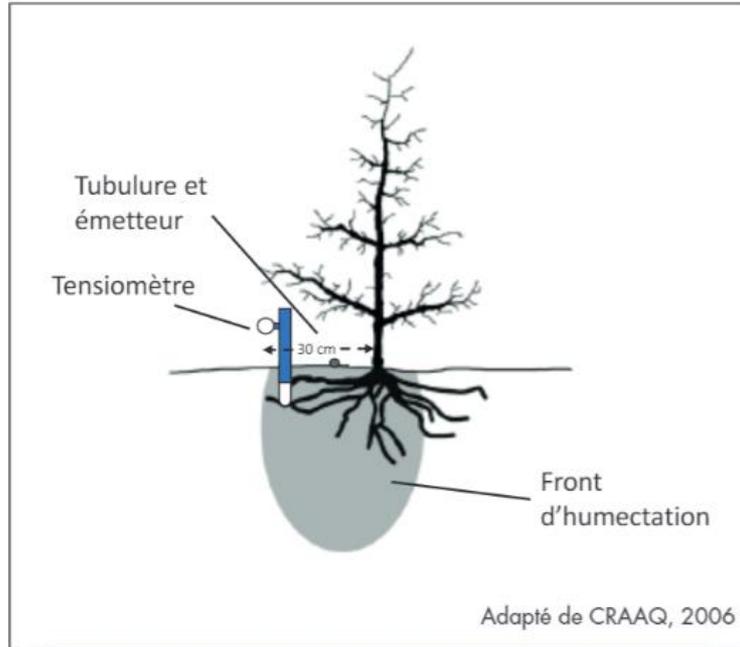


Figure 7.9. Positionnement du tensiomètre de surface

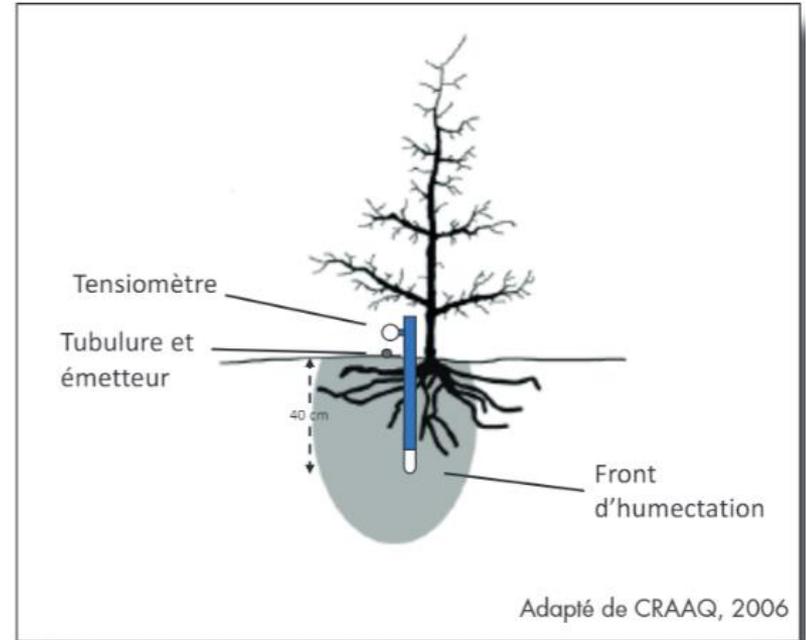


Figure 7.10. Positionnement du tensiomètre en profondeur

# Préparation et installation

- Installation spécifique à chaque système cultural

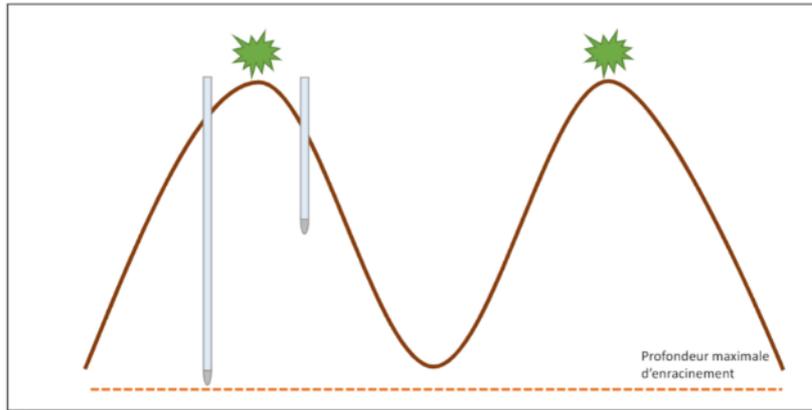


Figure 6.13. Positionnement des tensiomètres dans une butte

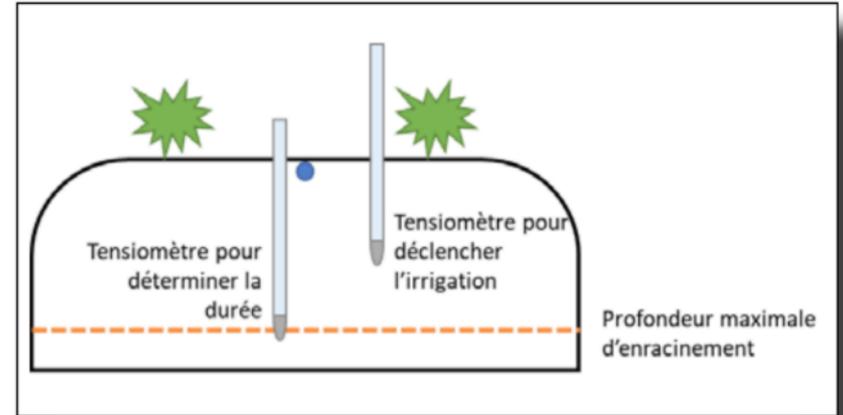


Figure 5.23. Positionnement des tensiomètres pour déterminer la durée et le suivi de l'irrigation

# Préparation et installation

- Installation d'un tensiomètre (fraises et pommes de terre)
- <https://www.youtube.com/c/IRDAgroenvironnement/videos>



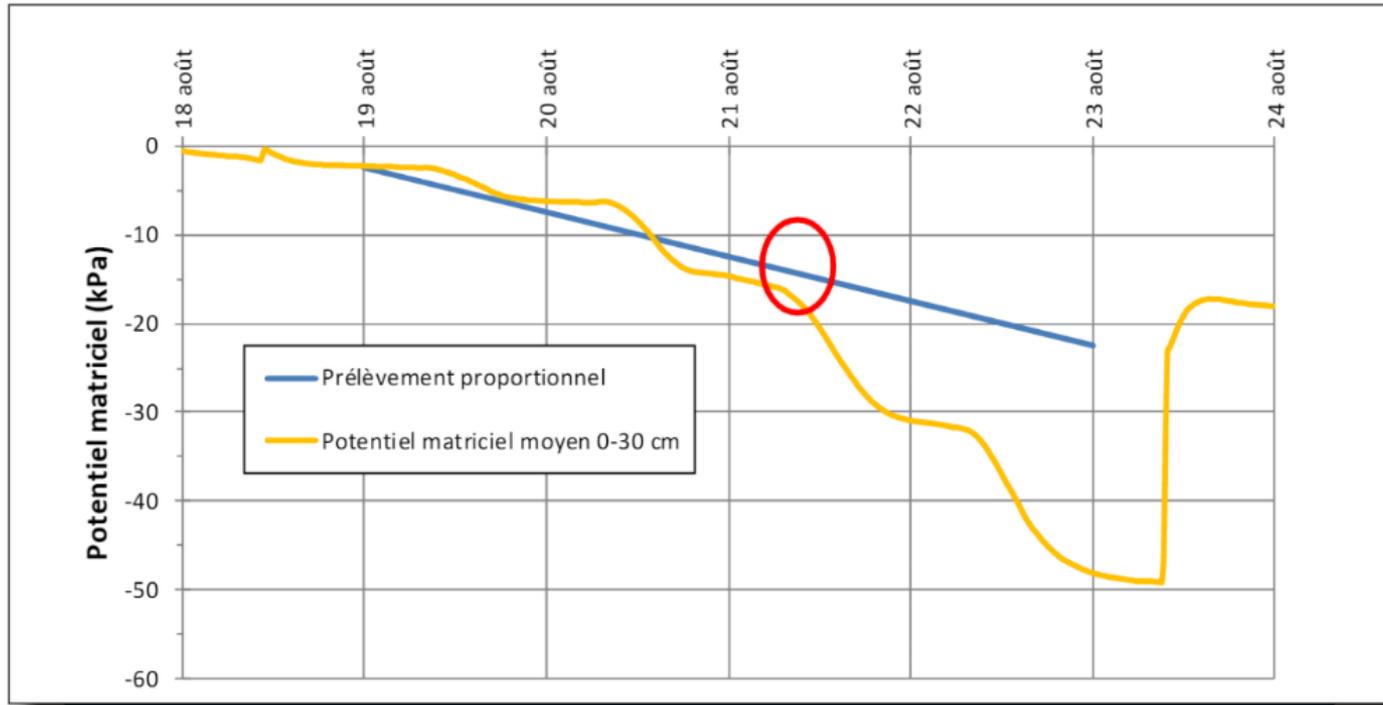
# Lecture des données

- Tensiomètre
  - Suivi quotidien
    - Idéalement, toujours à la même heure en avant-midi
  - Validation de la mesure
    - Bulle d'air
    - Déchargé
    - Déplacé
    - Brisé
  - Repositionnement
    - Profondeur des racines
    - Mauvaises herbes
    - Maladies
  - Registre ou acquisition de données



# Analyse des données

- Consigne de déclenchement d'irrigation
  - Point tournant



# Diagnostic de performance d'un système d'irrigation

- Déterminer les volumes d'eau apportés
- Comparer les données théoriques aux données réelles
- Évaluer l'uniformité de la distribution de l'eau
- Cibler les problématiques existantes
- Recommander des modifications
- Apporter les modifications



Tableau 2B-3. Matériel nécessaire ou utile au diagnostic de performance d'un canon avec enrouleur

Piquets de bois	Masse
Gobelets de plastique	Pelle
Rondelles de PVC	Niveau
Gros élastiques	Chronomètre
Chaîne d'arpenteur	Débitmètre (facultatif)
Cylindres gradués de 1000 ml	Anémomètre équipé d'un acquisateur de données
Cylindres gradués de 100 ml	Entonnoirs

(Boivin et coll., 2018)



Figure 2.3. Montage d'un contenant sur piquet

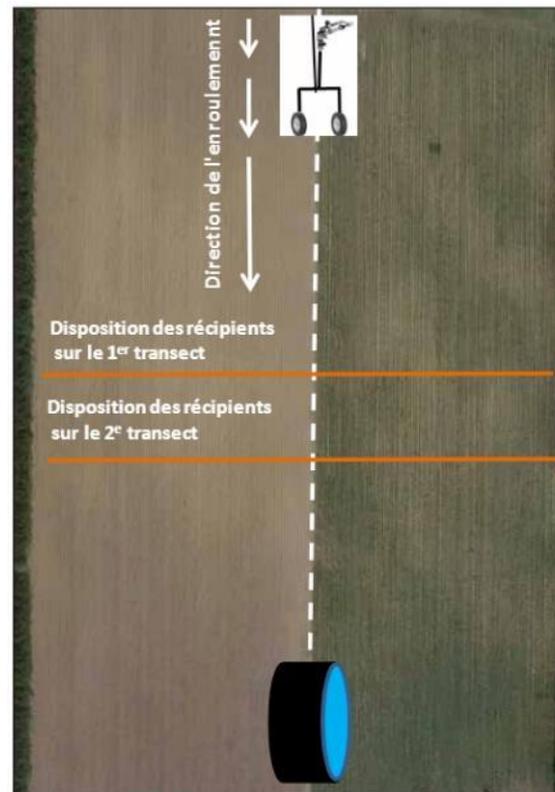


Figure 2.5. Disposition des récipients pour le diagnostic de performance d'un canon avec enrouleur

Tableau 2B-8. Feuillet terrain pour le diagnostic d'une rampe ou d'un canon avec enrouleur

Récipient	Ligne	Distance du chariot (m)	Quantité d'eau recueillie (ml)	Temps de séjour de l'eau (min)**	Quantité d'eau évaporée (ml)	Quantité d'eau recueillie ajustée (ml)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						

(Boivin et coll., 2018)

Équation 2.1. Équation de l'uniformité de la distribution d'eau

$$DU_{pq} = \frac{\text{moyenne des hauteurs d'eau du premier quartile}}{\text{moyenne des hauteurs d'eau totales}}$$

Équation 2.2. Calcul de la hauteur d'eau recueillie dans un récipient

$$\text{Hauteur d'eau (mm)} = 1273,2 \left( \frac{V}{d^2} \right)$$

# Diagnostic 15 septembre 2022

- Conditions de réalisation
  - Fin am à début pm
  - Vitesse moyenne des vents 13 km/h

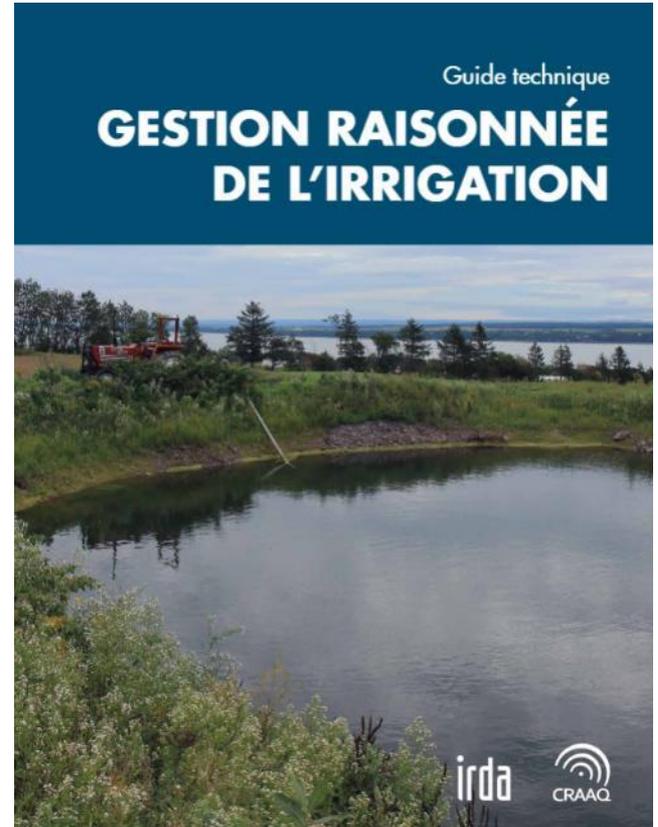
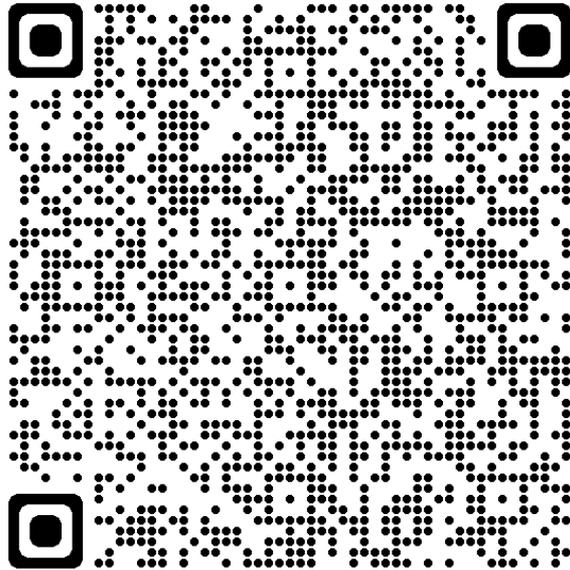
<b>Paramètres évalués et résultats</b>	
	Champ diagnostic
Pression moyenne au gicleur (psi)	70
Précipitations minimales (mm/h)	0,45
Précipitations moyennes @ 70 psi (mm/h)	5,92
Précipitations maximales (mm/h)	11,64
DU	0,25

Tableau 2.1. Seuils de performance selon le type de système d'irrigation

Système d'irrigation	Indice de l'uniformité de la distribution d'eau (DU)	Performance (uniformité)
	≥ 0,95	Excellente
Goutte-à-goutte	≥ 0,88	Bonne
	≥ 0,75	Typique
Aspersion	≥ 0,7	Typique

(Boivin et coll., 2018)

# Pour aller plus loin...



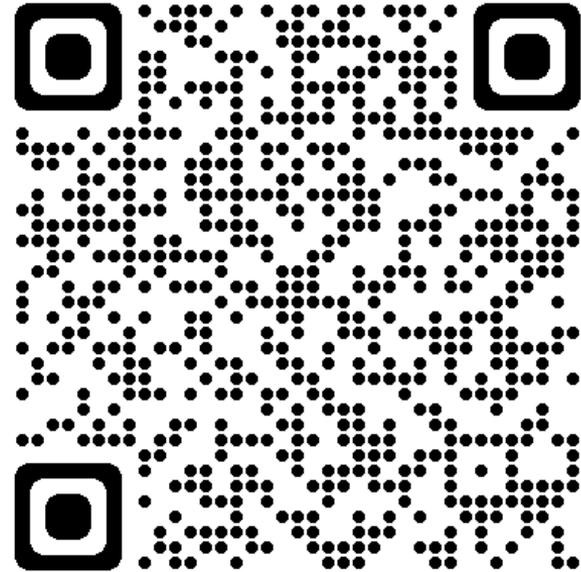
# Pour aller plus loin...



(EAU)TREMMENT DIT

UN BALADO

irda



# Coordonnées

## **Carl Boivin, agr., M. Sc.**

Chercheur | Régie de l'eau en productions  
fruitière et maraîchère

T. 418 643-2380, poste 430

C. 418 265-1913

F. 418 644-6855

[carl.boivin@irda.qc.ca](mailto:carl.boivin@irda.qc.ca) | [www.irda.qc.ca](http://www.irda.qc.ca)

Institut de recherche et de développement en  
agroenvironnement (IRDA)  
2700, rue Einstein, Québec (Québec) G1P 3W8

## **Paul Deschênes, agr., M. Sc.**

Professionnel de recherche | Régie de l'eau en productions  
fruitière et maraîchère

T. 450 653-7368, poste 381

C. 450 502-0540

F. 450 653-1927

[paul.deschenes@irda.qc.ca](mailto:paul.deschenes@irda.qc.ca) | [www.irda.qc.ca](http://www.irda.qc.ca)

Institut de recherche et de développement en  
agroenvironnement (IRDA)  
335, rang des Vingt-Cinq Est, Saint-Bruno-de-Montarville  
(Québec) J3V 0G7

## **Jérémie Vallée, agr., B. Sc.**

Professionnel de recherche | Régie de l'eau en productions  
fruitière et maraîchère

T. 418 643-2380, poste 432

C. 418 997-0677

F. 418 644-6855

[jeremie.vallee@irda.qc.ca](mailto:jeremie.vallee@irda.qc.ca) | [www.irda.qc.ca](http://www.irda.qc.ca)

Institut de recherche et de développement en  
agroenvironnement (IRDA)  
2700, rue Einstein, Québec (Québec) G1P 3W8