



Variabilité et usage des données agrométéorologiques à la ferme : considérations et exemples issues d'expérimentation à la ferme

Jean-Thomas Denault (AAC-CRD de Québec)

Coll. Richard Harvey (Solutions Mesonet), Marie-Josée Vézina (CRAAQ)

Conférence Agriculture de précision

9 avril 2025

Plan de la présentation

1. Sources de données agrométéorologiques

- Principaux réseaux et produits
- Paramètres d'intérêts
- Parlons prévisions ...

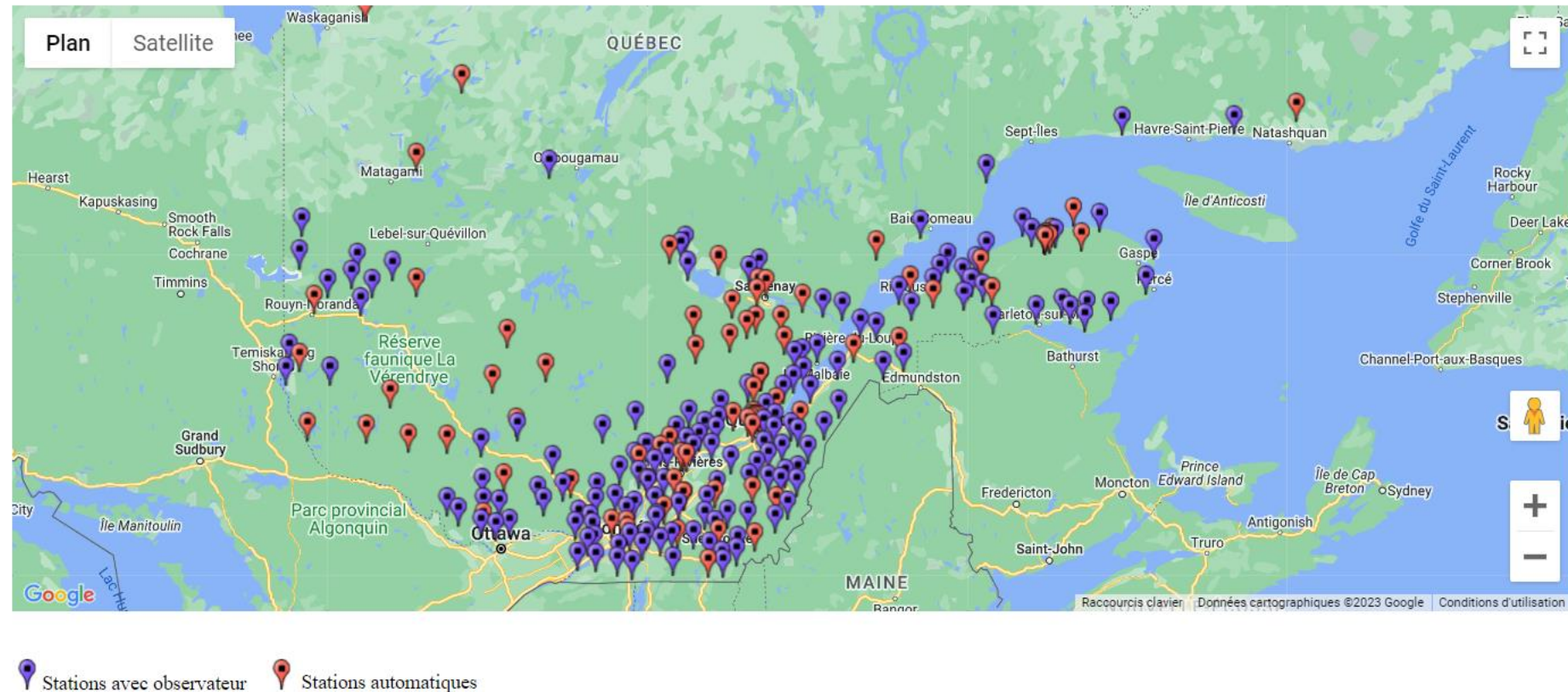
2. Suivis agrométéorologiques à la ferme:

- Considérations
- Exemples d'application dans le cadre des Laboratoires vivants

1. Les réseaux d'observations

Les réseaux d'observations : MELCCFP

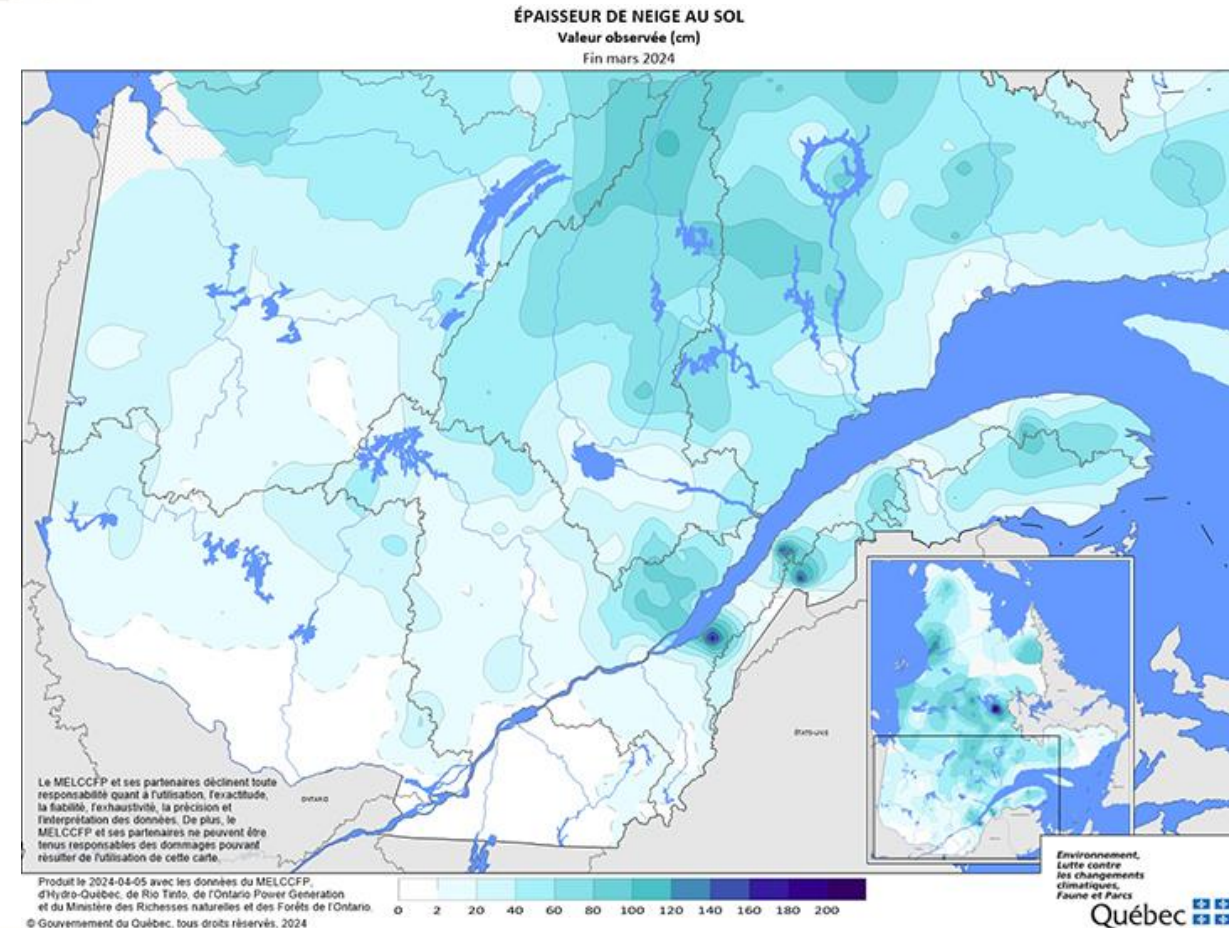
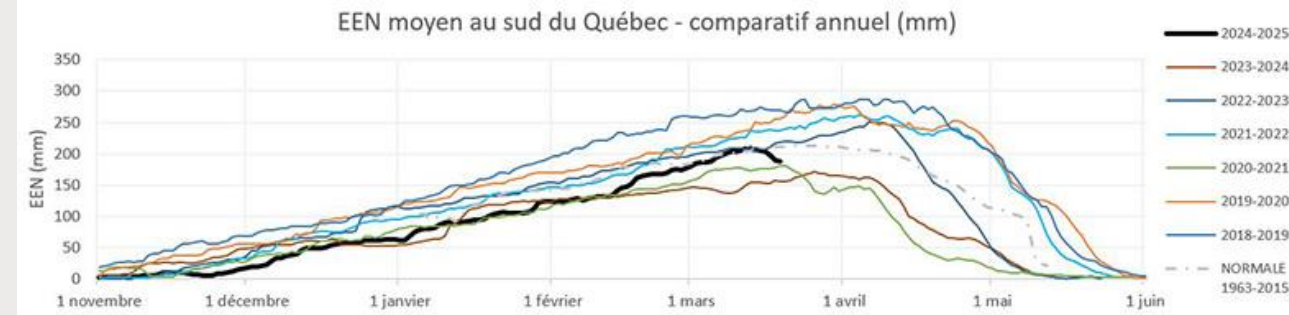
- Important réseau de stations (près de 400 stations)
- Plusieurs stations partagées avec ECCC;
- Relevés nivométriques (unique)
- Contrôle de qualité;
- Accès aux données :
 - En ligne (données journalières)
 - Service tarifié (0,25\$/ko)



<https://www.environnement.gouv.qc.ca/climat/donnees/OQCarte.asp>

Suivis hivernaux

- 110 stations nivométriques
- Suivis manuels et automatisés (Passive Gamma Monitoring – CS725)



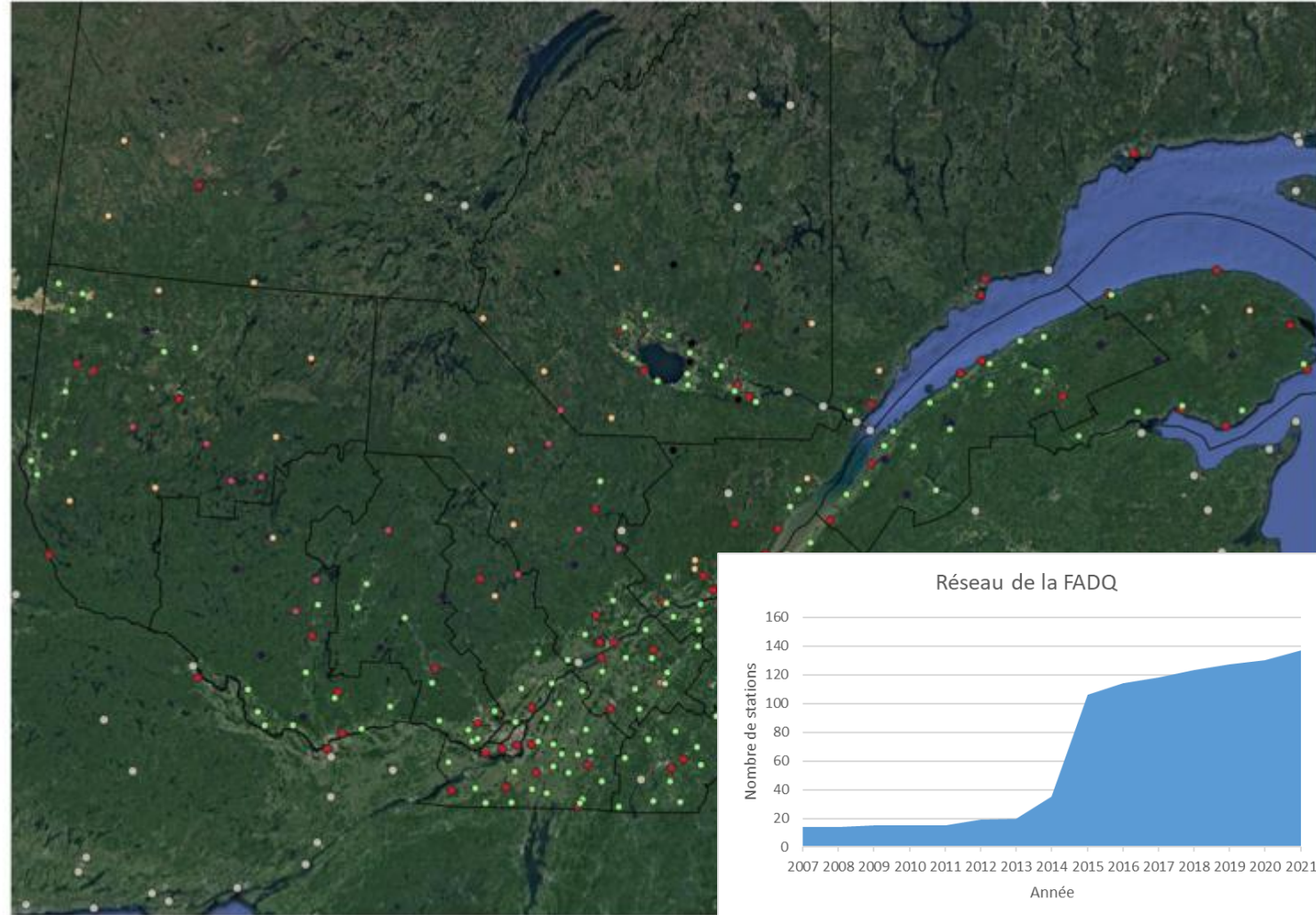
Est-ce que la température < seuil léthal ?

T air = -18 DegC



Les réseaux d'observations : FADQ/Agrométéo Québec

- Important réseau de stations (près de ~170 stations FADQ)
- Localisation complémentaire aux stations du RMCQ (**intégration** ECCC, DCF, HQ, SOPFEU = total 270 stations dans Agrométéo.org)
- Rayonnement solaire.
- **Contrôle de qualité et diffusion** (Solutions Mesonet);
- Données manquantes estimées.



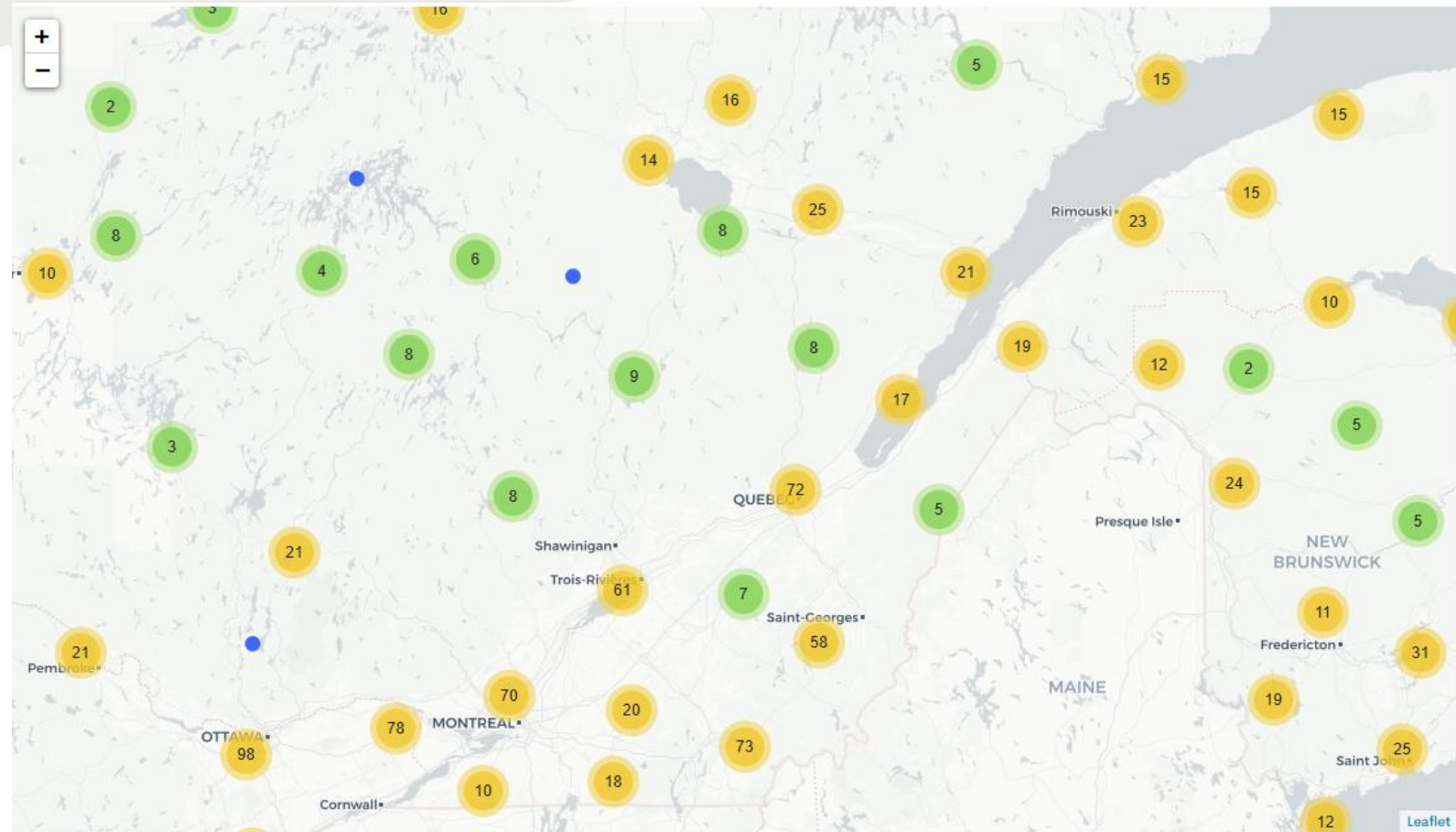
Les réseaux d'observations : Agrométéo Québec

- Précipitations
- Cumuls de chaleur : UTM, Degrés-jours (0, 5 et 10 degC)
- Évapotranspiration potentielle
- P-ETP
- 100+ modèles bioclimatiques (CIPRA et autres)

- Axé principalement sur l'analyse de l'année en cours
 - Quelques modèles uniquement avec possibilité de retourner sur l'année précédente (ex. sommaire UTM, radiation solaire)
- Information sur la divergence p/r normale (1981-2010)

Les réseaux d'observations : ECCC

- Important réseau de stations ;
- Contrôle de qualité;
- Beaucoup de produits dérivés:
 - Données mesurées
 - Normales
 - Tendances
 - Records



<https://donneesclimatiques.ca/telechargement/#station-download>

Liens vers données/produits d'ECCC :

Plateforme « données climatiques »

<https://climatedata.ca/download/>

Historique de données

https://climat.meteo.gc.ca/index_f.html

Github des produits publics

https://eccc-msc.github.io/open-data/msc-data/readme_en/

Produit expérimental du Service Météorologique du Canada:

<https://hpfx.collab.science.gc.ca/~mab003/>

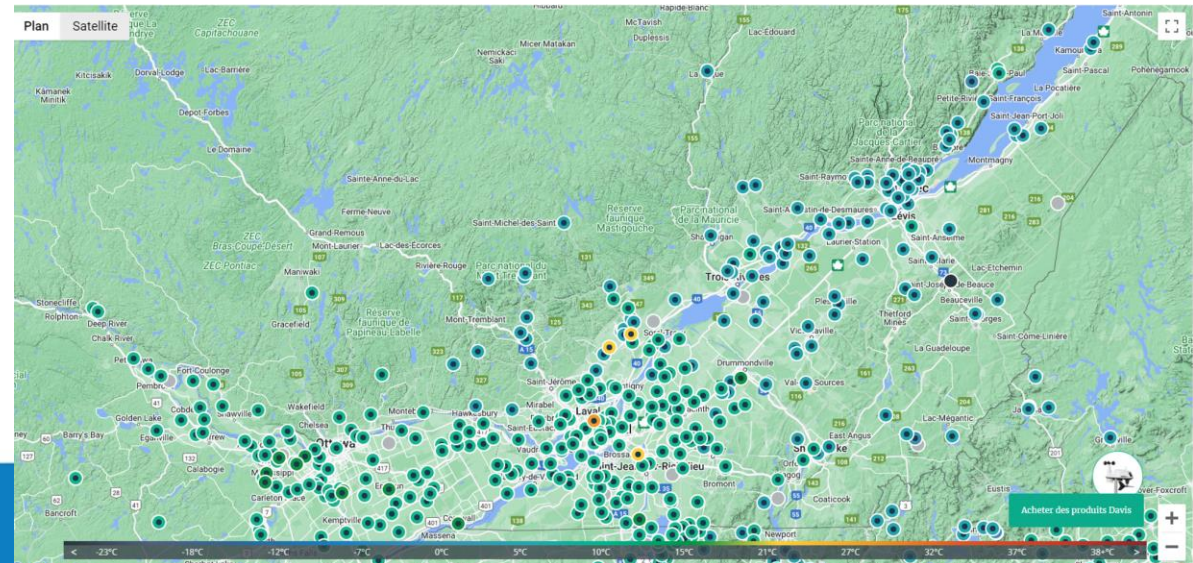
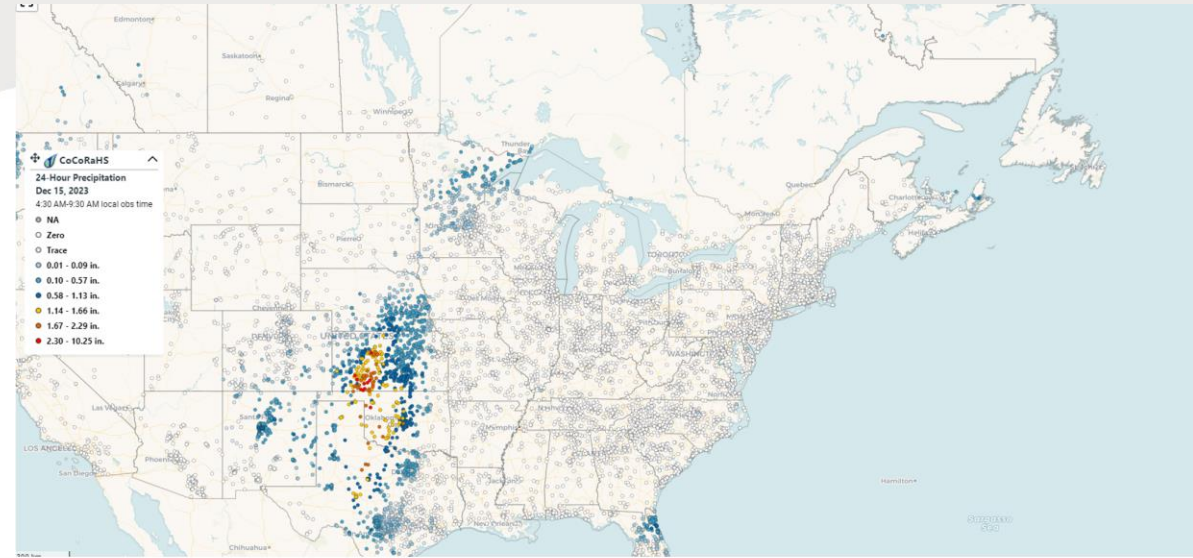
Stations personnelles/réseaux coopératifs

Exemples de réseaux :

- CoCoRaHS (pluie, grêle et neige) : <https://maps.cocorahs.org/>
- Weather link (davis), Weather underground, etc.

Les 3 règles d'or:

- L'emplacement, l'emplacement et ... l'emplacement ([lien](#), CSA R101, WMO no8)
- *Capteurs et entretiens*
- *Contrôle/assurance qualité*



Résumé des principaux paramètres suivis

Paramètres standards	Approches et bonnes pratiques	Commentaires
Température de l'air et humidité relative + : quelques km topographie ~ 0,8 DegC/100 m Plans d'eau, obstacles, ...	1,5 à 2 m du sol - Écrans radiatifs certifiés - Distance de sources de chaleurs externes (bâtiments, routes, stationnements)	- Ne représente pas la température au niveau du feuillage. - Souvent utilisée comme référence dans les modèles bioclimatiques (DJ, UTM, etc.)
Vitesse et direction des vents +++ : ~100 m Obstacles (boisés, brise-vents) Topographie	3 m en milieu agricole 10 m réseaux météo et climatiques	- Dommages aux cultures, conditions d'épandage, ET > Limites des capteurs lors des vents extrêmes
Pluviométrie +++ : ~100 m - km	- Hauteur variable - Distance 10 x hauteur des obstacles	- Suivi des apports > Limites des capteurs lors des vents et pluies extrêmes
Radiation solaire + : km (selon topographie et couverture nuageuse)	Total incidente ou Rn	- Important pour certains modèles de culture - Peu disponible!

Résumé des principaux paramètres suivis

Paramètres spécialisés	Approches et bonnes pratiques	Commentaires
Température au niveau de la canopée +++ : ~10 m (topographie, stress, humidité sol)	Thermocouples fins Radiation infrarouge	Stress physiologiques; ++ Topographie, drainage air froid, humidité sol, etc.
Mouillage du feuillage +++ : ~10 m (obstacles, topographie) 	Sondes spécialisées Placement et interprétation spécifique	Risque phytosanitaire ++ Dépend de Td, T, VV, radiation...
Humidité du sol  +++ : ~10 m (sols, paysage, cultures)	Nombreuses approches : - TDR (vitesse de propagation) - Résistivité et capacitance (propriété diélectrique) - Tension matricielle (kPa) Calibration de l'industrie vs in-situ	Évaluation du stress hydrique +++ Grande variabilité entre capteurs et sols Effet du placement de la sonde important (pierre, air)
Température du sol ++ : 100 m (sols, humidité, couverture des sols, paysage)	Thermistor ou thermocouples Peut être combiné avec humidité du sol	Conditions de culture (semis) et ou stress physiologiques

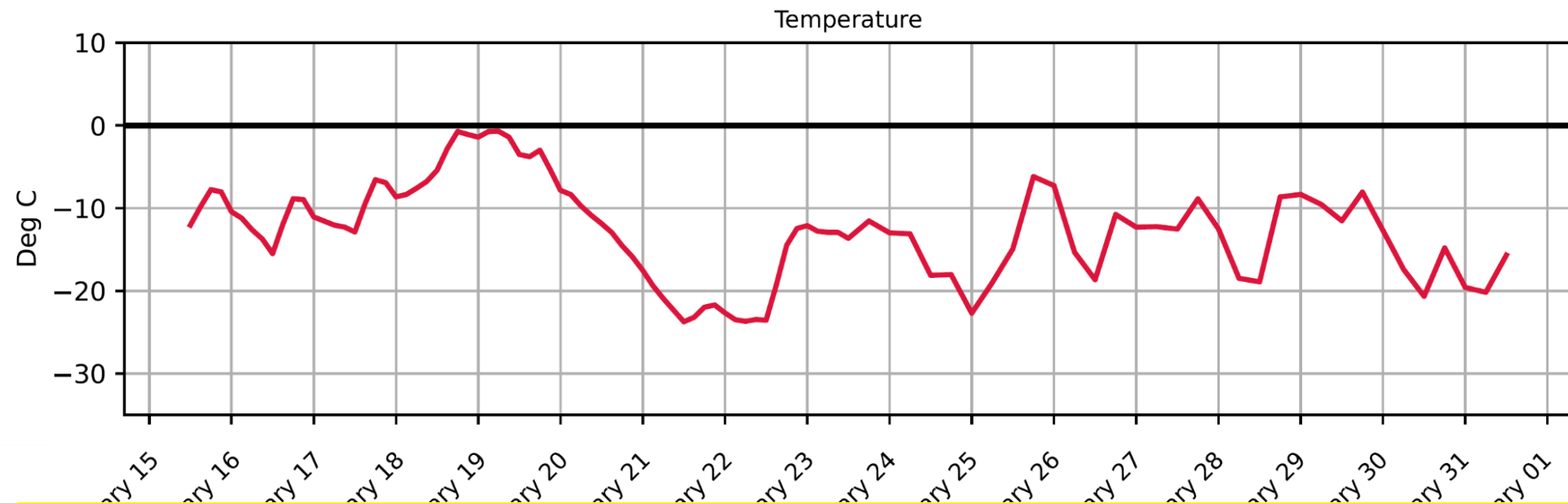
Perspectives et rôle de l'agronome

- Pas tous les paramètres montrent une variabilité importante -> intégration des données ou informations en provenance de **réseaux existants** peut/doit être considérée;
- **Guider** dans les choix opérationnels :
 - Décision en temps quasi-réels ou **analyse a posteriori** ?
 - Ne pas sous-estimer le temps de surveillance et traitement des données!
- Le **choix** et la **localisation** des instruments sont cruciaux pour avoir une donnée représentative au phénomène d'intérêt;
- Les indices/modèles doivent être **accompagnés** d'observations.

(La prise de décisions basés sur des prévisions ...)

Prévisions probabilistes et prises de décision

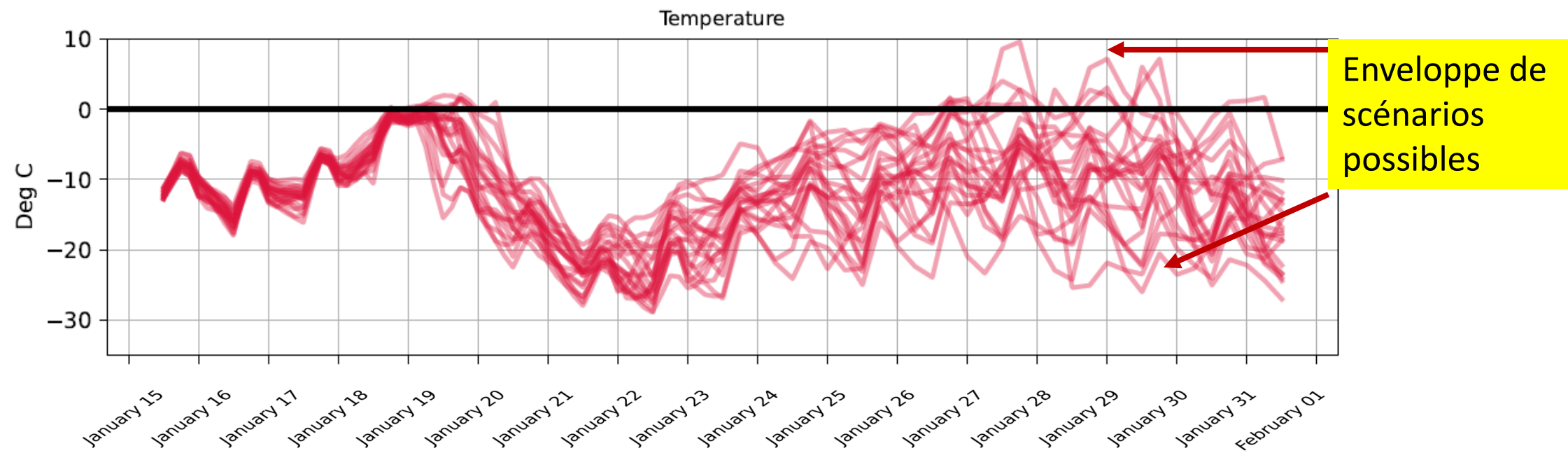
Model : GEPS | Station: cwjb | Cycle: 2025-01-15:12Z



- Fausse illusion de « certitude »
- La prévision comporte des erreurs... mais combien/quand est-ce trop ?

Prévisions probabilistes et prises de décision

Model : GEPS | Station: cwjb | Cycle: 2025-01-15:12Z

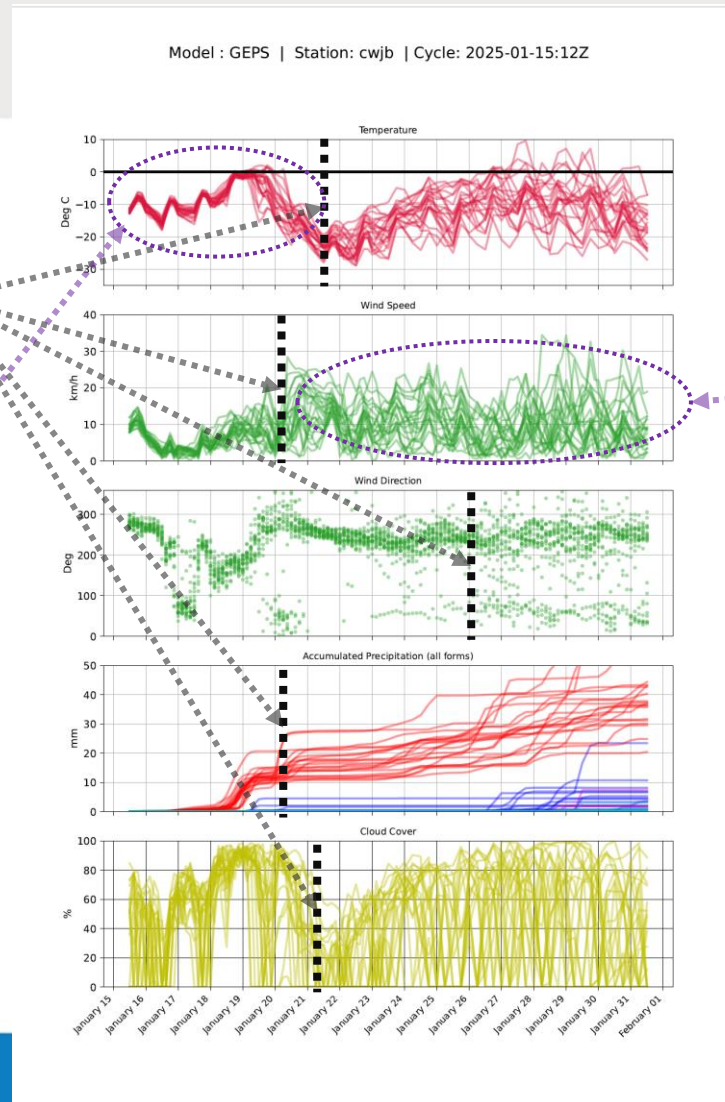


Prévisions probabilistes et prises de décision

Les prévisions d'ensemble présentent...

1. ...des horizons de prévisibilité

2. ...séparant les régions de faible dispersion des scénarios
(= confiance élevée)



3. ...des régions de forte dispersion
(= confiance faible/nulle)

4. ...permettant une **prise de décision plus éclairée**

Prévisions probabilistes et prises de décision

Système de prévision d'ensemble Nord-Américain (SPENA)



NAEFS
SPENA

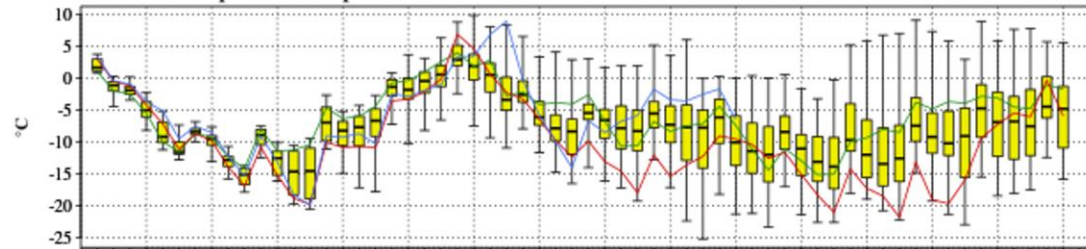


Ensemble and Deterministic Forecasts issued 12 December 2024 00 UTC
Prévision d'ensemble et déterministe émises le 12 Décembre 2024 00 UTC
for/pour

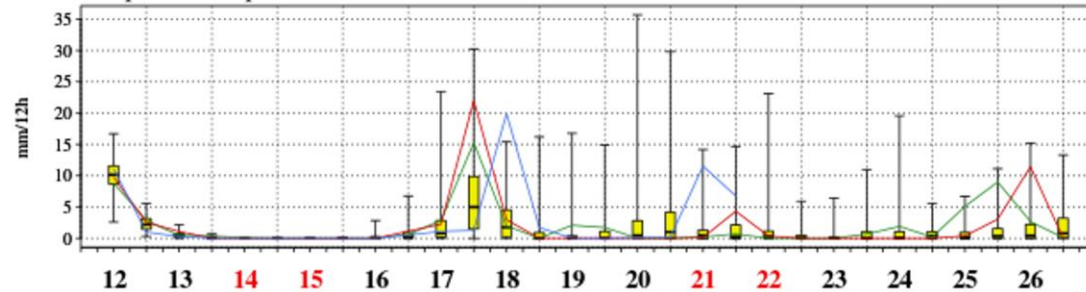
QUEBEC (YQB) 46.8 N 71.4 W/O

NAEFS / SPENA

Surface air temperature/Température de l'air à la surface



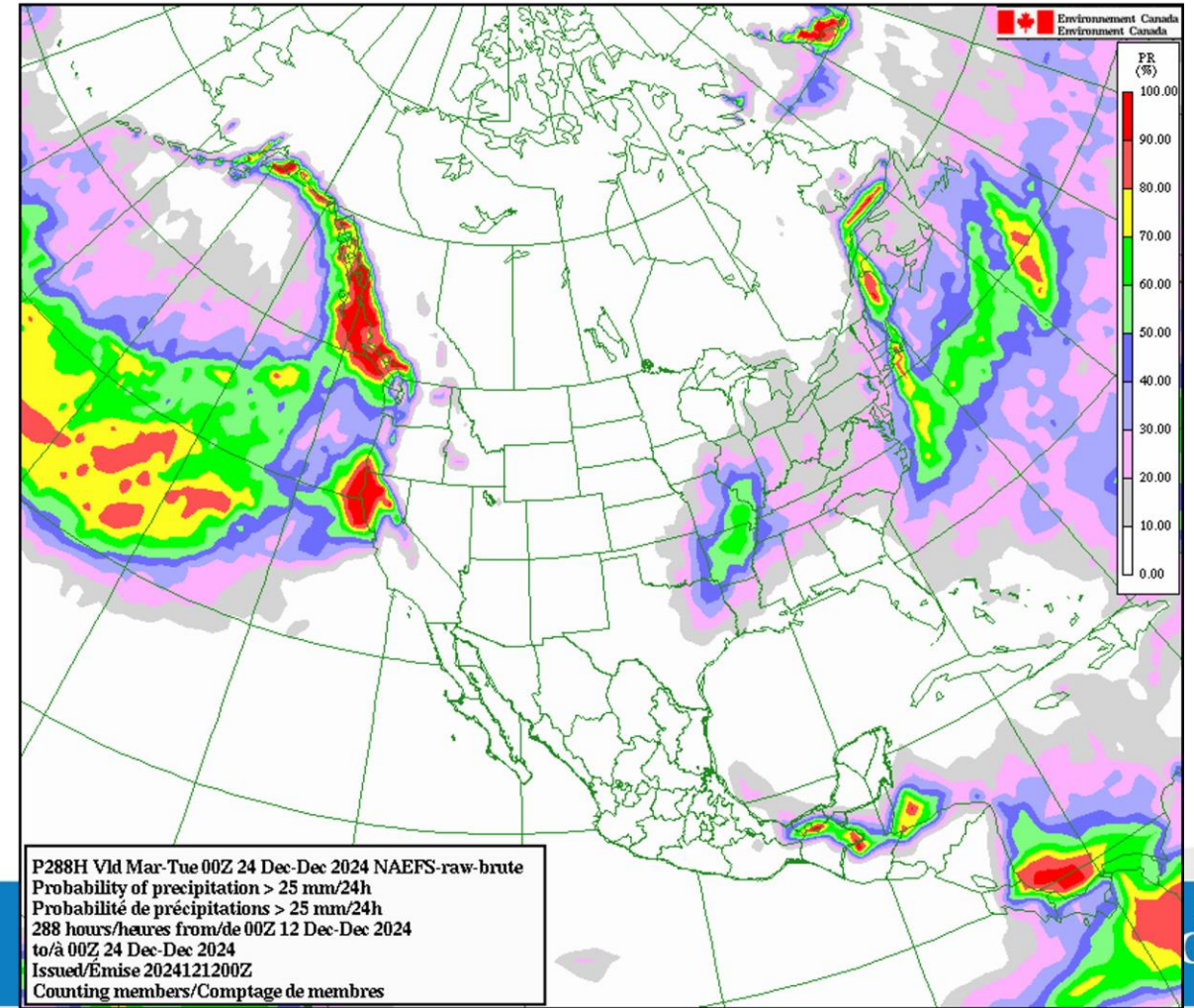
Precipitation/Précipitations



December/Décembre 2024

— Global Model / Modèle global
— Control Member / Membre contrôle CMC
— Control Member / Membre contrôle NCEP

max
75%
median/médiane
25%
min



P288H Vld Mar-Tue 00Z 24 Dec-Dec 2024 NAEFS-raw-brute
Probability of precipitation > 25 mm/24h
Probabilité de précipitations > 25 mm/24h
288 hours/heures from/de 00Z 12 Dec-Dec 2024
to/à 00Z 24 Dec-Dec 2024
Issued/Émise 2024121200Z
Counting members/Comptage de membres

2. Exemples de suivis de données disponibles en temps quasi-réels à la ferme

Projet en cours: Transfert de connaissances sur les concepts reliés à l'usage de stations agrométéorologiques et démonstration de l'applicabilité des données agrométéorologiques à la ferme. (2024-2026)

Pourquoi : Plusieurs défis demeurent quant à l'acquisition, l'installation et l'entretien de stations météorologiques (IRDA, 2022).

Objectifs du projet :

1. Documenter **préoccupations et besoins** des différentes clientèles en lien avec l'usage des stations et données agrométéorologiques ;
2. Augmenter l'adhésion des entreprises aux **meilleures pratiques** agricoles en faisant connaître le potentiel des données agroclimatiques et leurs applications dans le but de les intégrer dans la gestion quotidienne des opérations;
3. Encourager et permettre aux entreprises agricoles d'utiliser des **données météorologiques de qualité** afin de prendre les meilleures décisions.

Moyens utilisés :

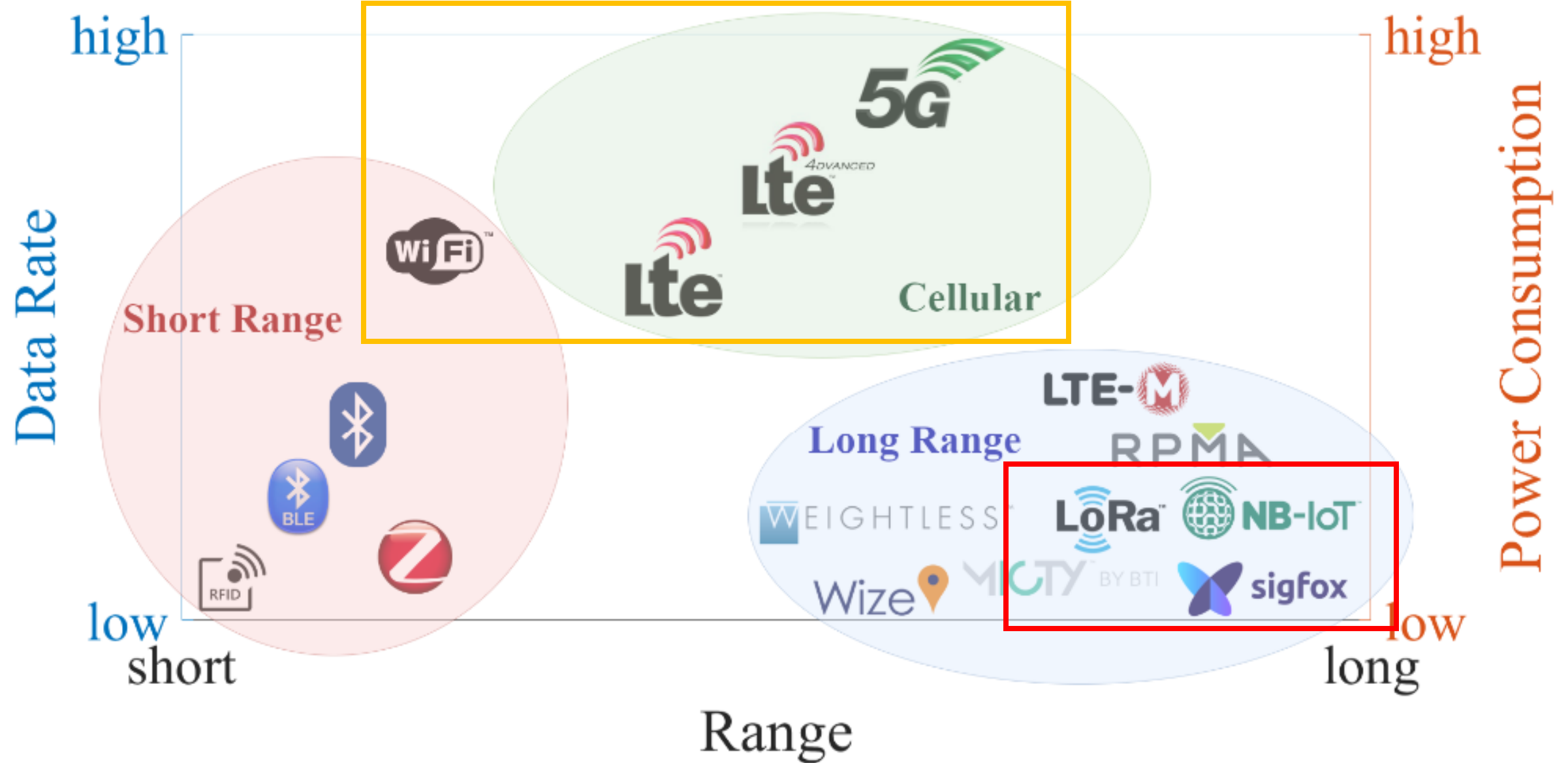
1. **Étude de cas** permettant d'identifier les besoins précis en termes d'informations techniques reliées à l'usage des stations et des données agrométéorologiques
2. Réalisation de **3 webinaires** : utilisations des données, l'acquisition et l'installation de stations météo, l'usage adéquat d'une station agrométéorologique.

Rappels : L'emplacement, l'emplacement et ... l'emplacement :

- Guides et documentations:
 - (Guide :Personal Weather Station - Siting, CSA R101, WMO no8)
- Capteurs et entretiens
 - (*emplacement!*)
 - *Contrôle/assurance qualité*
- **Accès aux données :**
 - *télécommunications*
 - *Intégration et interopérabilité*



Diversité des protocoles de télécommunication



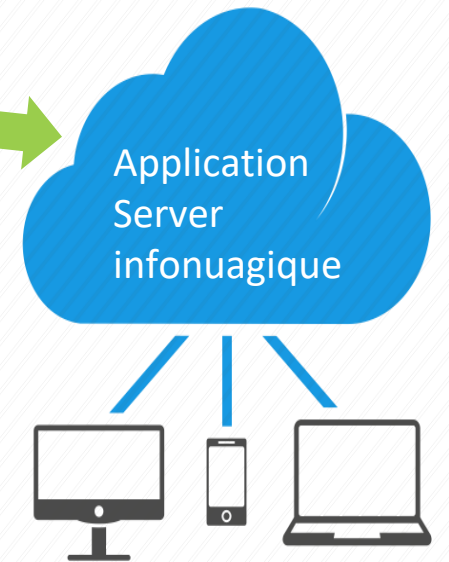


Station de référence (datalogger)

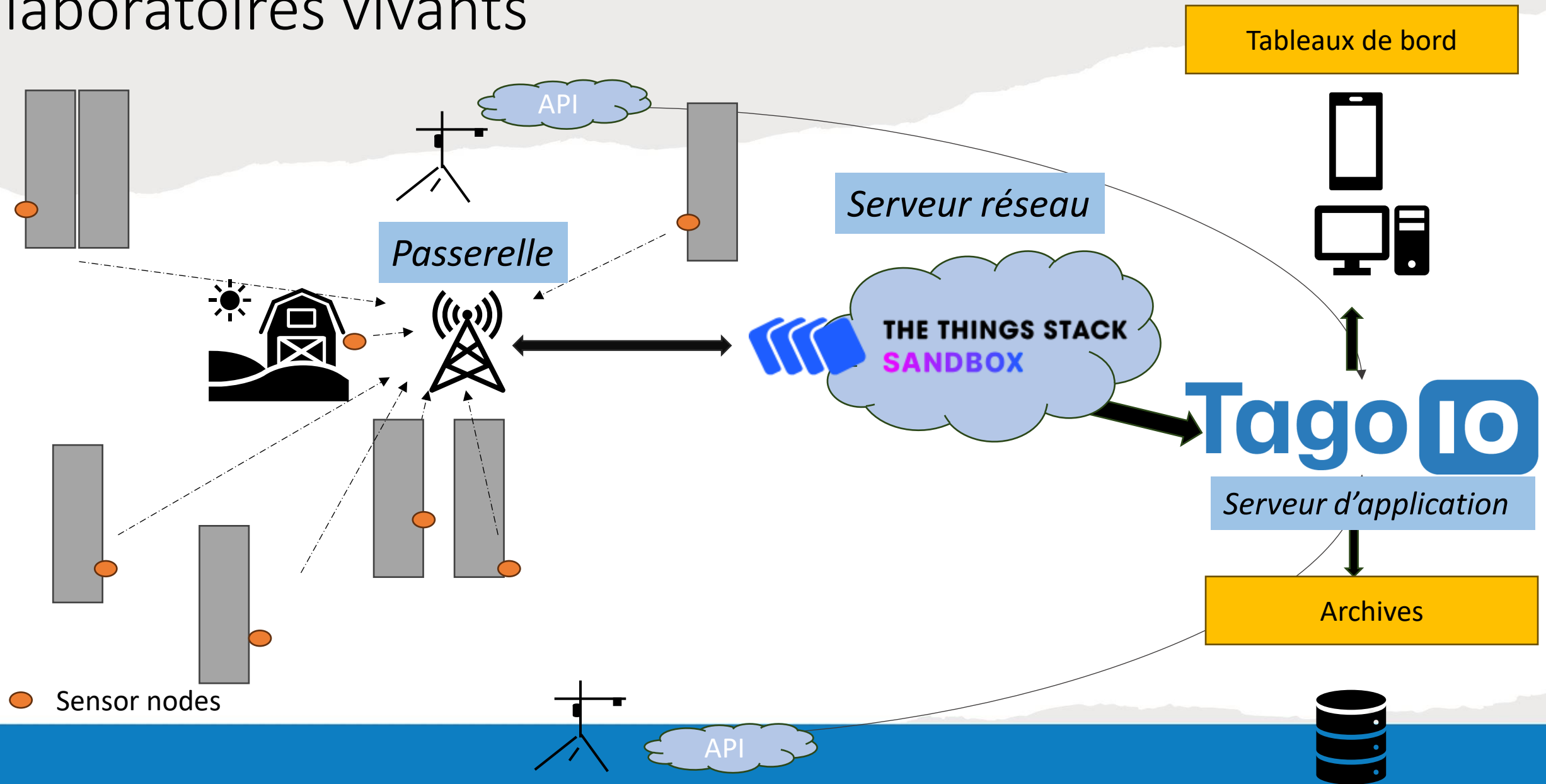
- Dispendieux, senseurs de haute qualité
- Assurance qualité et contrôle de qualité
- Couverture limitée (near-tower measurements only)
- Données parfois difficile d'accès



LoRaWAN
Gateway/Passerelle



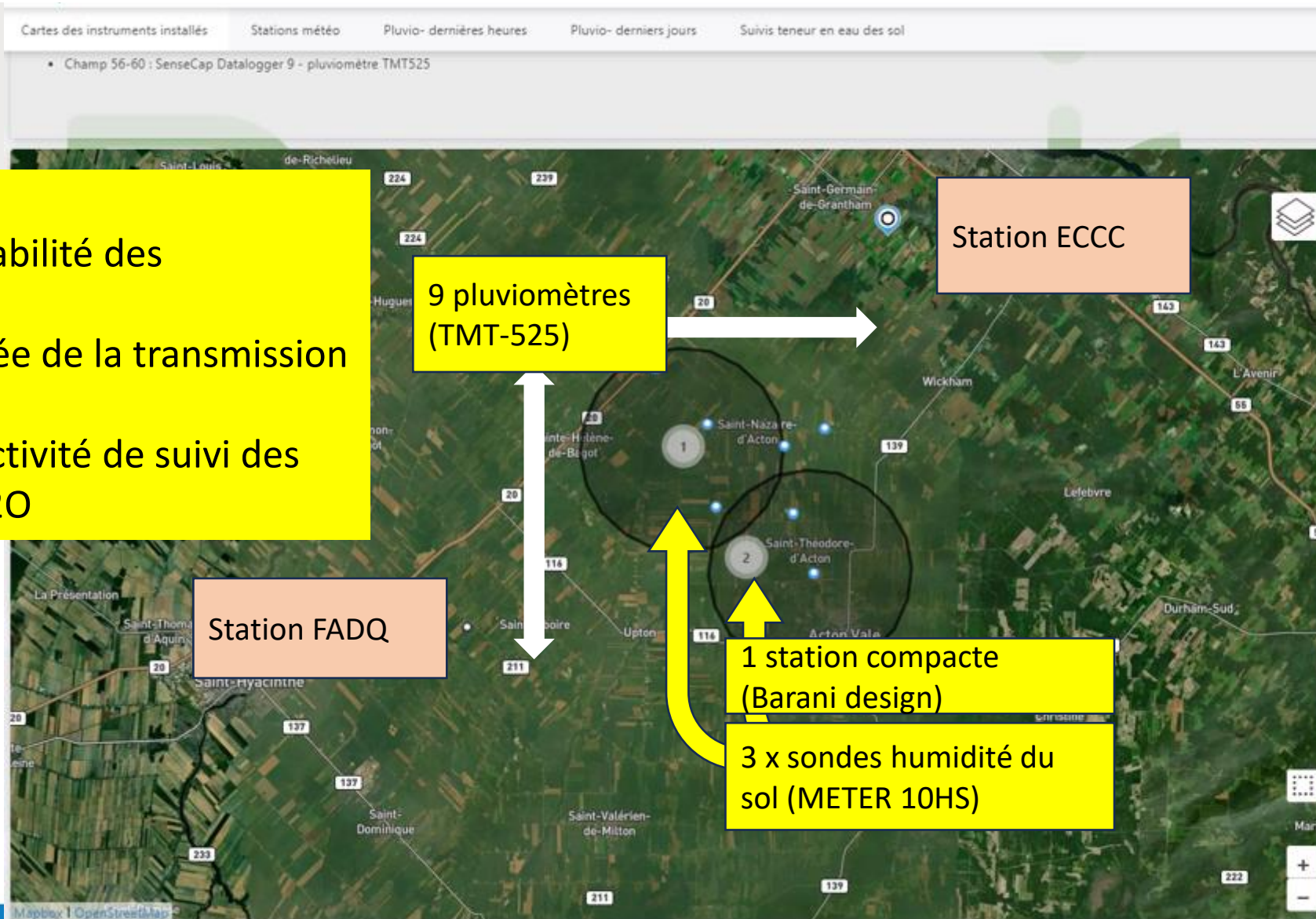
- Senseurs à plus faible coûts?
- Couverture à la ferme (Gateway peut communiquer avec des dizaines ou centaines de senseurs dans un rayon de 5-10 km)
- Solutions infonuagiques (Cloud-based) pour un accès aux données en temps quasi-réel



Dispositif #1. Racines d'avenir



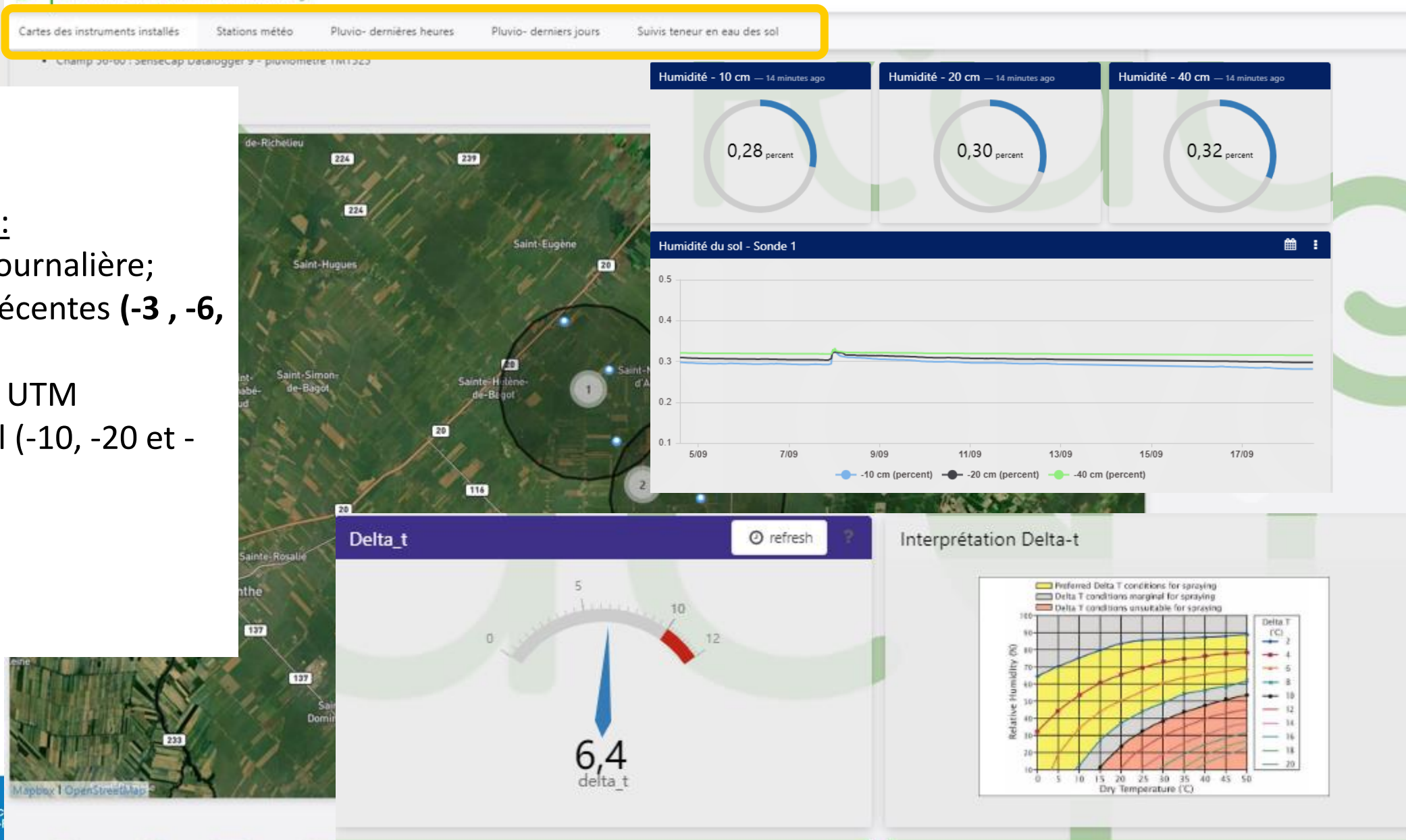
Dispositif #1. Racines d'avenir



Activité :

- Capturer la variabilité des précipitations
- Explorer la portée de la transmission de données
- Associé à une activité de suivi des émissions de N₂O

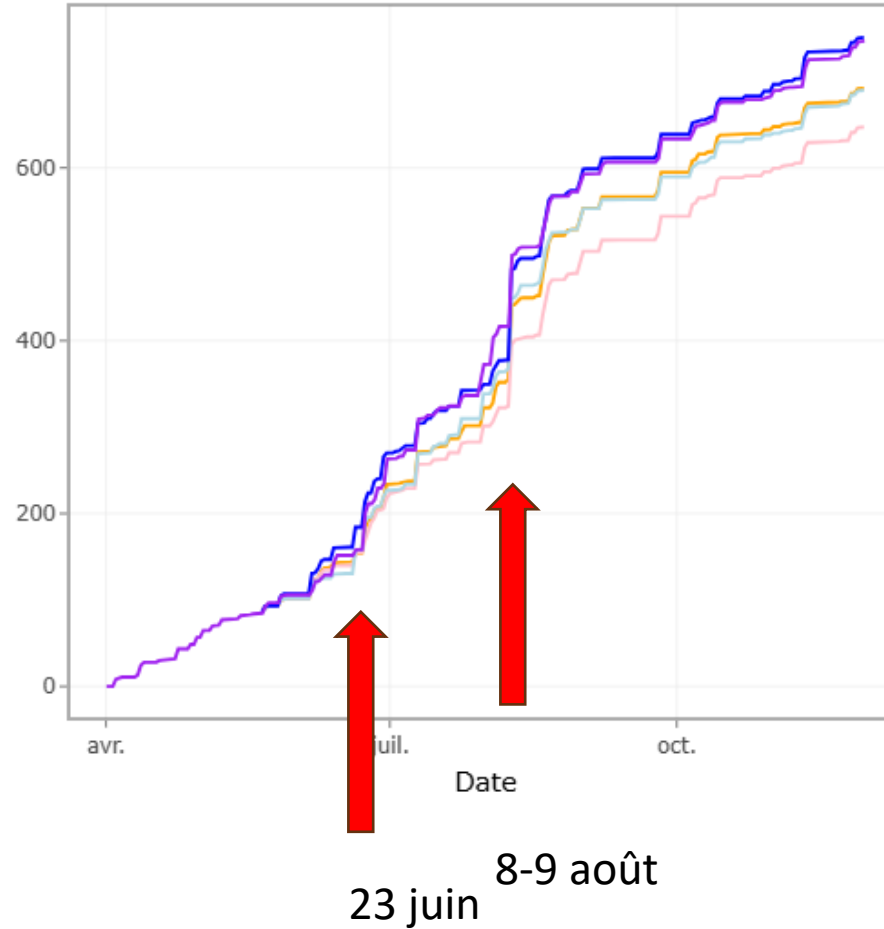
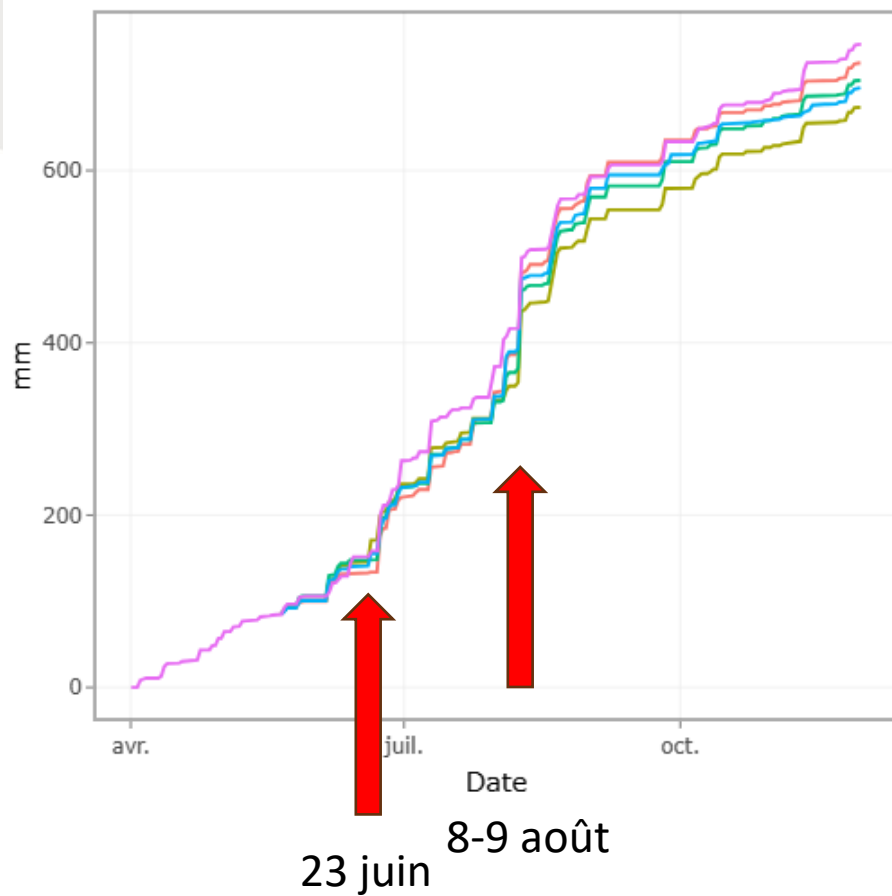
Dispositif #1. Racines d'avenir



Données fournies :

- Accumulation journalière;
- Accumulation récentes (-3 , -6, -24h);
- Degrés-jours et UTM
- Humidité du sol (-10, -20 et -40cm)
- Delta-T

Exemple de la variabilité de la pluviométrie



70-90 mm de différence sur la saison;

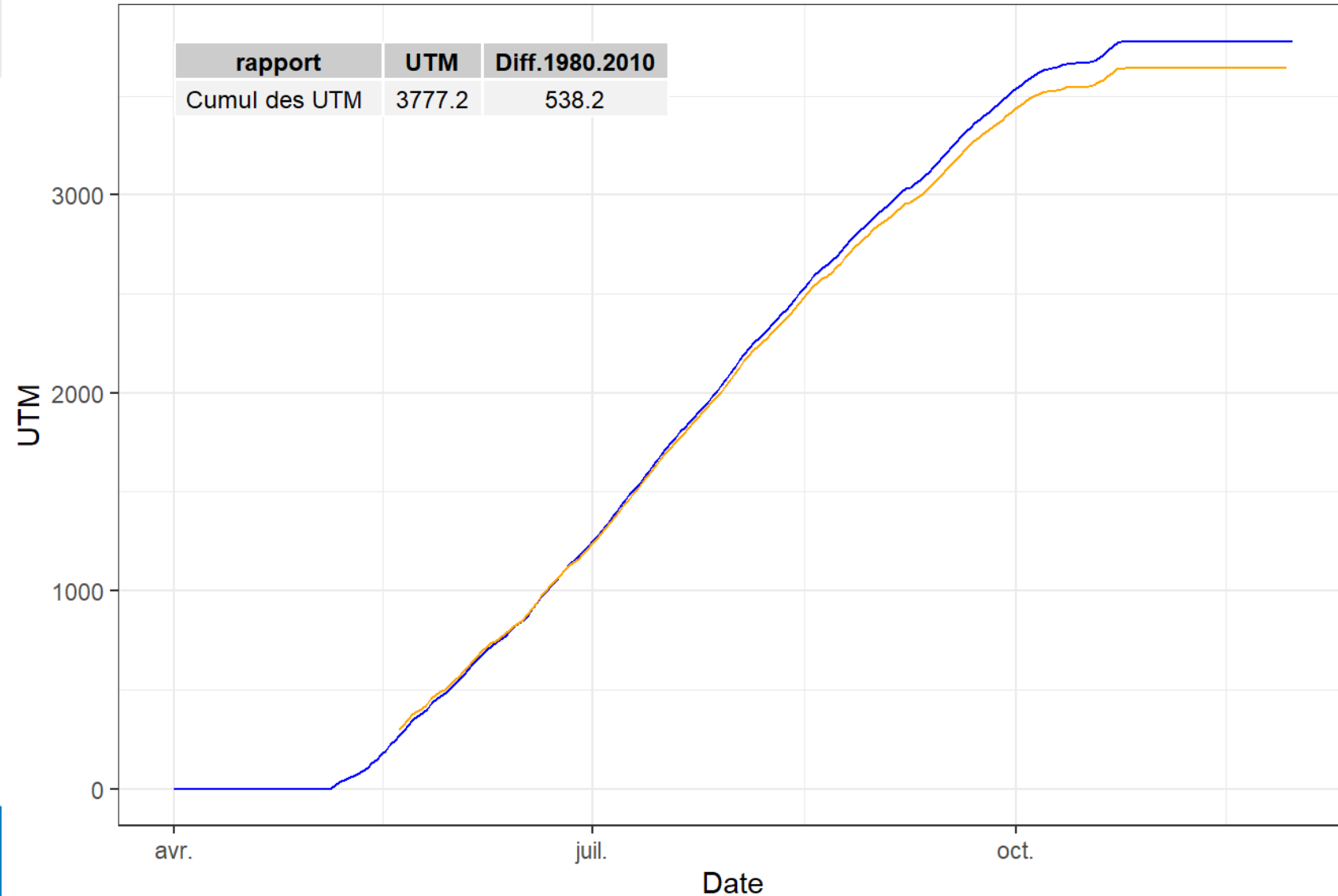
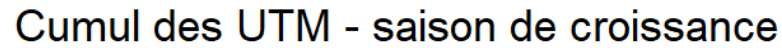
Quelques événements (juin-août) où les différences > 10-15 mm!

Aide à la décision :

- Visite des champs (dommages) après orages
- Planification séquence travaux aux champs

Dispositif #1. Racines d'avenir

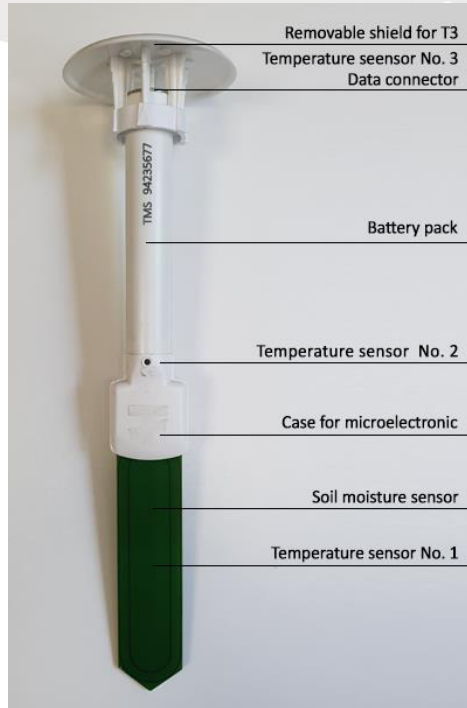
Peu de différence
dans les cumuls de
degrés-jours avec la
station de référence



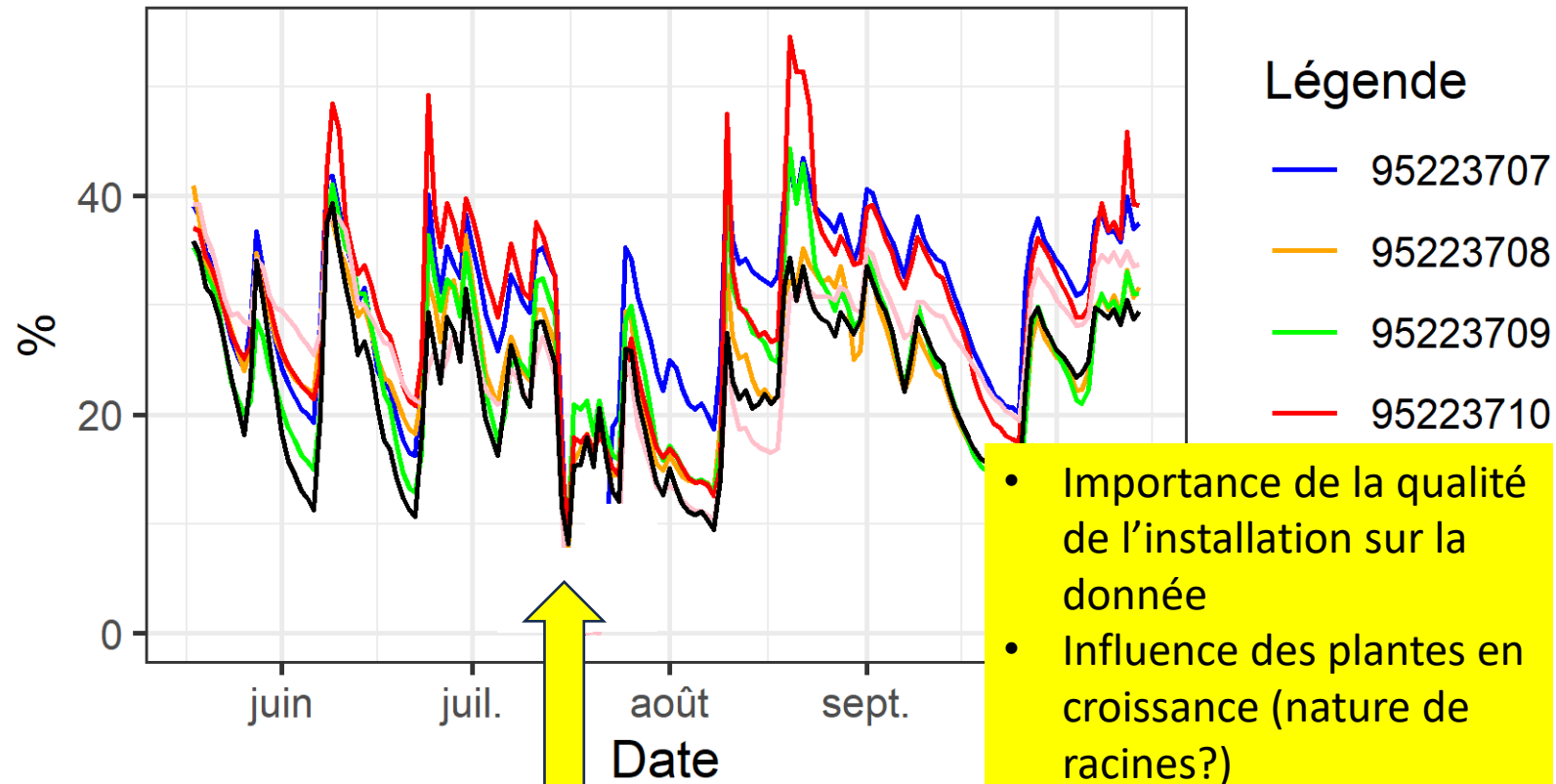
LABORATOIRE
— **VIVANT** —
Lait carboneutre

**Racines
d'avenir**
LABORATOIRE VIVANT

Exemple de la variabilité de la teneur de eau des sols (TDT (0-10 cm), Loam argileux, 0.30 ha)



Teneur en eau (%), Saint-Augustin



Premières expériences et constats

- Données météo à la ferme : intérêt certain lors d'évènement/conditions extrêmes;
- Ne pas sous-estimer le temps de surveillance et traitement des données!
- Agronome : rôle de premier plan pour guider dans les choix opérationnels (localisation, capteurs, connectivité de modèles bioclimatiques);
- Les outils associés à l'IdO peuvent être des catalyseurs pour supporter la prise de décision basée des analyses de données en temps quasi-réel :
 - LoRaWAN : Excellent candidat pour faciliter la transmission de données en milieu rural (> 7 km, même sans vue directe ou capteurs situés dans des bâtiments);
 - Options économiques et faible consommation très faible d'énergie;
 - ATTENTION : L'écosystème d'affaire de IdO en évolution!