



Arroser moins & produire plus

Outils & astuces pour optimiser

l'irrigation & la fertilisation hors-sol

Philippe-Antoine Taillon, agronome
Conseiller en productions maraîchères & fruitières
sous abris



CLIMAX
CONSEILS

Plan de la présentation

- Facteurs limitants
- Fertigation hors-sol : Contraintes & rôles
- Équipements de base :
 - **Réalisation** de la fertigation
 - **Suivi** de la fertigation
- **Optimisation** de la fertigation : Outils & astuces



Source : Gaspar

Les facteurs limitants en production hors-sol sous abris



Fertigation hors-sol : contraintes & rôles

- **Contraintes**

- Réserve en eau & fertilisants très faible
 - Substrat aéré & en faible volume

- **Rôles de l'irrigation & de la fertilisation**

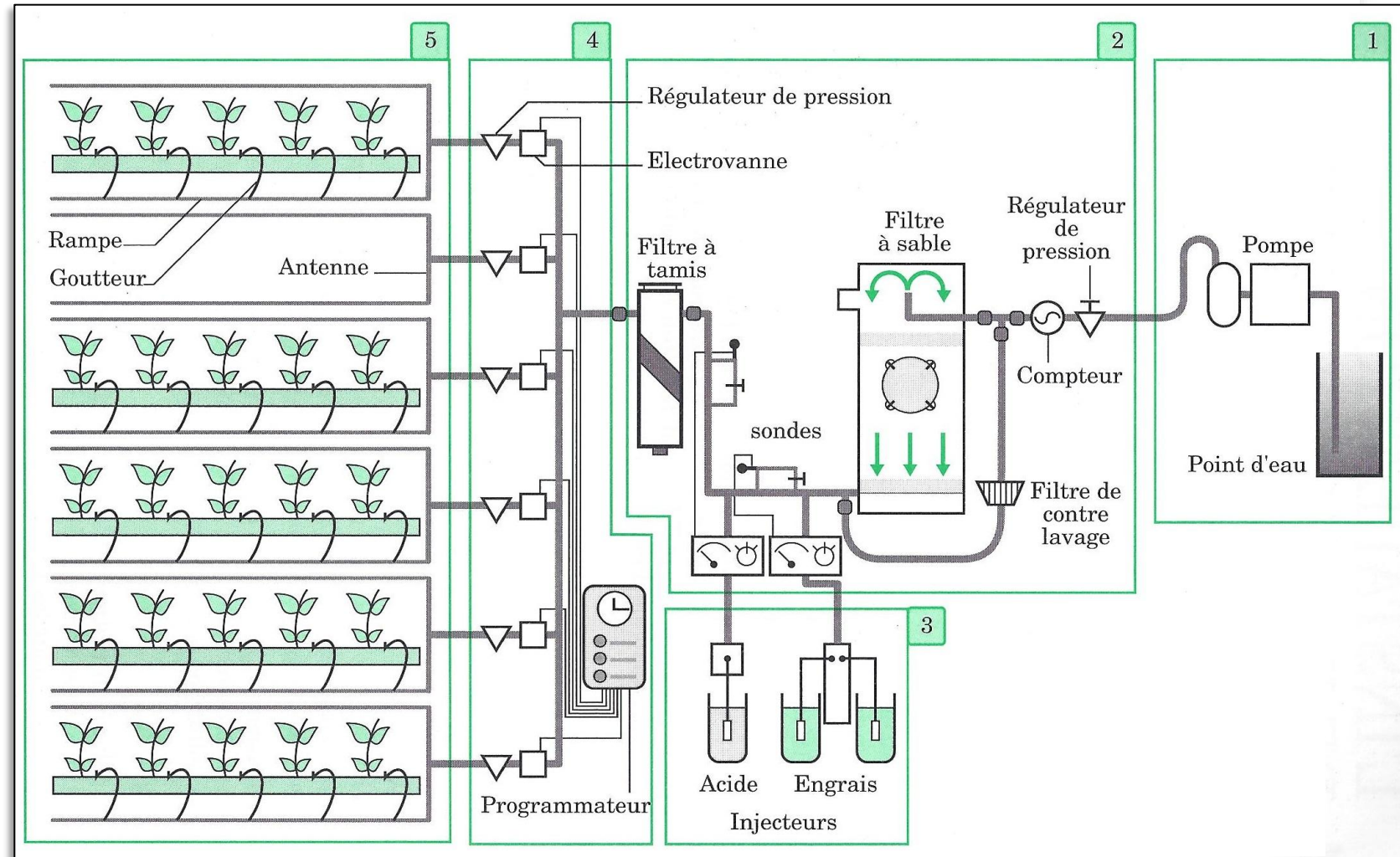
- Transpiration de la plante
- Apport minéral



Équipements

Réalisation

1. Pompage
2. Filtration
3. Fertilisation
4. Automatisation
5. Distribution



Pompage

Réalisation



Source : Dubois Agrinovation



Source : Ghislain Jutras

Filtration

Réalisation



Source : Dubois Agrinovation

Fertilisation

Réalisation



Source : P.-A. Taillon



Source : Mazzei

Fertilisation

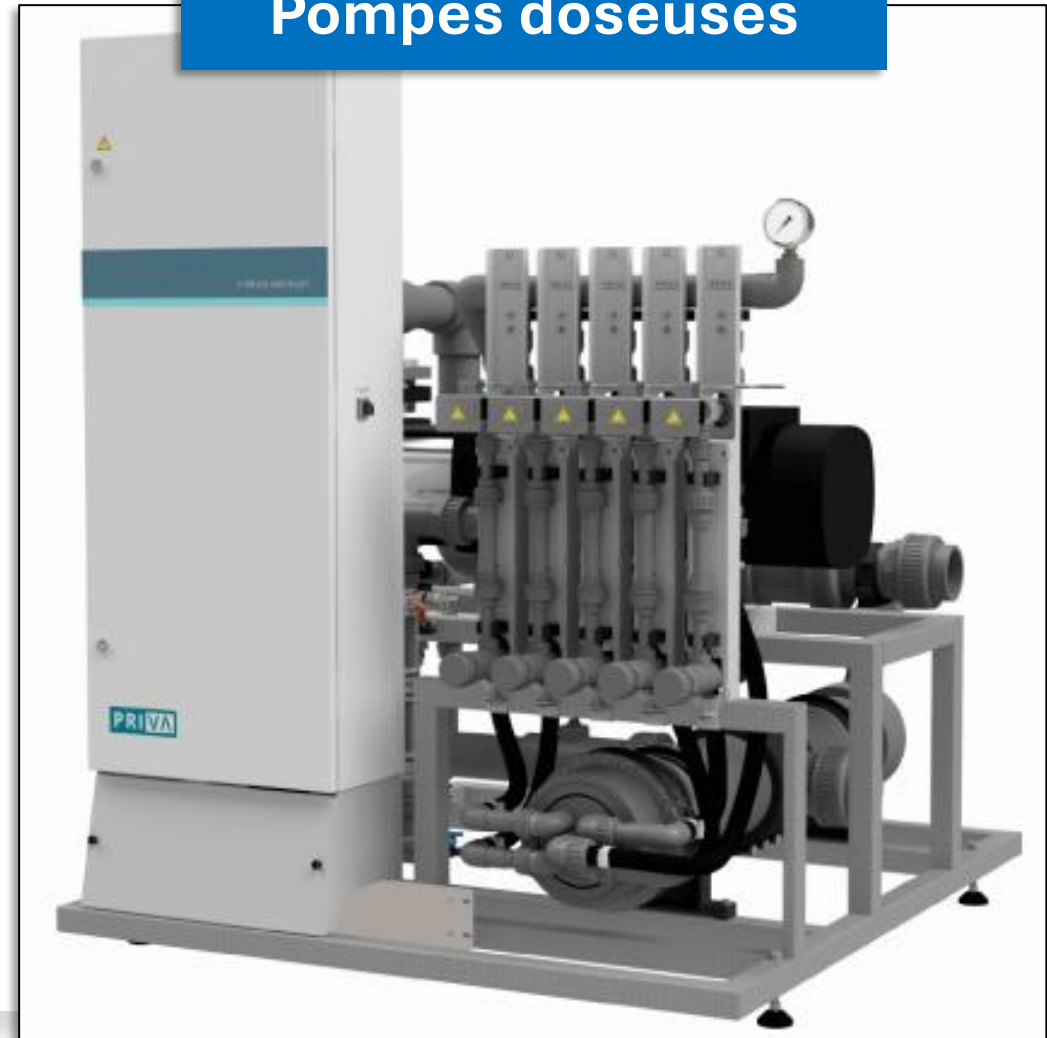
Réalisation

Injecteur mécanique



Source : Ferme François Gosselin

Pompes doseuses



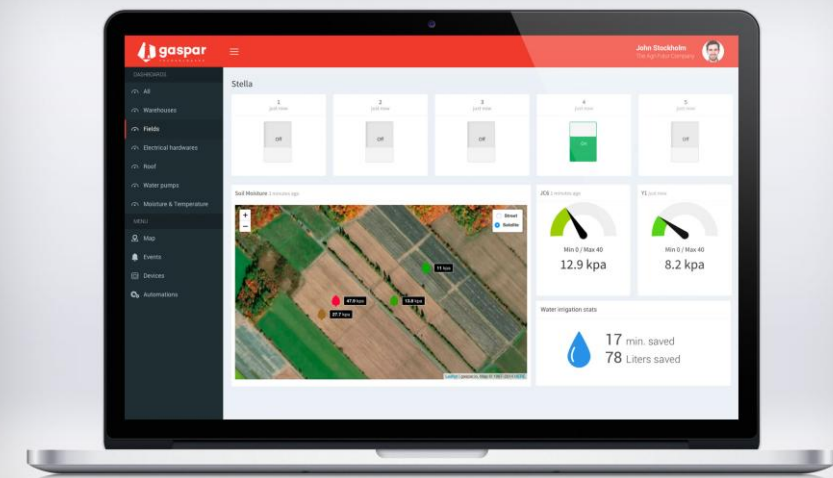
Source : Priva

Automatisation

Réalisation



Source : P.-A. Taillon



Source : Gaspar

Distribution



Source : P.-A. Taillon

Réalisation

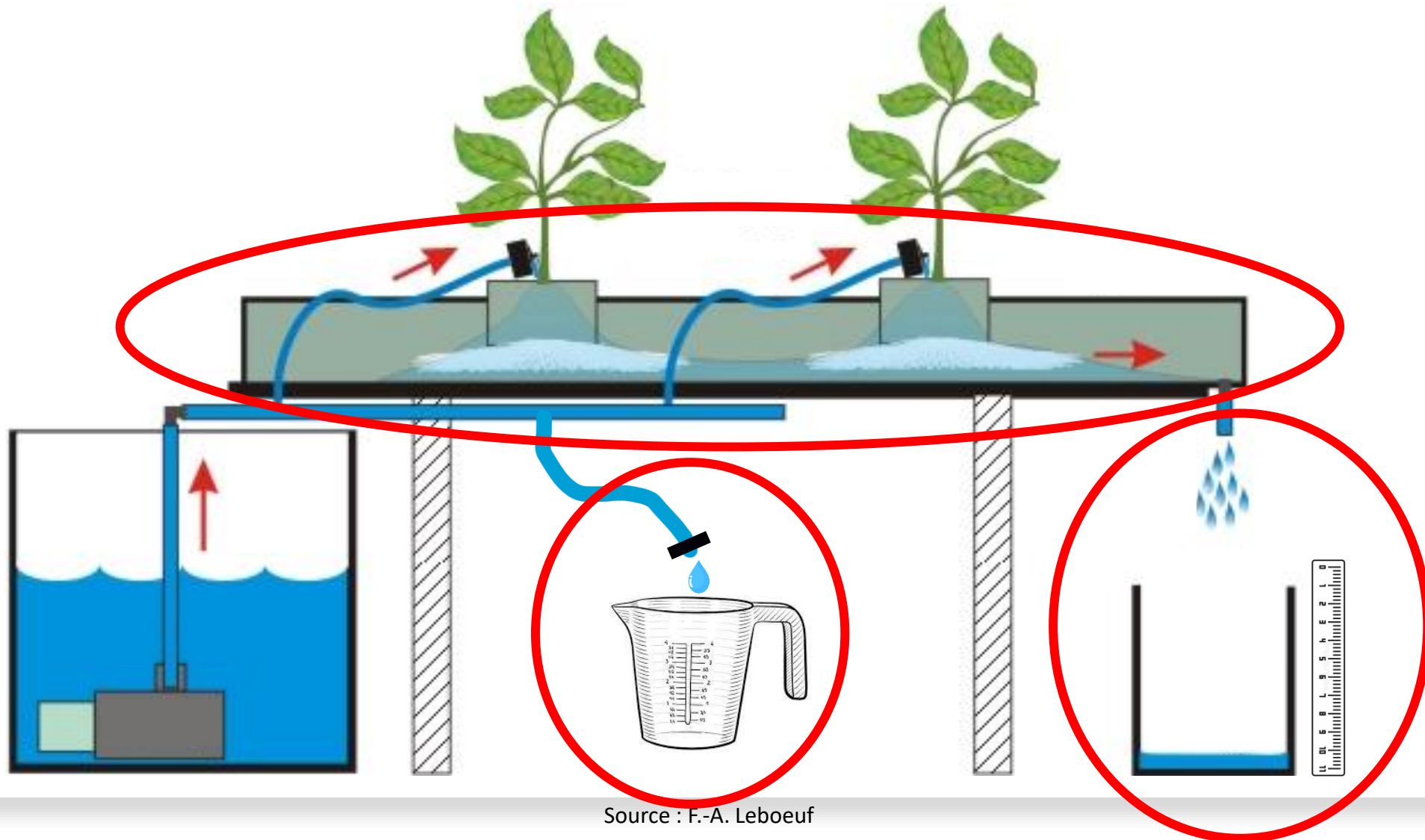


Source : Dubois Agrinovation



Dalle de lessivage

Suivi



Source : F.-A. Leboeuf

Dalle de lessivage

Suivi



Source : Philippe-Antoine Taillon

Dalle de lessivage

Suivi



Relevé d'irrigation

Suivi

semaine 4 tunnel B		Solution irriguée			Solution lessivée			Lessivage (%)	Rayonnement global (Joules/cm ²)
Jour	Date	Quantité (ml)	pH	C.E. (mS/cm)	Quantité (ml)	pH	C.E. (mS/cm)		
lundi	3 juin 2019	375	6.3	1.66	1900	900	6.1/6.0	3.8/3.5	
mardi	4 juin 2019	375	6.2	1.84	1700	500	6.0/5.8	4.4/4.4	
mercredi	5 juin 2019	375	6.1	1.92	1000	50	5.8/5.6	4.7/6.1	
jeudi	6 juin 2019	400	6.0	1.88	1300	300	5.8/5.7	4.6/5.3	
vendredi	7 juin 2019	600	6.2	1.91	2800	800	6.0/6.0	4.0/3.6	
samedi	8 juin 2019	700	6.2	1.84	4500	2400	6.0/6.1	3.6/3.6	
dimanche	9 juin 2019	625	6.2	1.87	4200	2400	6.0/6.6	3.1/2.9	
Moyenne hebdomadaire									



pH & CE-mètre

Suivi

Appareil	Échelle de pH	Échelle de CE
HI98311 Salimètre Dist 5		0 à 3999 uS/cm
HI98312 Salimètre Dist 6		0.00 à 20.00 mS/cm
HI98130 Combo pH/CE/TDS	0.0 à 14.00	0.00 à 20.00 mS/cm
HI98129 Combo pH/CE/TDS	0.0 à 14.00	0.00 à 4000 uS/cm



Source : P.-A. Taillon

Équipements

Suivi

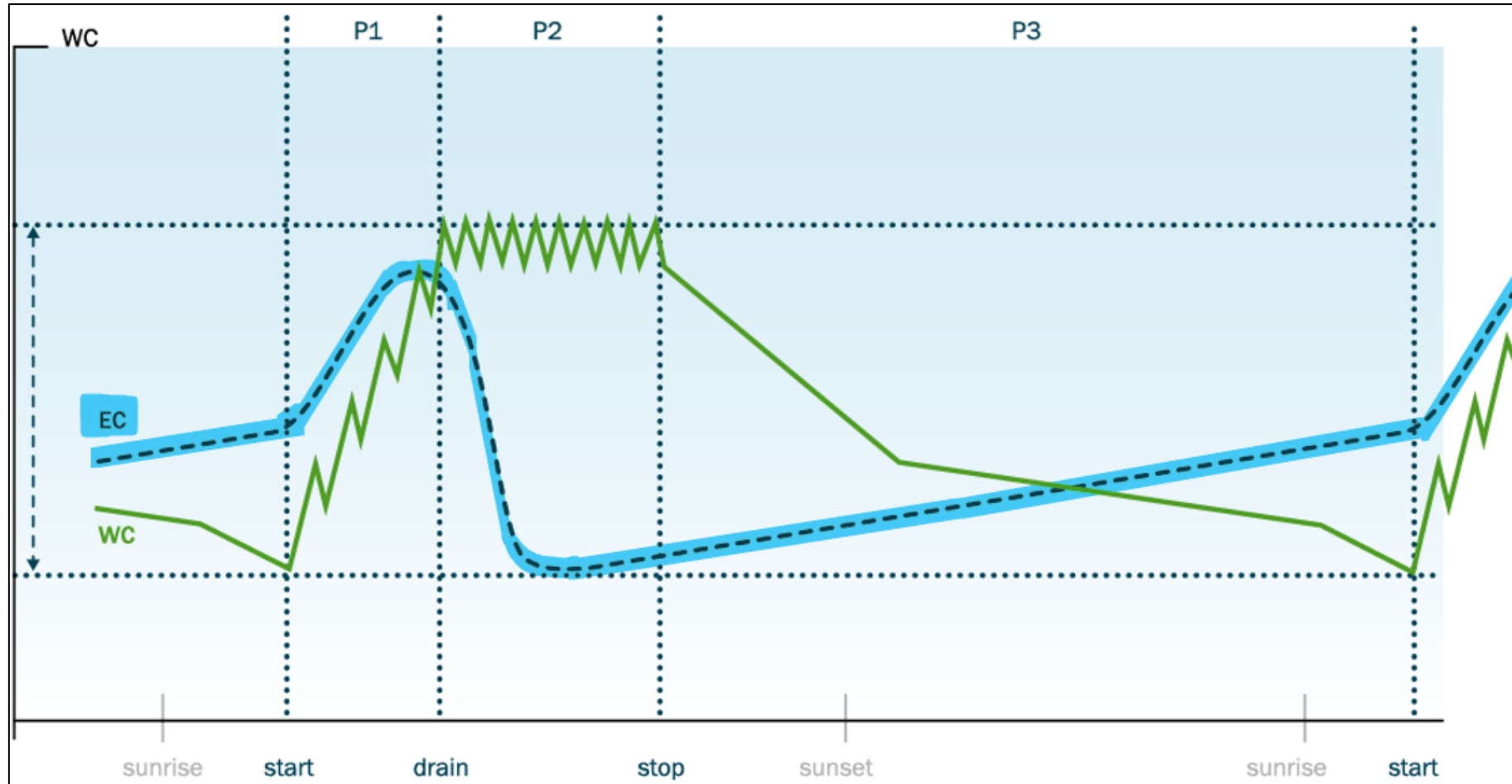
- Pour **suivre** la fertigation dans la culture sous abris
 - Dalle de lessivage - manuelle
 - Relevé d'irrigation - papier
 - Pichet pour quantité d'eau irriguée
 - pH et CE-mètre

Minimum!

Modification de la CE

Optimisation

- Évolution théorique de la CE du substrat sur une période de 24h

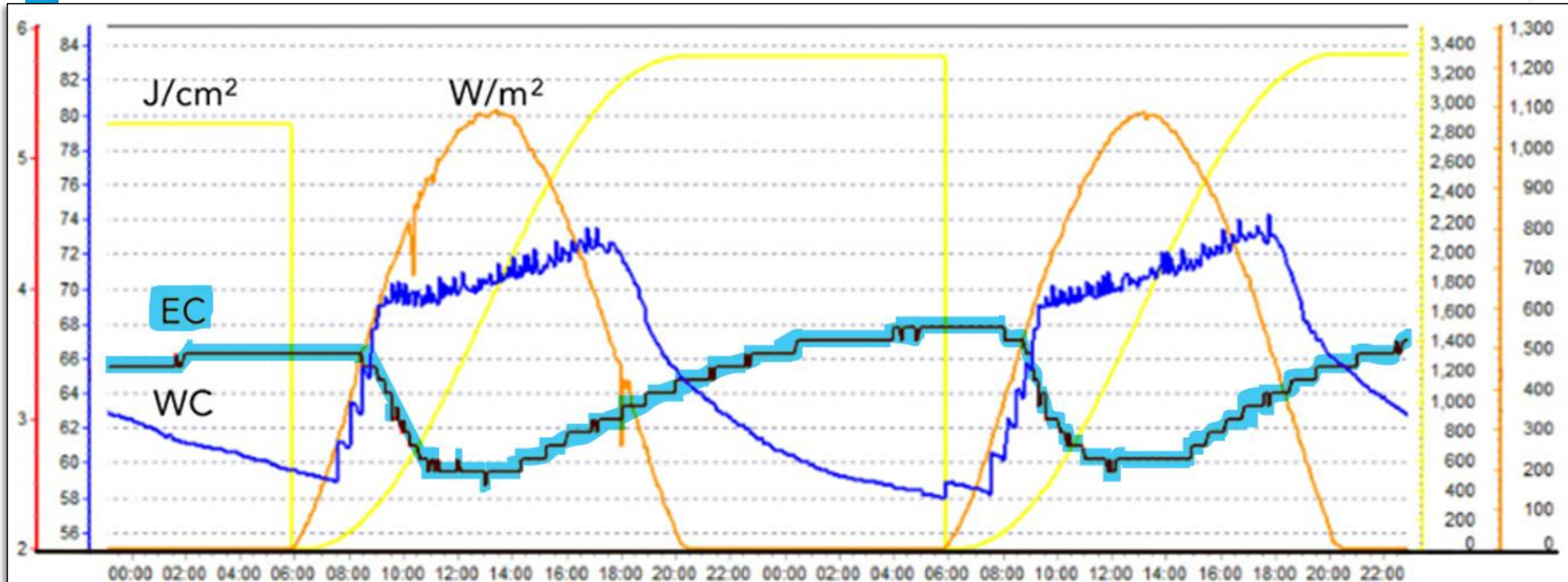


Source : Grodan

Modification de la CE

Optimisation

- Variation de la CE du substrat pendant deux jours très lumineux



Source : Grodan

Modification de la CE

Optimisation

Pompes doseuses



Source : Priva

Injecteur mécanique

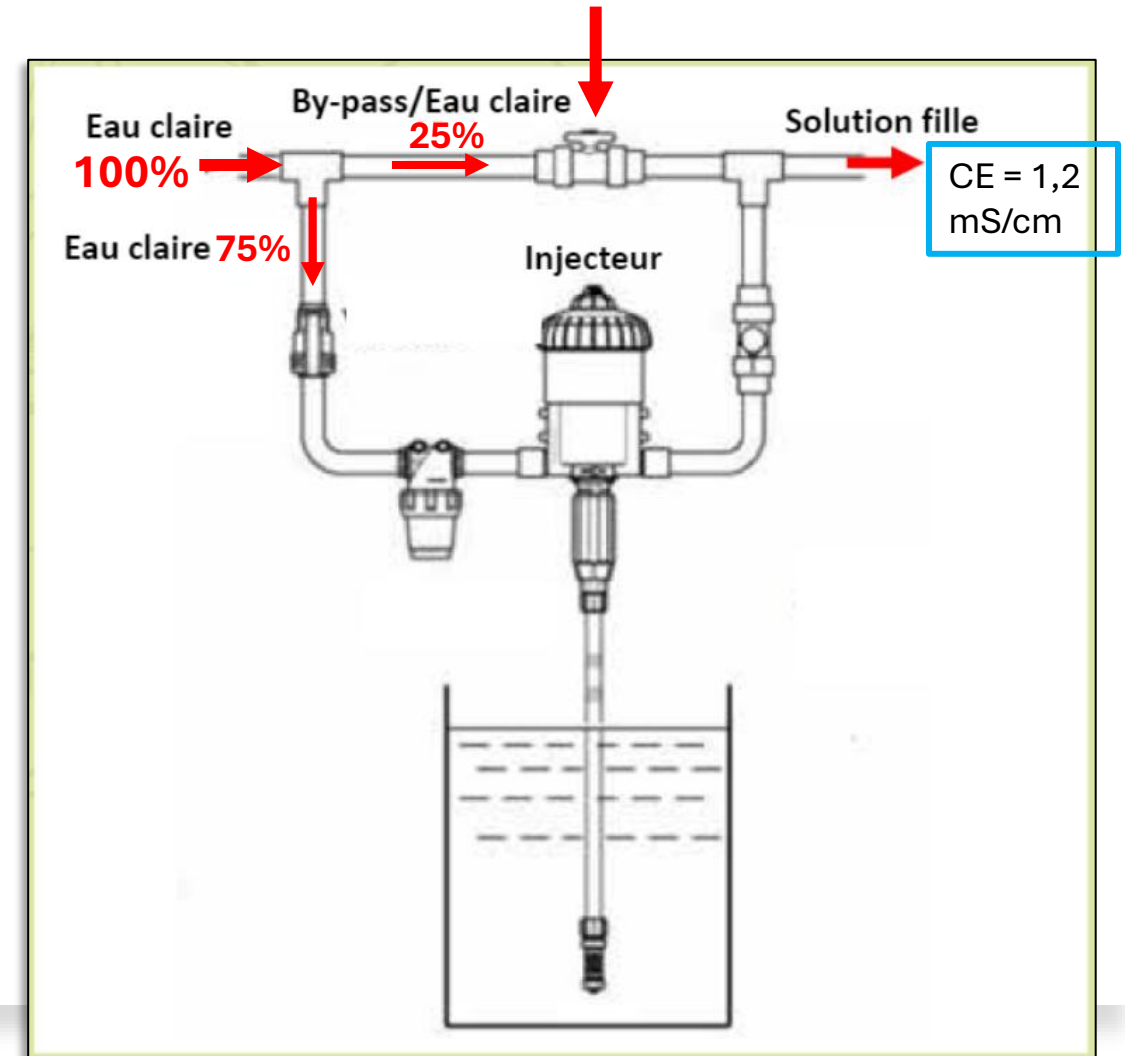
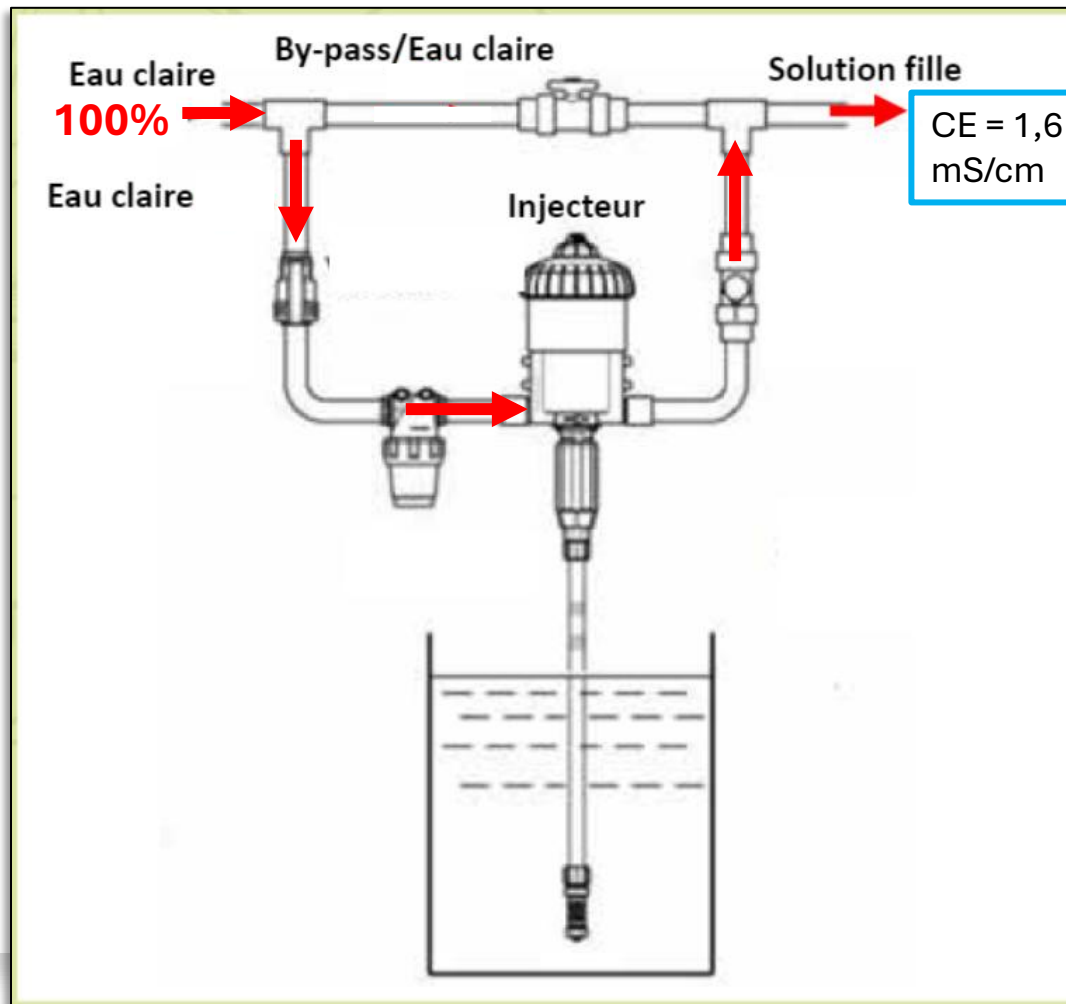


Source : Ferme François Gosselin

Modification de la CE

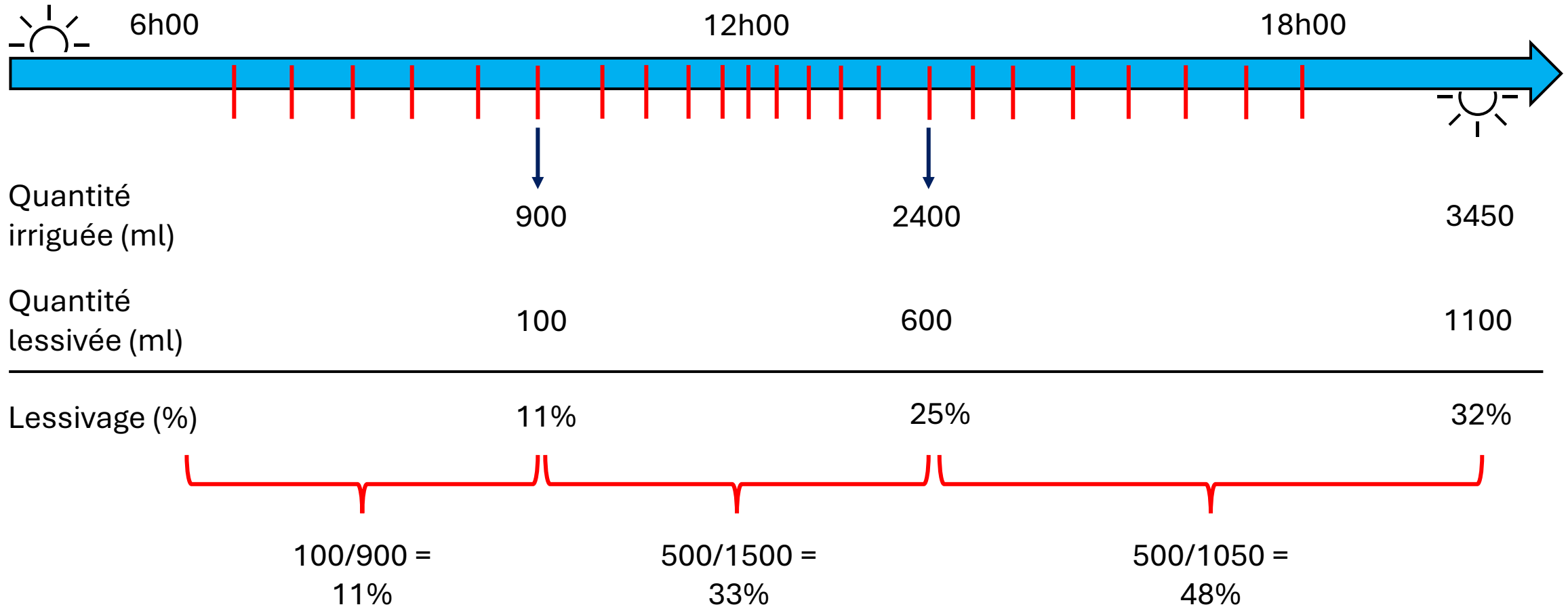
Optimisation

- Conduite de contournement sur injecteur mécanique



Estimation du lessivage par périodes

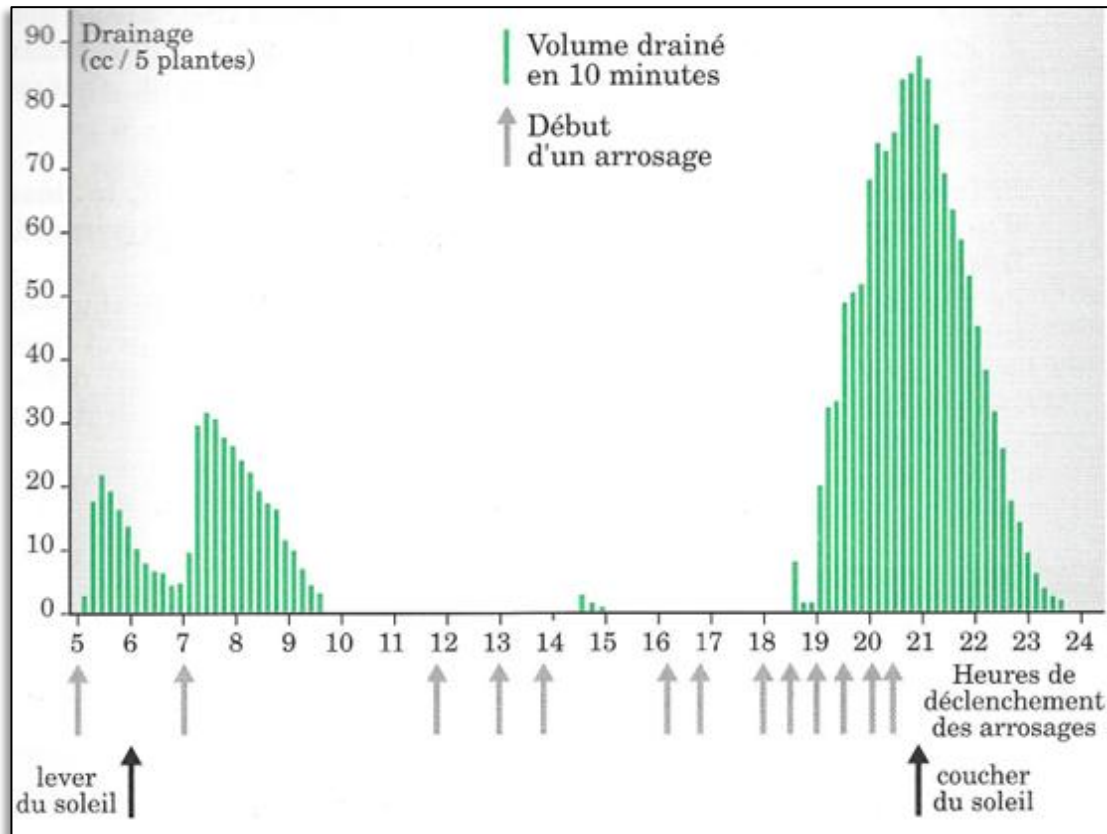
Optimisation



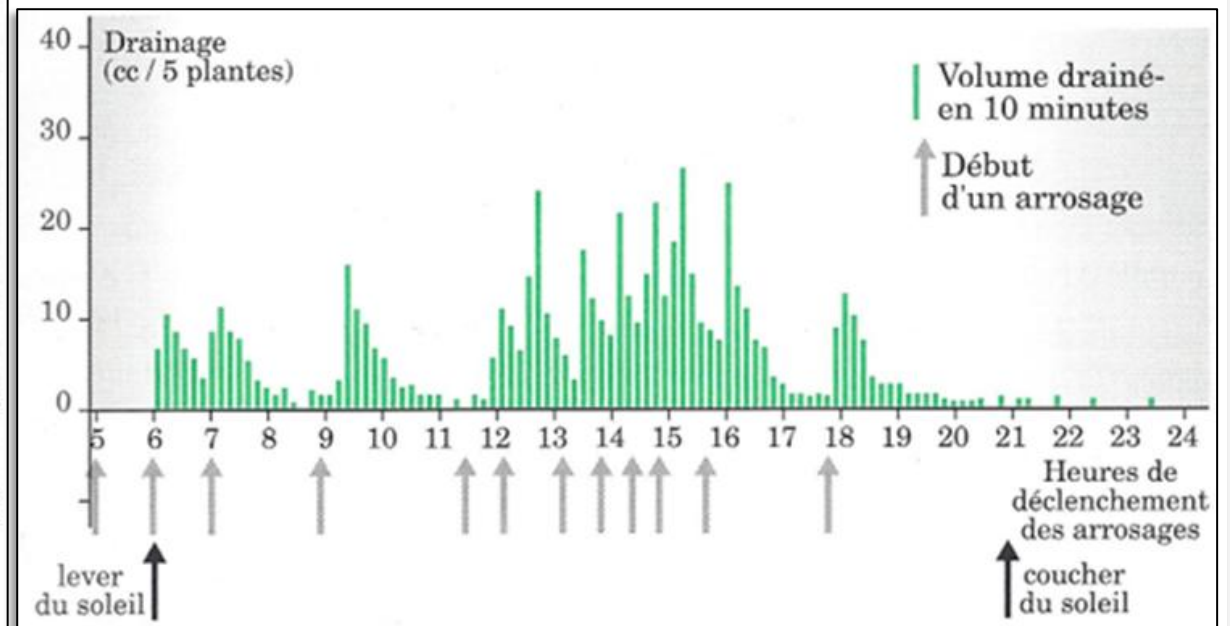
Estimation du lessivage par périodes

Optimisation

Mauvaise conduite

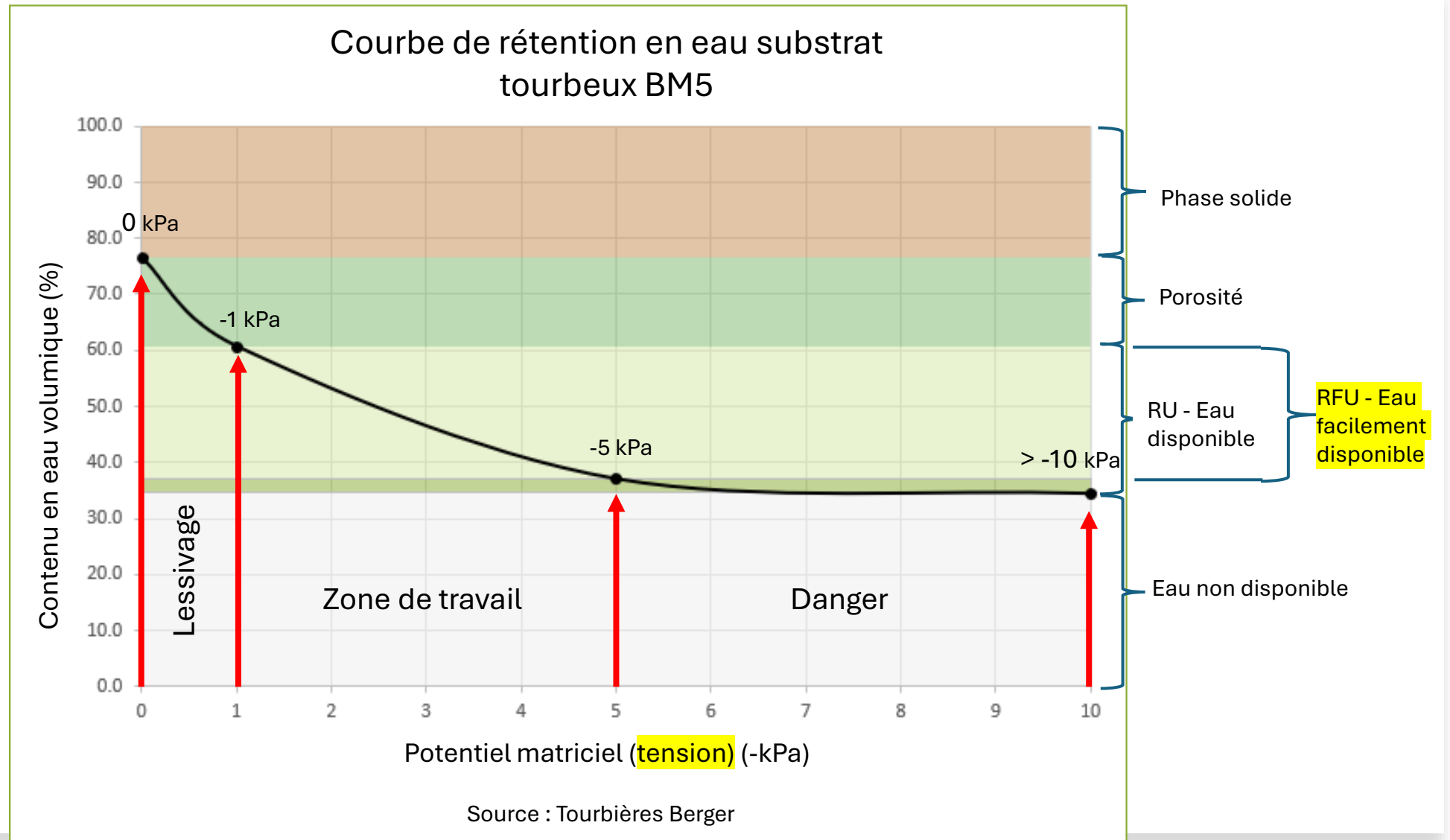


Bonne conduite



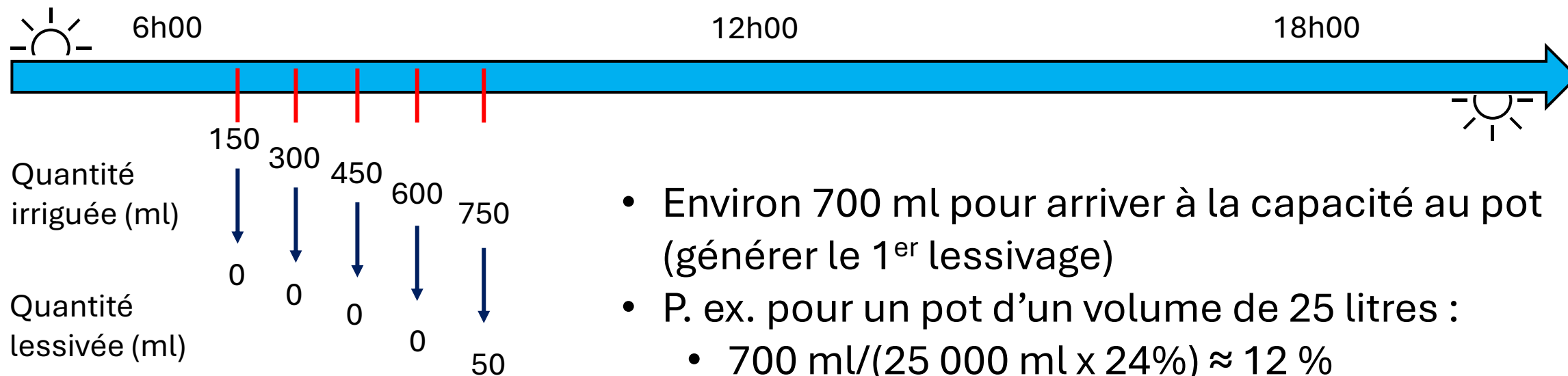
Caractéristiques du substrat

Optimisation

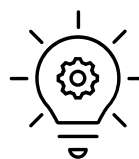


Estimation de l'assèchement nocturne

Optimisation



- Environ 700 ml pour arriver à la capacité au pot (générer le 1^{er} lessivage)
- P. ex. pour un pot d'un volume de 25 litres :
 - $700 \text{ ml} / (25\,000 \text{ ml} \times 24\%) \approx 12 \%$



Règle du pouce

- Viser un assèchement nocturne d'environ:
 - $\geq 5\%$ en conduite humide
 - $\geq 10\%$ en conduite sèche

OAD - Pyranomètre

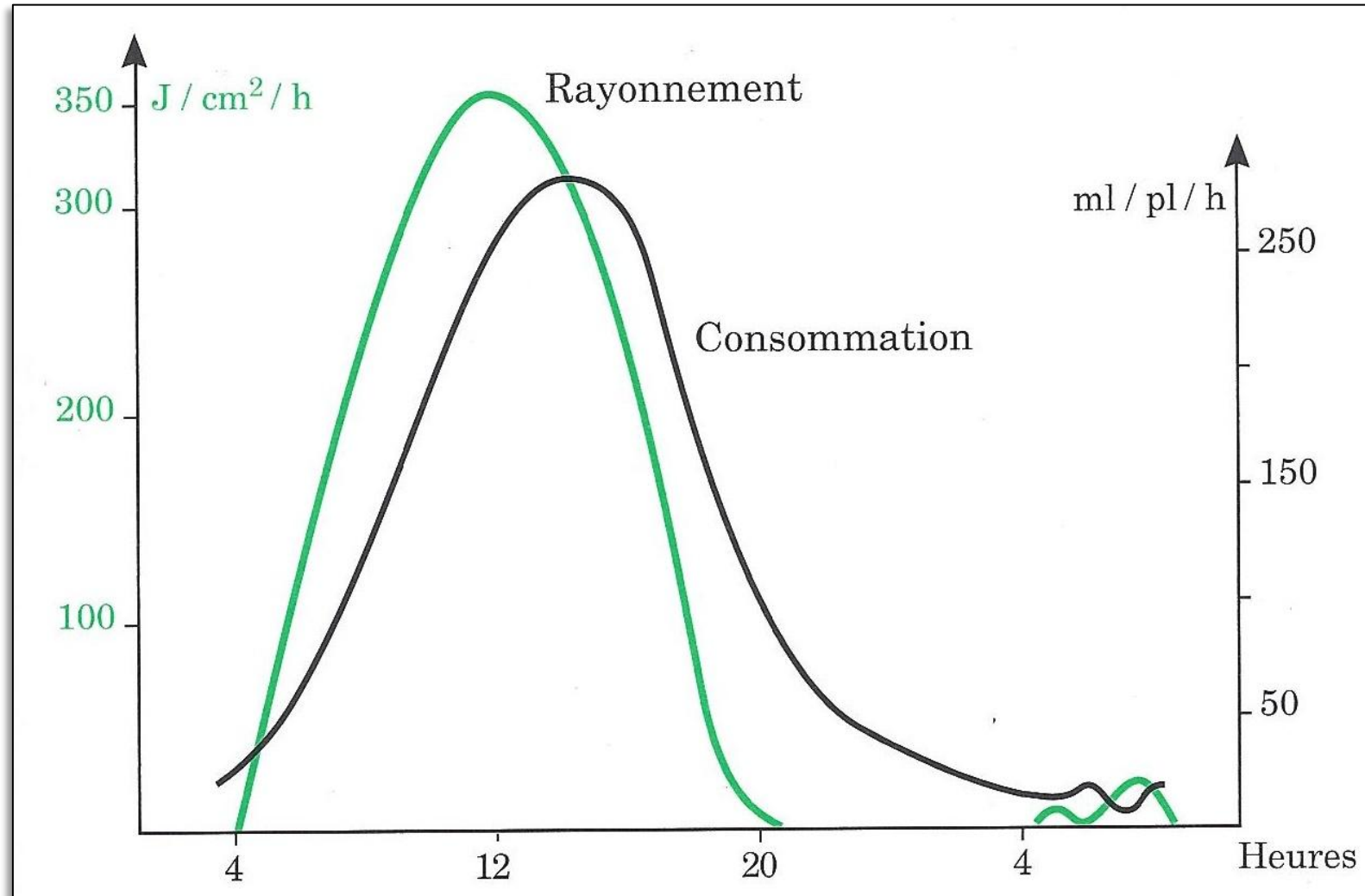
- **Pyranomètres & autres capteurs de lumière**
 - **Consommation évolutive → en temps réel**
 - En fonction de l'intensité lumineuse
 - **VRAIE** automatisation



Source : Aranet

OAD - Pyranomètre

Optimisation



OAD - Pyranomètre

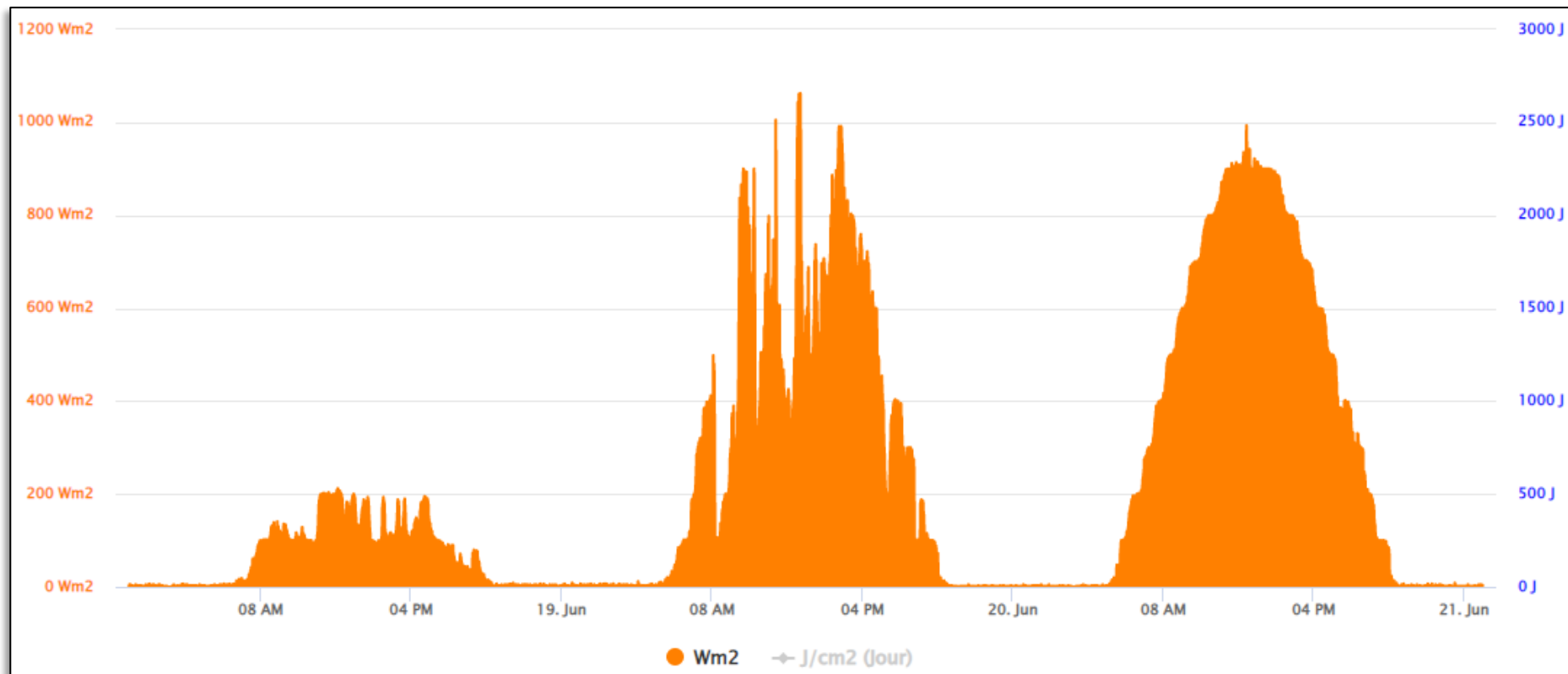
Optimisation



OAD - Pyranomètre

Optimisation

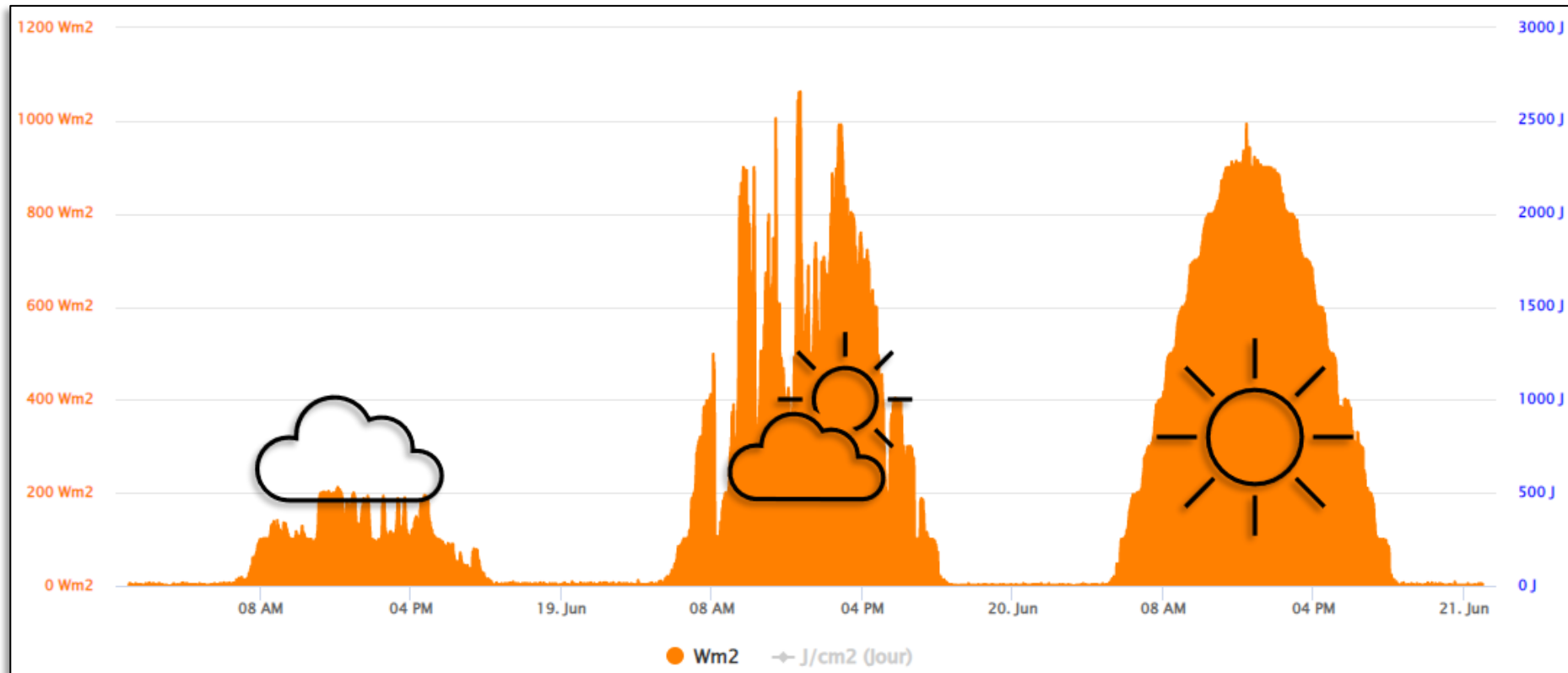
- Intensité lumineuse (W/m^2)



OAD - Pyranomètre

Optimisation

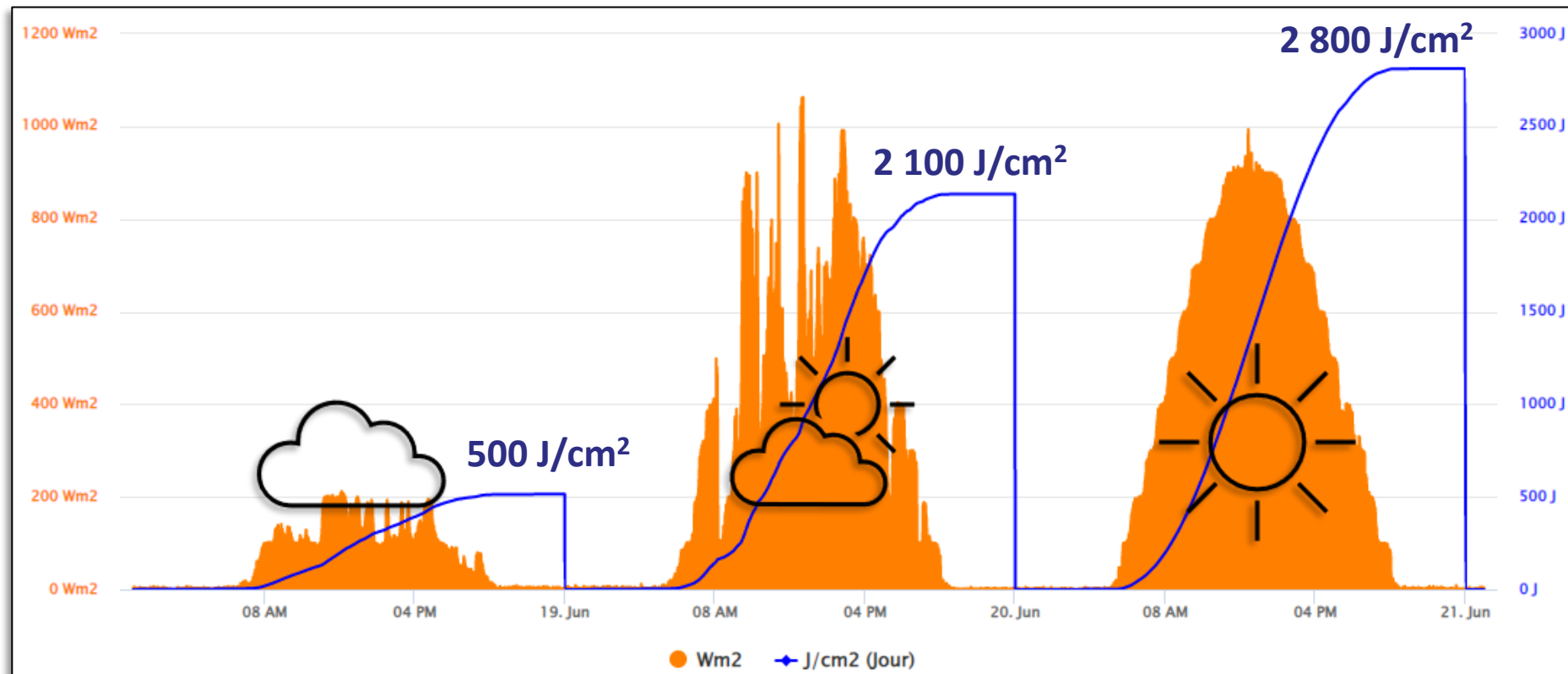
- Intensité lumineuse (W/m^2)



OAD - Pyranomètre

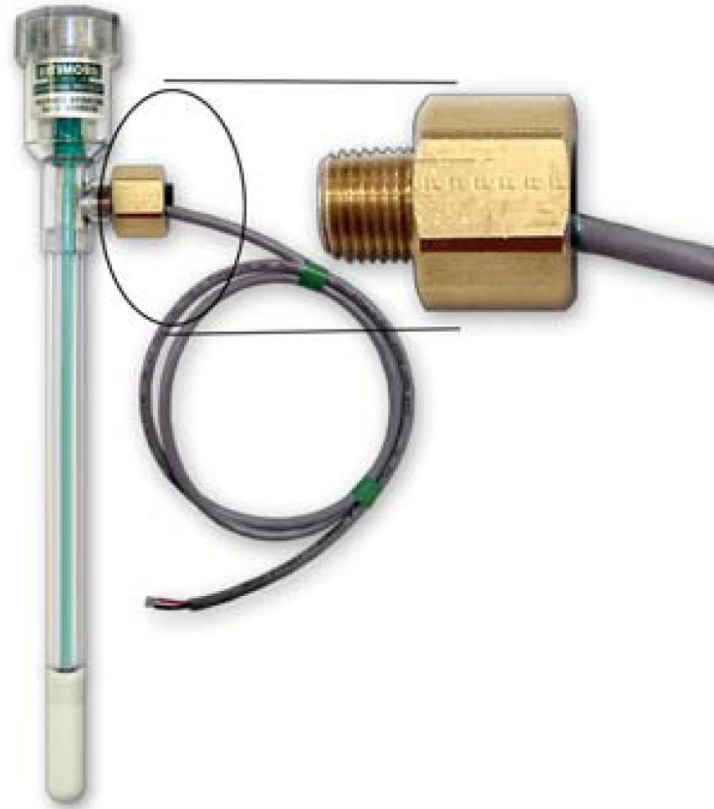
Optimisation

- Calcul du RSG : Rayonnement Solaire Global journalier (J/cm^2)



OAD - Tensiomètre

Optimisation



Source : Irrrometer

Source : Gaspar

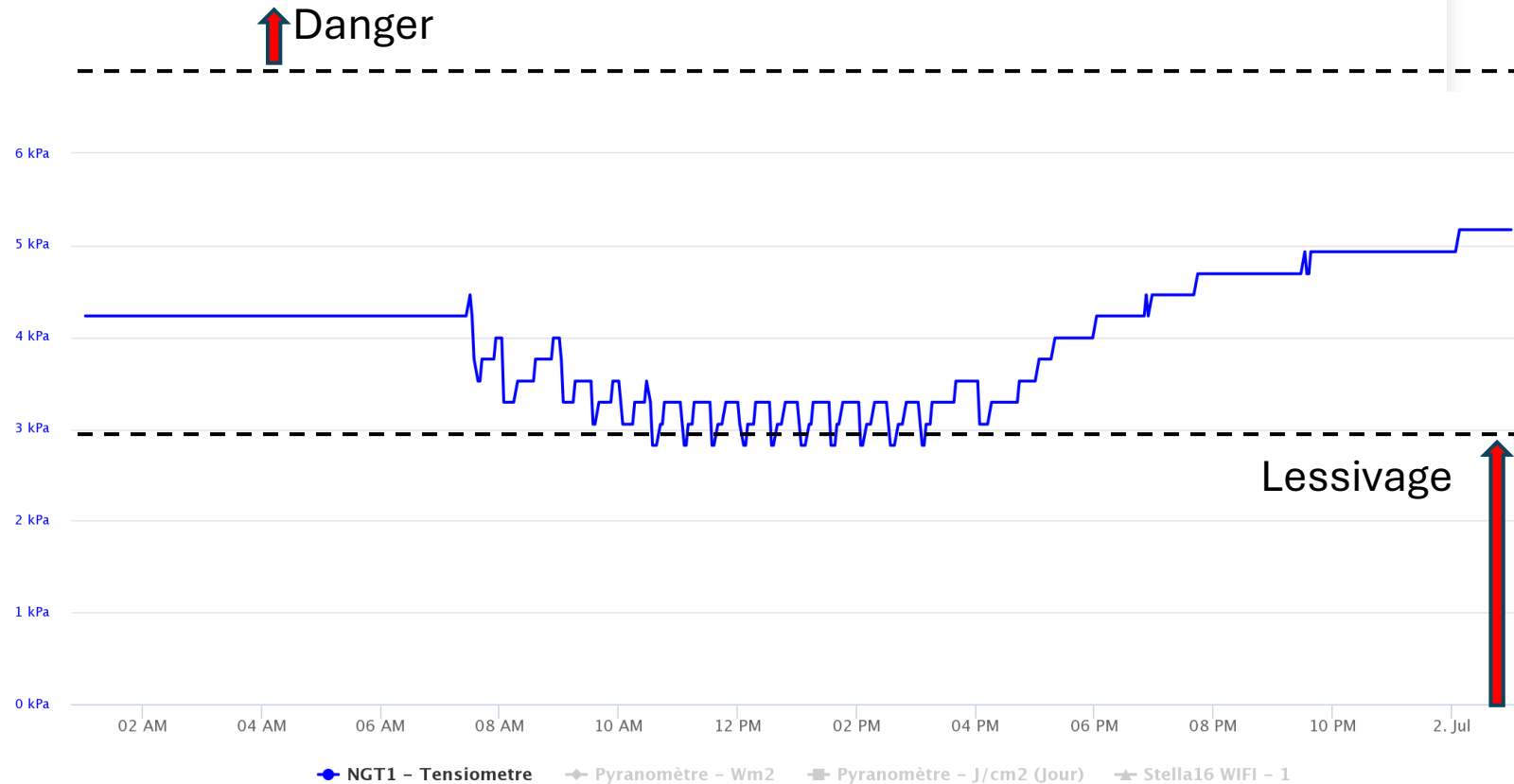
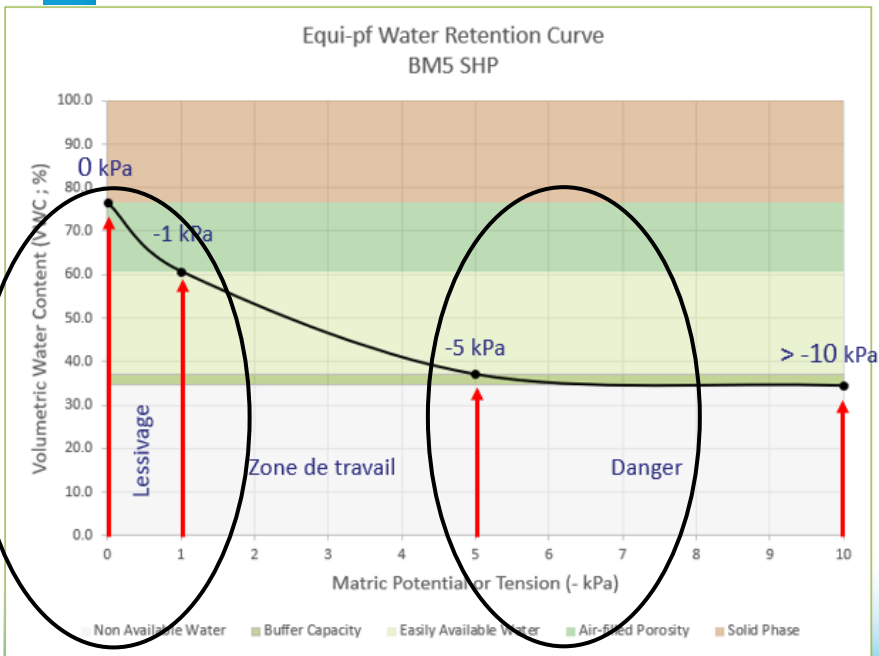
OAD - Tensiomètre

Optimisation



OAD - Tensiomètre

Optimisation



OAD - Sondes d'humidité de sol

Optimisation



Source : Aranet



Source : GHL inc.



Source : P-A Taillon

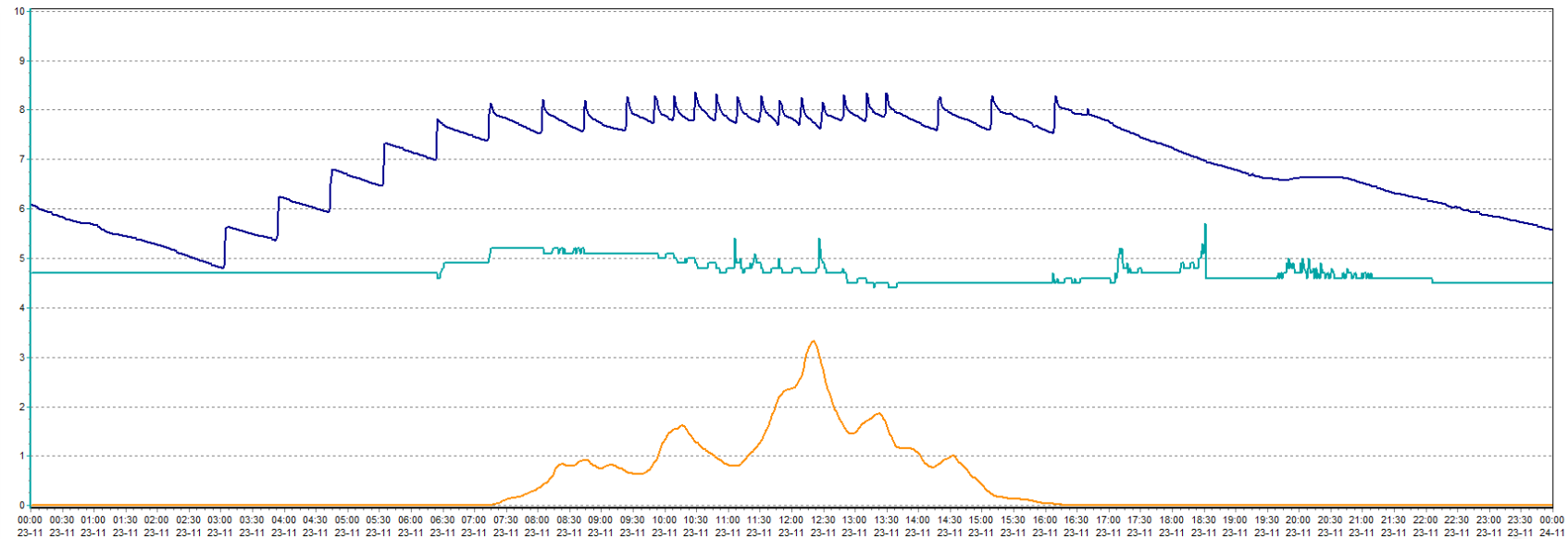
OAD - Balances

Optimisation

- Mesure en continu de la variation du poids du « plant + pot + eau »



Source : IRDA



Source : Les Serres Royales

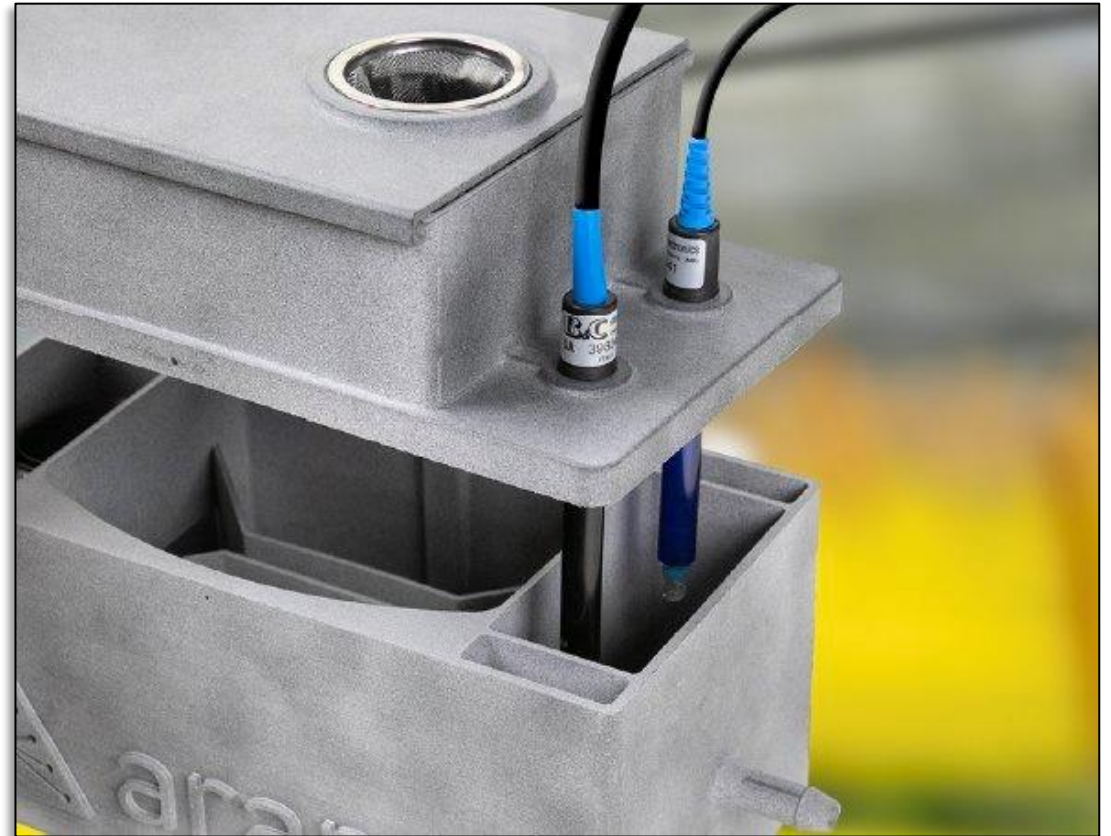
Irrigations automatisées avec OAD

Méthode à prioriser	Avantages	Inconvénients
Automate + pyranomètre + mesure sol	<ul style="list-style-type: none">• Reflète le statut hydrique du sol• - entretien (pyranomètre)	<ul style="list-style-type: none">• + entretien (tout dépendant de l'appareil de mesure de sol)• Coût \$\$\$\$
Automate + balance	<ul style="list-style-type: none">• Reflète le statut hydrique du sol• - entretien	<ul style="list-style-type: none">• Coût \$\$\$\$

Capteurs au lessivage

Optimisation

- Capteur de drain & capteurs de CE/pH



Dalle de lessivage automatique

Optimisation



Source : Aranet



Source : Hortispare

Analyses de solutions apportées & lessivées

Optimisation

Analysis	Results (unit)
pH	5.86
EC (Total Salt)	1.39 (mmhos/cm)
Nitrate Nitrogen	133.00 (ppm)
Chloride	<0.50 (ppm)
Bicarbonate	14.62 (ppm)
Total Hardness	401.37 (ppm)
Phosphorus	34.88 (ppm)
Potassium	170.98 (ppm)
Calcium	116.58 (ppm)
Magnesium	25.41 (ppm)
Sulphate	123.40 (ppm)
Sodium	5.91 (ppm)
Zinc	0.29 (ppm)
Manganese	0.71 (ppm)
Copper	0.04 (ppm)
Iron	2.20 (ppm)
Boron	0.32 (ppm)
Molybdenum	0.01 (ppm)
Silicon	<1.00 (ppm)
Anions	13.44 (meq/L)
Cations	12.77 (meq/L)
Ammonium Nitrogen	3.14 (ppm)

Stade floraison & fructification	Solution cible - apport
CE	1,5
pH	5,8
NO ₃	158
NH ₄	10
N total	168
P	59
K	272
Ca	119
Mg	25
Si	21
K/Ca	2,3
K/(Ca+Mg)	1,9
K/N	1,6
Fe	2,02
B	0,43
Cu	0,06
Mn	0,56
Mo	0,05
Zn	0,35



Permet de diagnostiquer :

- Carences
- Excès
- Manque de lessivage
- Etc.

Capteur de pression & débitmètre

Optimisation



Source : Gaspar

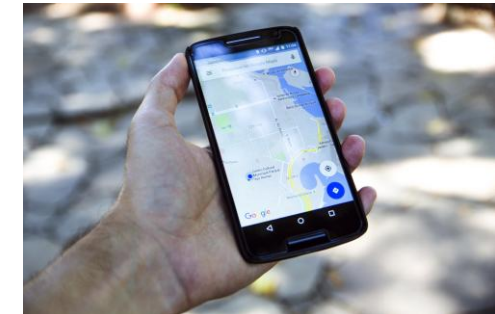


Source : P.-A. Taillon

Relevés d'irrigation en ligne

Optimisation

Date	Quantité donnée (ml)	pH goutteur	CE goutteur (mS/cm)	Qté lessivée (ml)	pH lessivage	CE lessivage (mS/cm)	Lessivage (%)	Somme CE donnée + lessivée	RSG (Joules/cm ²)	Consommation (ml/m ² /J)	CE x L donnée	CE x L lessivée	CE x L consommée
17-juil.-25	500	6,7	1,1	250	6,0	2,0	3%	3,1	1852	1,2	2,2	0,6	1,6
18-juil.-25	900	7,1	1,1	4750	5,9	1,7	29%	2,8	2949	1,0	3,2	1,4	1,8
19-juil.-25	750	6,5	1,0	2000	6,0	1,6	15%	2,6	2679	1,1	3,7	1,1	2,7
20-juil.-25	300	6,4	1,2	800	6,1	1,6	15%	2,8	1479	0,8	2,0	0,7	1,3
21-juil.-25	1750	6,6	1,1	2150	6,1	1,5	7%	2,6	3134	2,4	4,9	1,5	3,3
22-juil.-25	1000	7,6	1,2	3000	6,1	1,5	17%	2,6	2900	1,3	4,2	1,4	2,9





Consommation en fertilisants

Optimisation

- Pour une culture en grands tunnels de framboises (1 - 1,1 kg/canne)

N Total	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
kg/m ²					mg/m ²					
31,5	4,0	17,6	18,7	6,9	524	68,7	34,5	24,6	5,75	6,45

Coûts de la fertigation

Optimisation

- Estimation pour une culture en grands tunnels de framboises (1 - 1,1 kg/canne)

	Biologique (\$/m ²)	Conventionnelle (\$/m ²)
Fertilisation solide	0,67 \$	-
Fertigation	2,01 \$	0,64 \$
Application d'engrais solide	0,39 \$	-
Total	3,06 \$	0,64 \$

30 600 \$ / ha

6 400 \$ / ha

Recirculation des SF

Optimisation

- **Lessivage**

- **Surplus d'irrigation absolument nécessaire :**

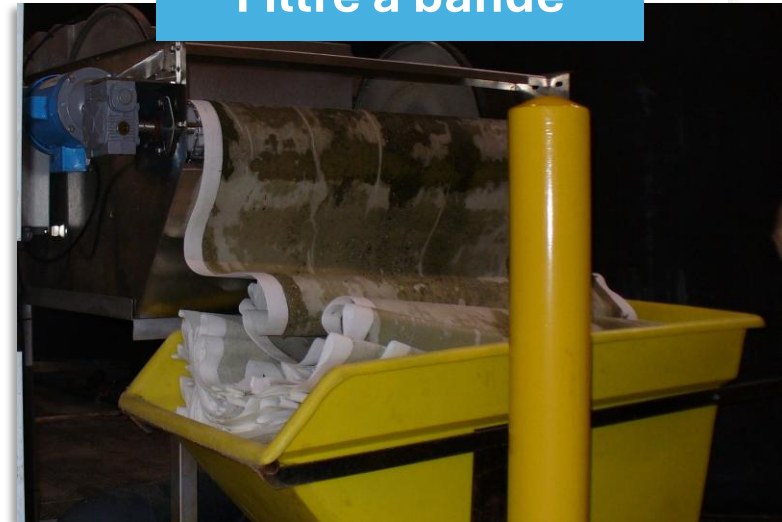
- Maintien des conditions racinaires optimales (CE & pH);
 - Uniformité de la culture;
 - Prévention de l'accumulation d'ions néfastes.

- **Représente jusqu'à 30% des volumes envoyés**

- **Recirculation**

- Traitement obligatoire de l'eau
 - « Flushs » nécessaires

Filtre à bande



Source : Philippe-Antoine Taillon



Questions?

Philippe-Antoine Taillon, agronome

 418-997-8510



pa.climaxconseils@gmail.com