



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR

Agroscope

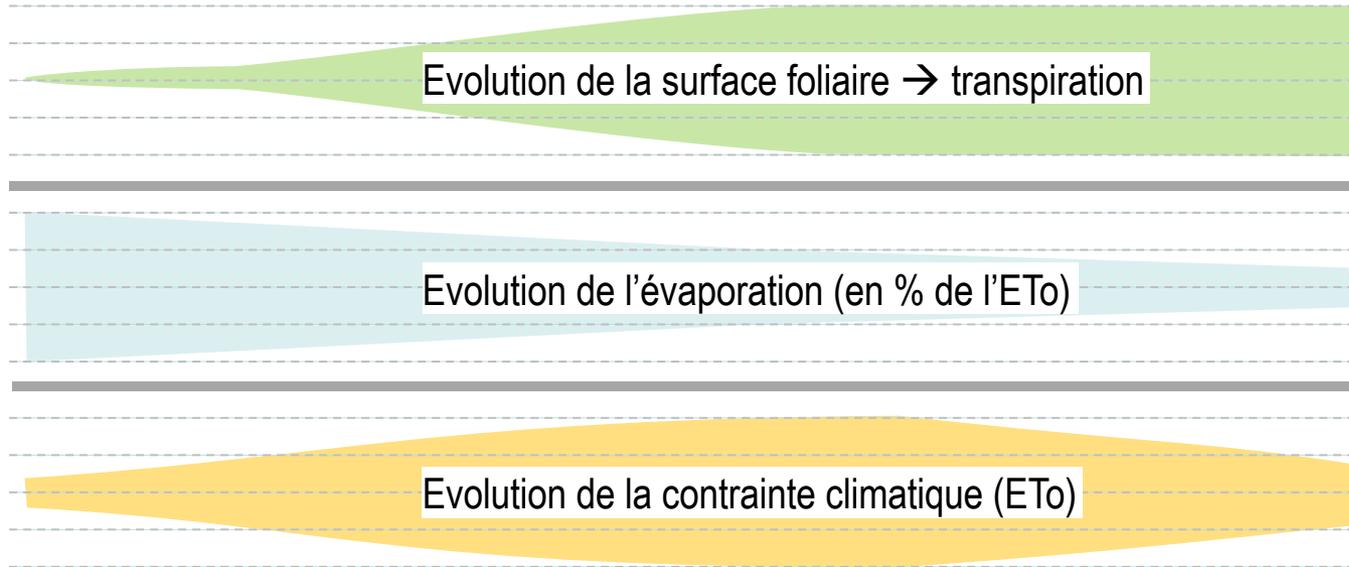
Stratégies d'irrigation

Principes pour la gestion du goutte à goutte en verger

**Monney Ph. Quennoz M. Monney A.
Magnollay L.**



Paramètres influençant les besoins en eau





Irrigation selon la saison



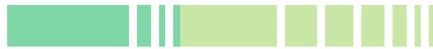
Nouaison



Division cellulaire



Croissance végétative



Pousses courtes, pousses longues

Induction florale



Grossissement cellulaire



Phase 1	P2	P3	P4	P5
<p>⚠ <u>Hiver sec</u></p> <p>→ Surveillance météo</p> <p>→ Surveillance sondes</p> <p>→ Irriguer si nécessaire</p>	<p>Arrosages de confort</p> <p>Pas d'excès</p>	<p>⚠ <u>Pas d'excès</u></p> <p>Légère restriction pour éviter redémarrage</p>	<p>Arrosage de confort ou légère restriction en fonction du calibre et de la charge</p>	<p>⚠ <u>Pas d'à-coups</u></p> <p>Restreindre en vue de :</p> <p>→ Qualité</p> <p>→ Conservation</p>

Fréquences recommandées (goutte à goutte)



P1	P2	P3	P4	P5
2-3 fois/semaine	Progressivement jusqu'à 1x/jour	1x/jour	Augmenter à 2x/jour si possible : si $E_{To} \geq 5$ mm si 2 mm/jour n'est pas suffisant	1x/jour



Le climat comme base de calcul

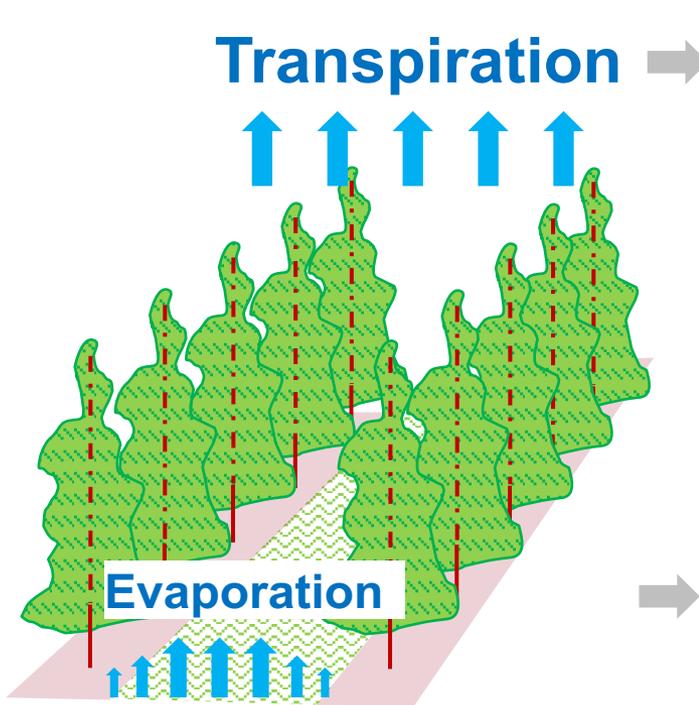


- Température
- Radiation solaire
- Humidité relative
- Vent
- Pluviométrie

- Calcul de la contrainte climatique (ET_0)
- Bilan hydrique, modèle adapté aux vergers



Calculs en fonction du climat



Sap flow, leaf area, net radiation and the Priestley–Taylor formula for irrigated orchards and isolated trees

Antonio Roberto Pereira ^{a,*}, Steve R. Green ^b, Nilson Augusto Villa Nova ^a

^a Departamento de Ciências Exatas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, Piracicaba, SP 13418-900, Brazil

^b Environment and Risk Management Group, HortResearch Institute, Private Bag 11-030, Palmerston North, New Zealand

Transpiration d'un arbre avec surface foliaire et surface au sol occupée connus

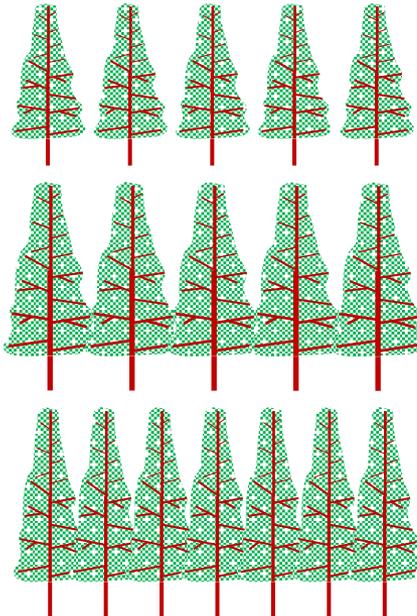


Evaporation depuis la surface de l'interligne
Empiriquement $K_e = 0.1 \text{ à } 0.4 * ET_o$



Consommation d'eau /m²

Surface foliaire et besoins en irrigation

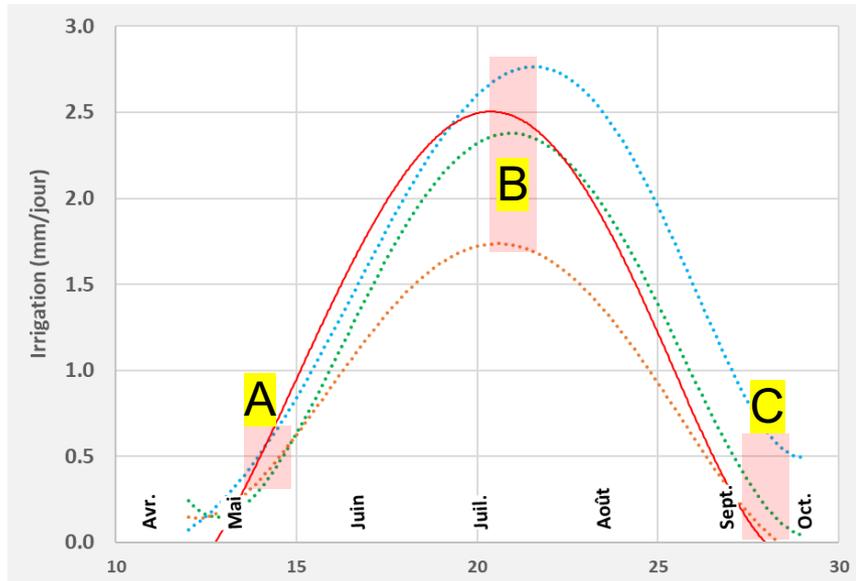


Distances et densités	Surface foliaire par arbre (m ²)	Indice foliaire (m ² /m ²)	Irrigation (calcul 2023)
4.0 x 1.25 2'000 a/ha 3-4 ans	5.0	1.0	151 mm
4.0 x 1.25 2'000 a/ha >7 ans	10.0	2.0	225 mm
3.5 x 0.8 3'600 a/ha >5 ans	5.5	2.0	225 mm

 Les besoins en irrigation dépendent de l'indice foliaire (âge et vigueur du verger)



Doses journalières typiques (2023)



- Parcelles les plus irriguées
- Moyenne toutes parcelles
- Parcelles les moins irriguées
- Irrigation calculée

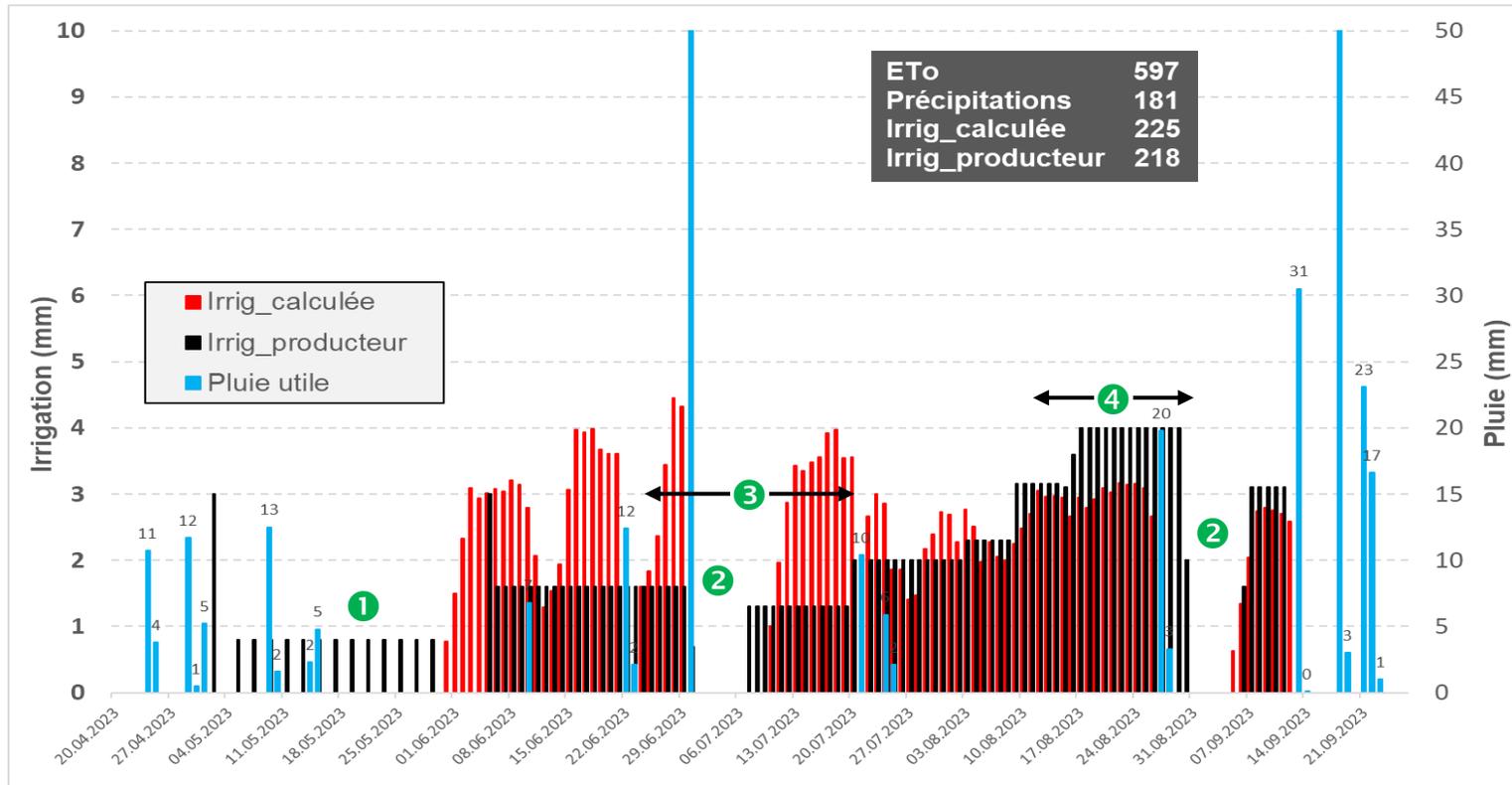
Réseau d'observation on farm (VD)
Echantillon de 16 parcelles avec une
gestion de l'irrigation jugée correcte
Indice foliaire moyen: env. 2

Les doses correspondent à une moyenne par décade à partir du 20 avril (BBCH 61-65)

- A** Début de saison: env. 0.3 à 0.7 mm/jour (1 heure chaque 2 jours)
- B** Juillet: 1.7 à 2.8 mm/jour
- C** Mi-septembre: 0 à 0.6 mm/jour



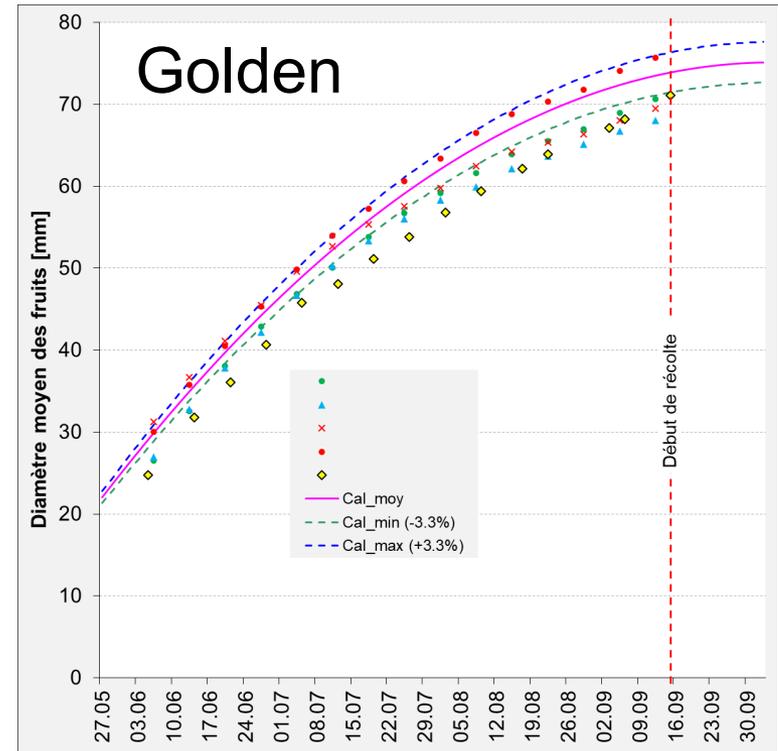
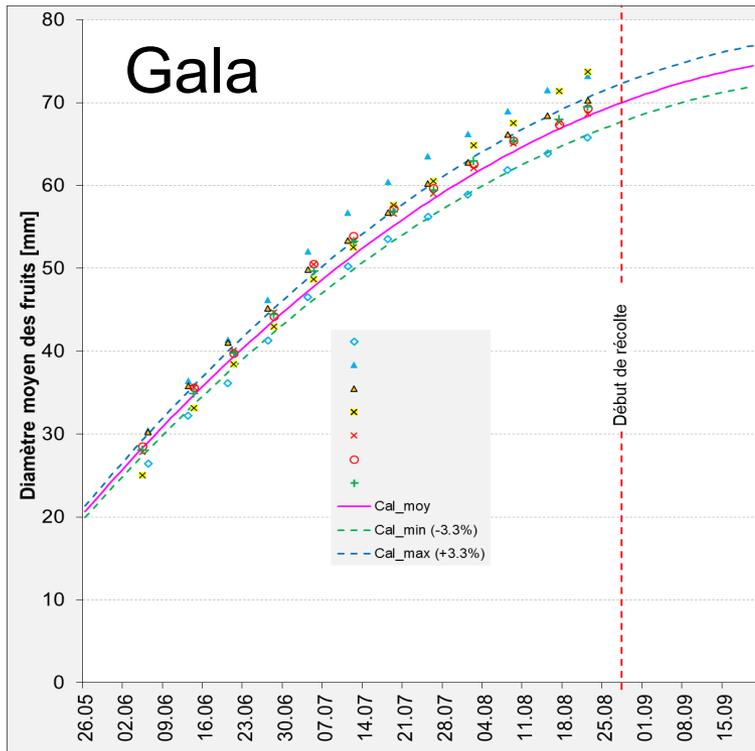
Exemple de bonne gestion en 2023



La parcelle est équipée de **sondes Watermark** et l'irrigation commandée par un **programmeur**

- ① 1 jour sur 2 (maintenir un bulbe humide)
- ② Les irrigations ne sont interrompues qu'en cas de fortes pluies. Il ne faut pas tarder à reprendre.
- ③ Plutôt pas assez en début d'été (observé dans une majorité de cas)
- ④ Plutôt trop en fin de saison (observé dans une majorité de cas)

Influence de la charge en fruits (2023)



- Eclaircissage sur Gala réalisé tôt (OK pour 6 vergers sur un total de 7)
- Eclaircissage sur Golden et variétés tardives réalisé tard (OK 1/5)

 Vergers très chargés: irrigation plus élevée, ne compense pas le déficit de calibre

Irrigation programmée ou automatique ?

Irrigation programmée

2023, sur 16 vergers, moyenne de 91 jours avec irrigation
Juillet-août, parfois 2 voire 3 irrigations par jour

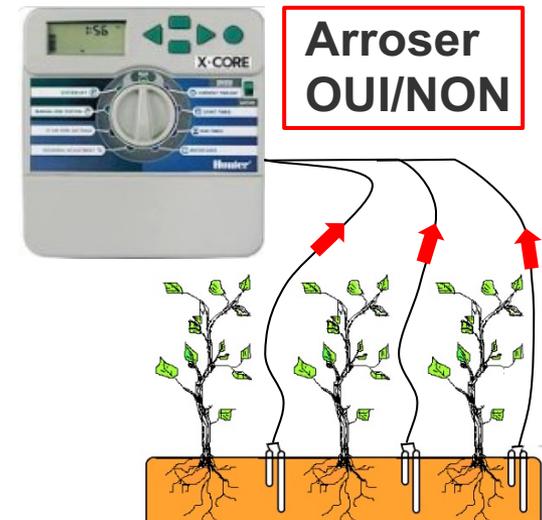
- Peu coûteux et pratiquement indispensable
- Accès aux données via plateforme dédiée
- Modification manuelle des réglages

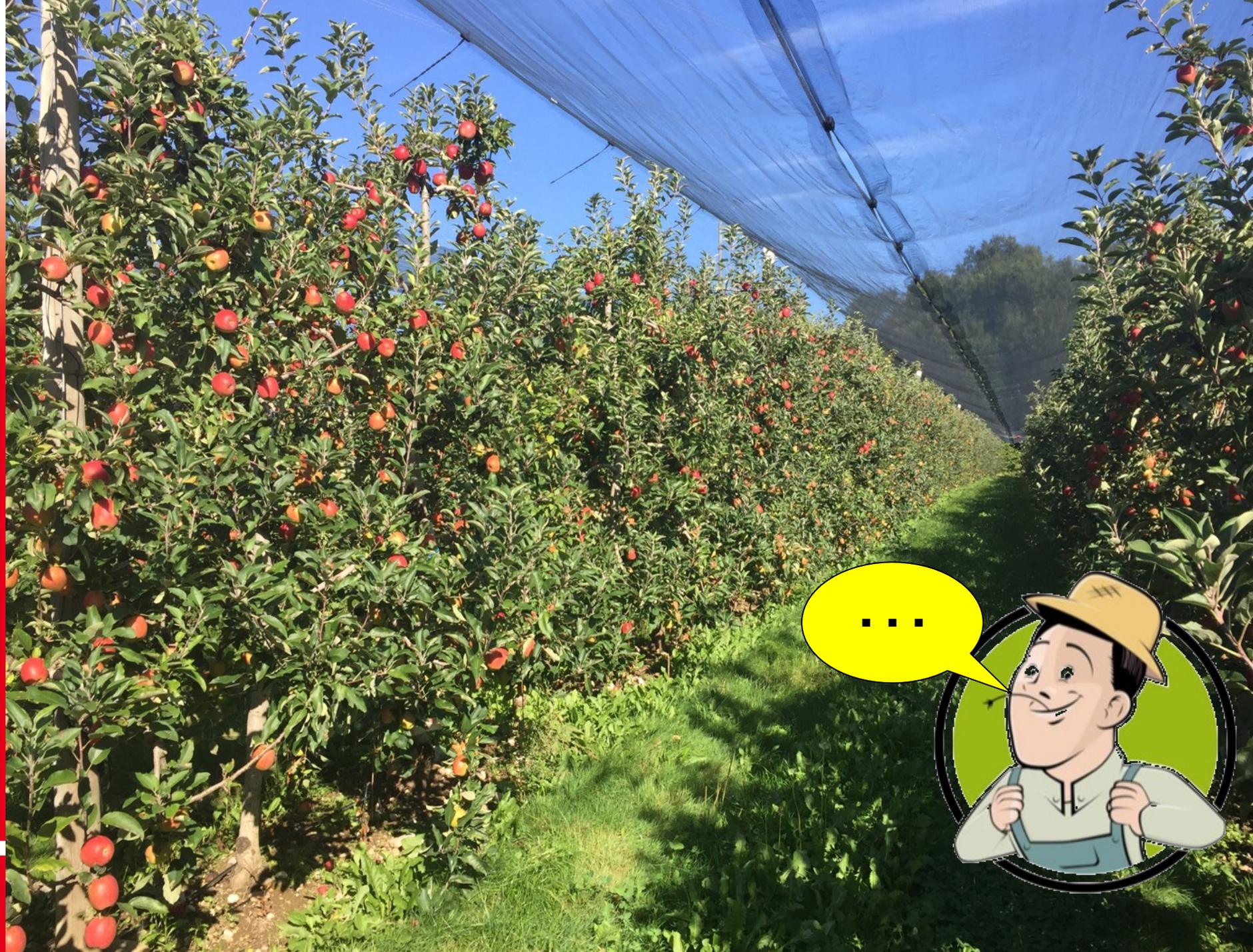


~~Irrigation automatique~~

~~Les sondes commandent l'ordre d'irrigation
Sol sec → OUI
Sol humide → NON~~

- ~~Problèmes de fiabilité~~
- ~~Désactivé par une majorité de producteurs~~







Le sol comme indicateur

Potentiel hydrique (tensiomètres ou Watermark, KPa)

Exprime la force d'attraction de l'eau par le sol

→ +/- grande facilité d'absorption par la plante



Teneur en eau (sondes capacitatives %)

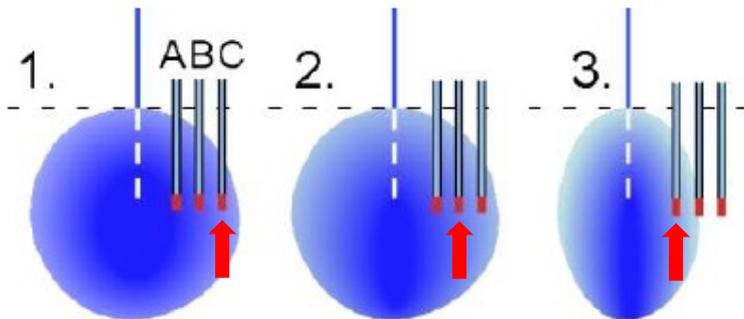
- Calibration selon texture du sol
- Capacité au champs sol moyen = env. 35%
sol léger = env. 20%





Placement des sondes (Watermark)

Sonde de **sol** (S) profondeur (25-30 cm)



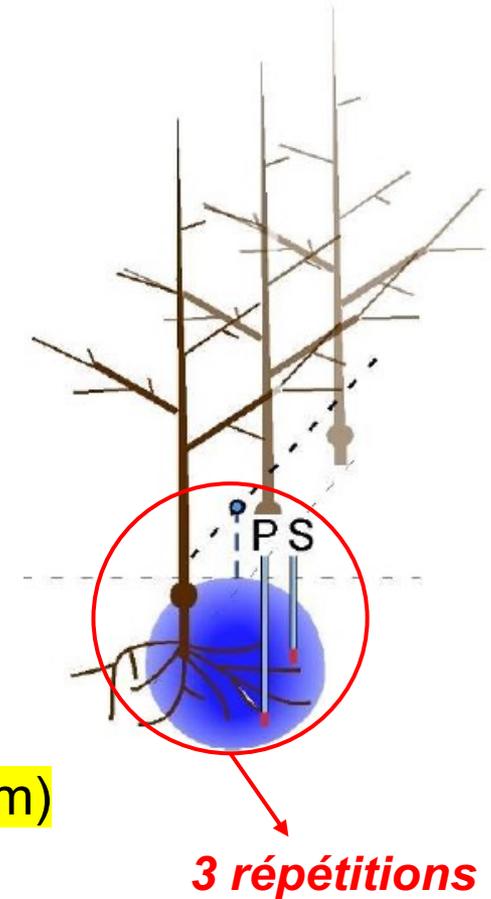
Distance au goutteur (cm)

1. *Sol lourd* → **C** (40)
2. *Sol moyen* → **B** (25-30)
3. *Sol léger* → **A** (20-25)

Sonde de **sous-sol** (P) profondeur (50-60 cm)

Distance au goutteur (cm)

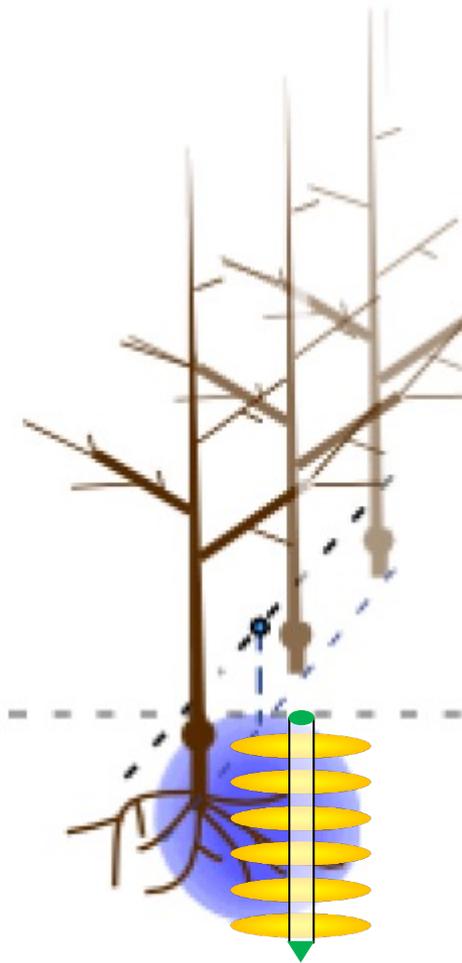
Tous types de sol → 10-15



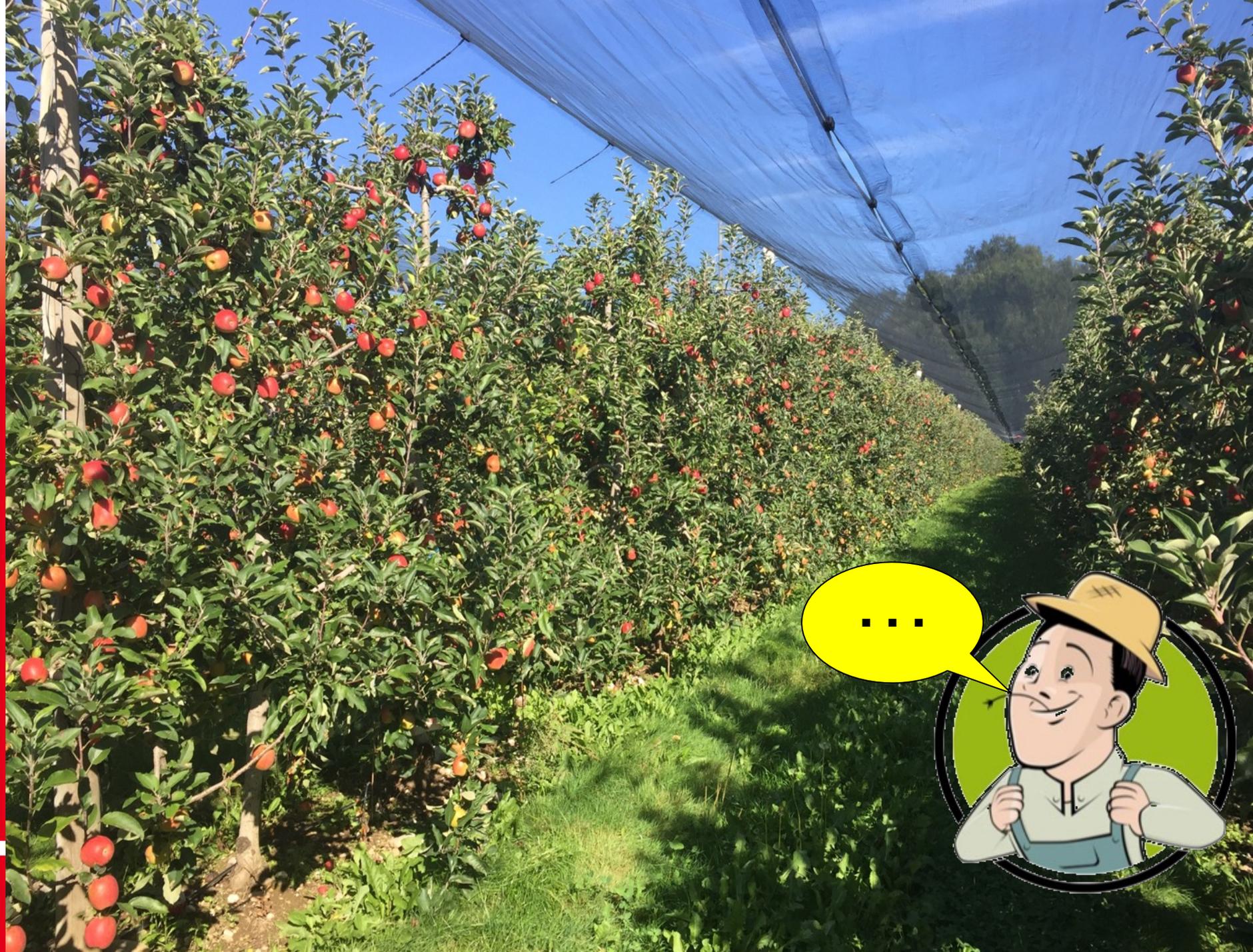
3 répétitions



Placement sonde capacitive

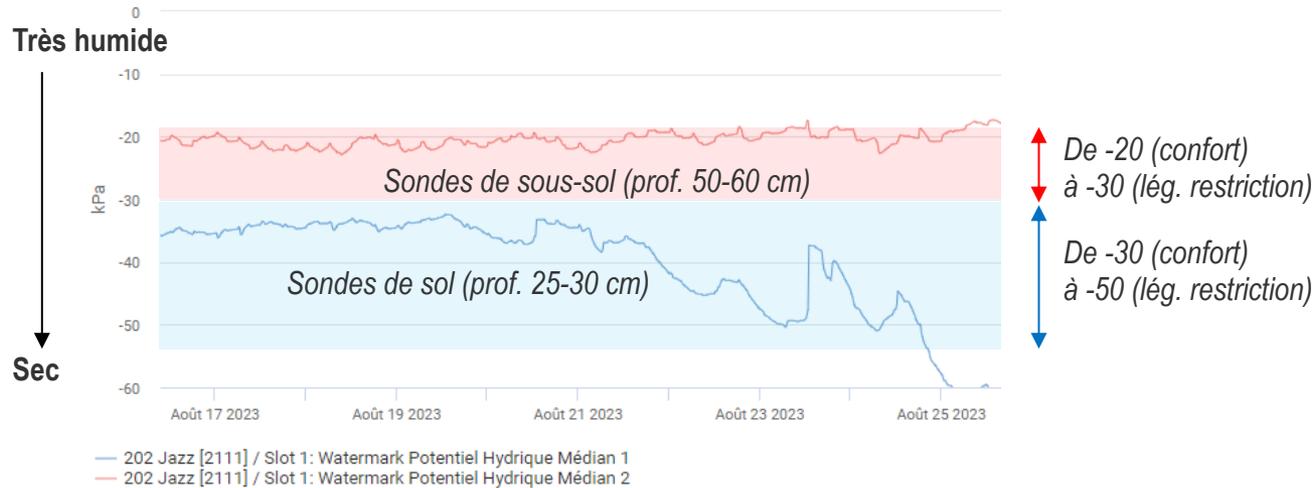


- Tube avec 6 capteurs espacés de 10 cm
- Mesure dans un volume de sol
 30-40 cm
- 1 sonde par verger
- Placer à 20-25 cm du goutteur
- **Résultats satisfaisants**





Gestion avec sondes Watermark



- Maintenir -30 à -50 en sol, -20 à -30 en sous-sol
- Lorsque l'éclaircissage est bien réalisé, augmenter progressivement la restriction en fin de saison
- ⚠ Pas de sur-irrigation pour corriger les effets de la surcharge en fruits

Sonde capacitive, interface utilisateur

Golden Etoy - 118116

Météo parcelle Notes / Conseils Modifier la station

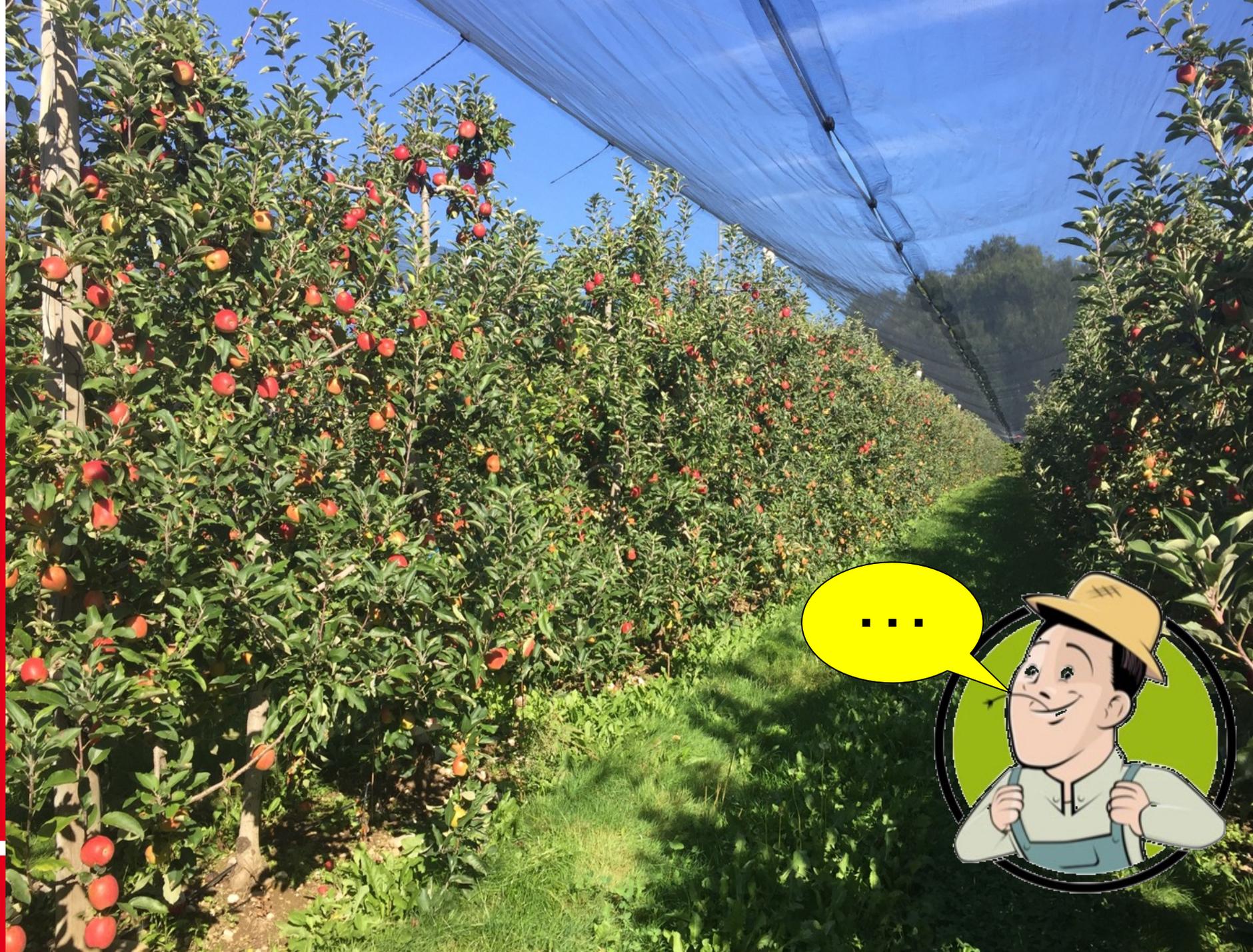
Campagne 2023 Parcelle Golden Date de reprise de végétation 05/03/2022 Type de culture Pommier Variété Golden
Système d'irrigation Goutte à goutte Type de sol Limono Argilo Sableux Capacité au champ 35,9% Bas de RFU max 27% RFU max 8,9% (mm)

Zoom 1j 7j 1m 3m 6m 1a Tout

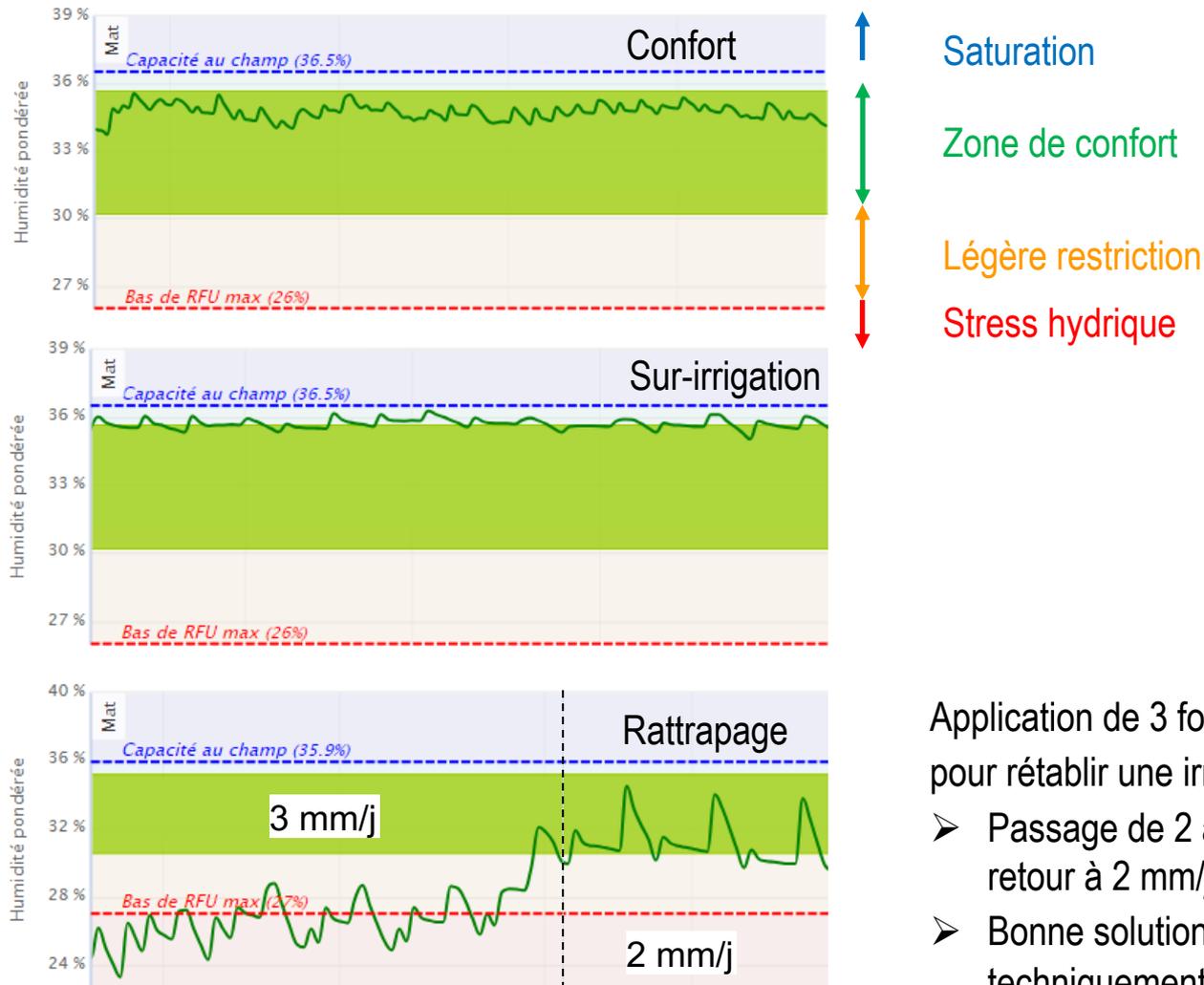
Du 12/07/2023 au 14/08/2023



Humidité du sol Température du sol Volt. batterie



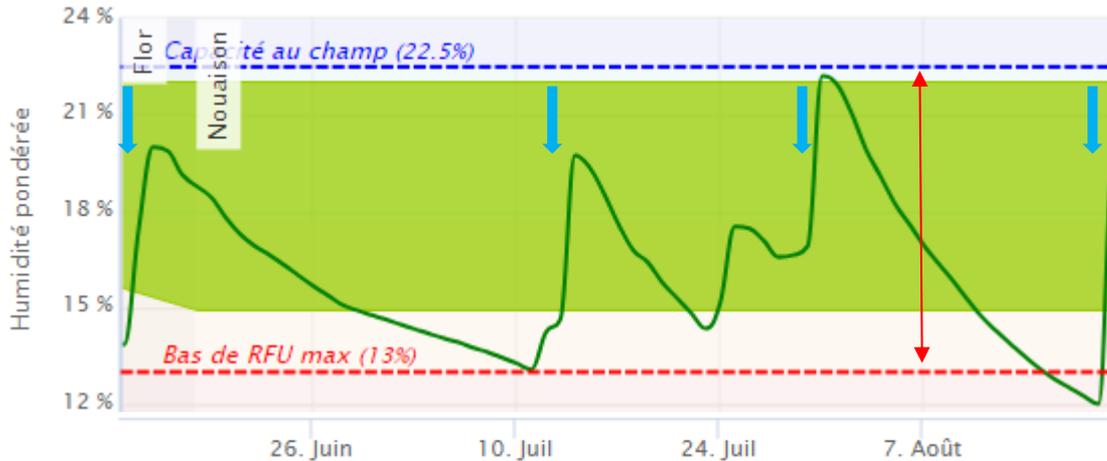
Gestion avec sonde capacitive (Corhize)



- Application de 3 fois 1 mm/jour pour rétablir une irrigation suffisante
- Passage de 2 à 3 mm/jour, puis retour à 2 mm/jour
 - Bonne solution si faisable techniquement



Irrigation à déficit constant (Microjets, aspersion)



Ne pas dépasser
(Risque d'engorgement et gaspillage)

Seuil max. de remplissage visé
P. ex. 95% de la capacité au champ

Seuil bas, au-dessous, risque
de stress dommageable
→ Déclenchement de l'irrigation

↓ Irrigation

↑ La quantité à appliquer est variable selon le type de sol

- Irriguer lorsque la courbe atteint le **seuil bas**
- La quantité optimale fait remonter la courbe au **seuil max.** Ne pas dépasser la capacité au champ (tester différentes doses)
- Déficit constant signifie que la dose est toujours la même, mais que l'intervalle entre les irrigations varie en fonction de la contrainte climatique.



Irrigation déficitaire contrôlée (1)

Basée sur une mesure régulière du stress hydrique des plantes visant à limiter l'irrigation sans affecter le rendement et la qualité.

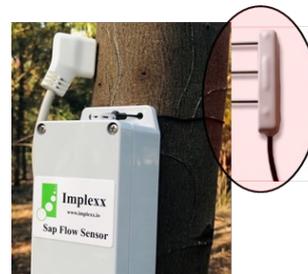
Outils possibles

- Potentiel hydrique
(chambre à pression)



- Coefficient de restriction (0.6-0.8)
- ! *Connaissance des quantités d'irrigation optimales*

- Flux de sève
Consommation précise d'un arbre



Précision

Pour la pratique ?

Disponible





Irrigation déficitaire contrôlée (2)

Outils possibles

- Sondes d'humidité
Watermark



Capacitive



- Potentiel hydrique
du tronc

! nouveau



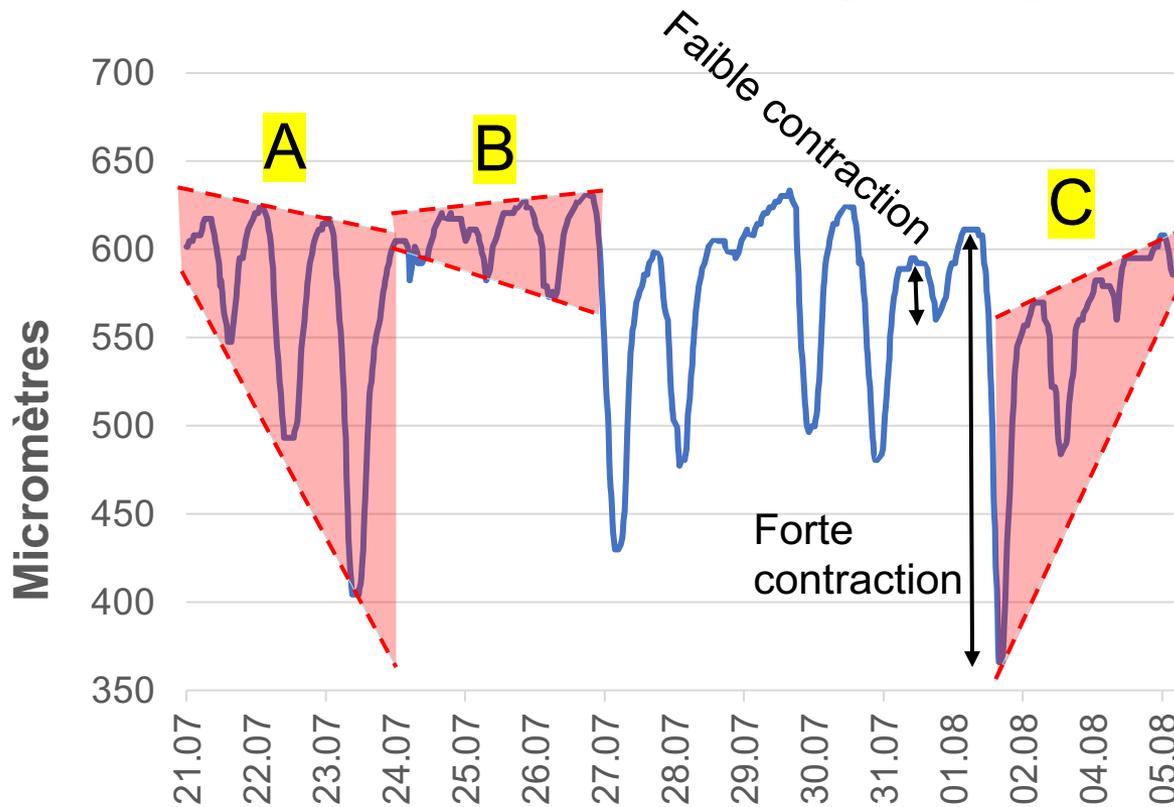
Précision

Pour la
pratique ?

Disponible

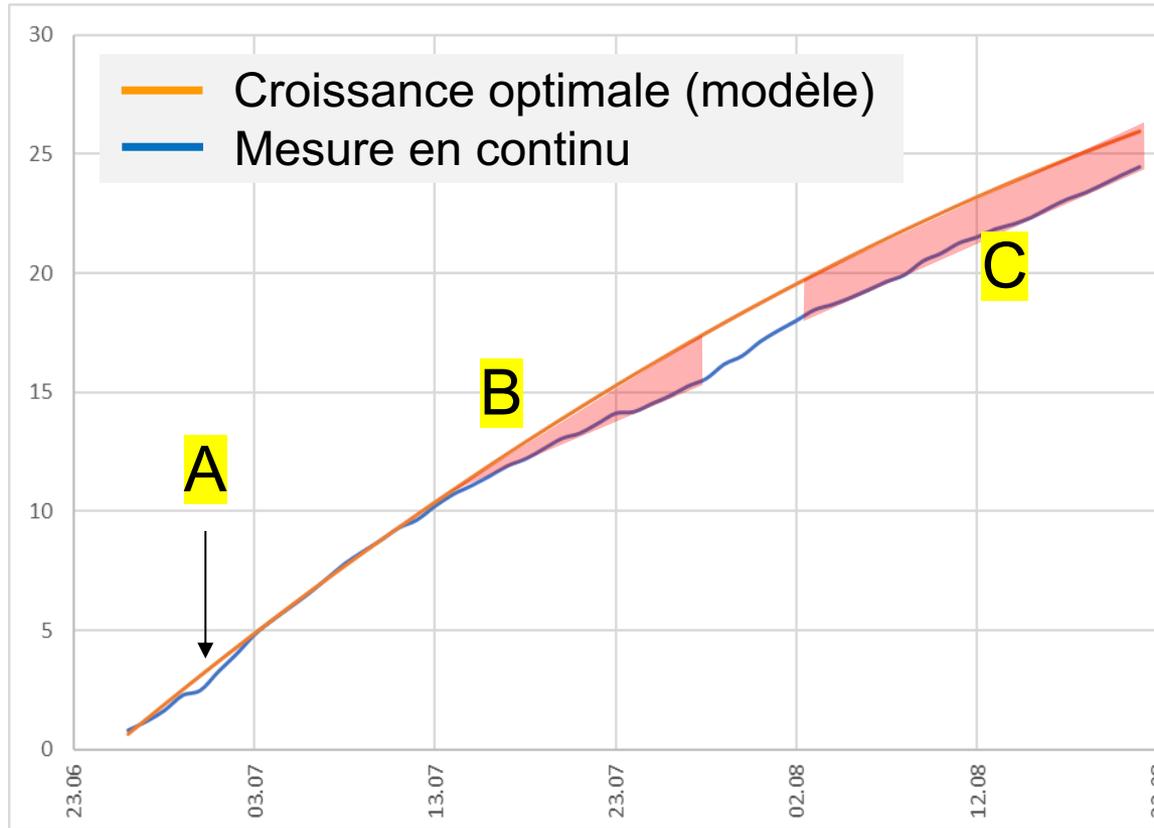


Mesure du stress hydrique en continu

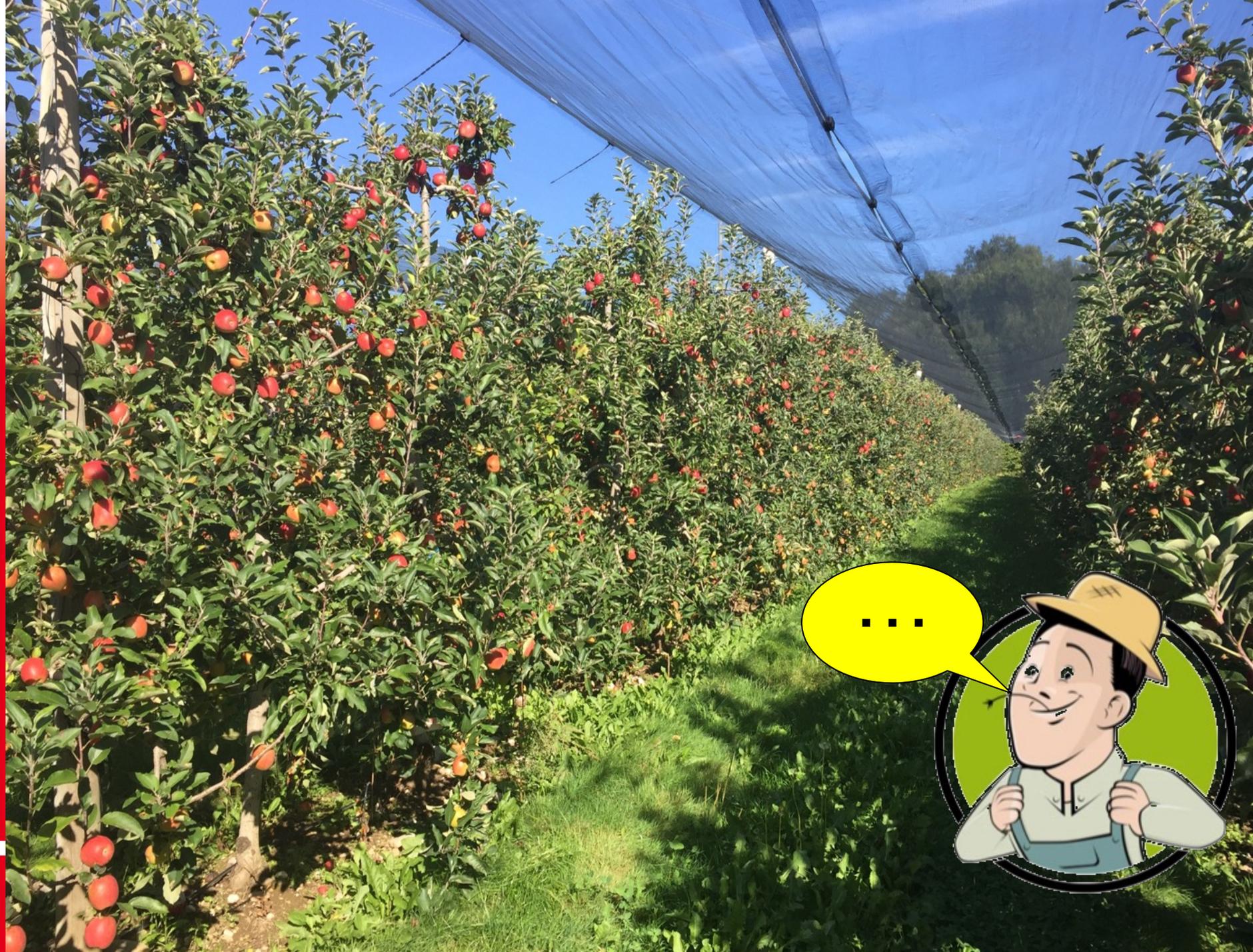


- A** Contrainte climatique forte, irrigation insuffisante → déshydratation
- B** Légère pluie temps couvert, l'arbre se réhydrate légèrement
- C** Temps relativement frais, l'arbre se réhydrate rapidement

Mesure du calibre des fruits en continu



- A** Forte pluie, bonne croissance des fruits
- B** Réserve épuisée, croissance ralentie → irrigation insuffisante
- C** Irrigation corrigée, croissance normale mais pas de rattrapage





Merci pour votre attention

Philippe Monney
philippe.monney@agroscope.admin.ch

Agroscope une bonne alimentation, un environnement sain
www.agroscope.admin.ch