

# Irrigations

Jacques Thériault agr. M. Sc.

Dany Boudreault T.P.

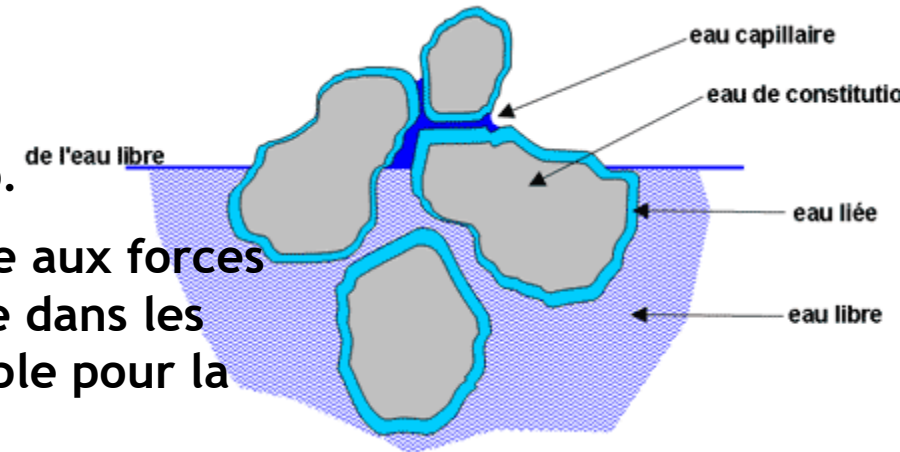


**CLIMAX**  
CONSEILS

# 1- Comprendre la disponibilité de l'eau aux cultures

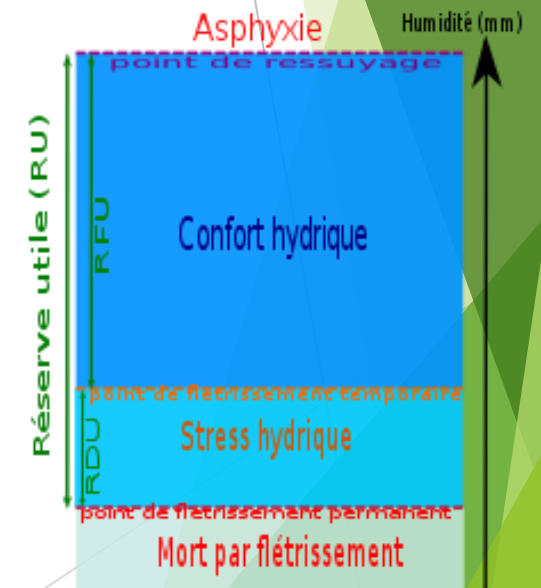
## ► A- Les différentes formes de l'eau dans le sol

- Eau libre (gravitationnelle) : Eau qui s'écoule par gravité suite à de fortes pluies:
  - Se situe dans la zone où les pores sont trop grands (macroporosité) pour créer un effet de capillarité.
  - L'eau fera place à l'air en se drainant.
  - Après drainage, nous sommes au point de saturation en champ.
- Eau capillaire (force matricielle): Eau surtout retenue grâce aux forces de cohésion des molécules d'eau entre elles. Elle est située dans les plus petits pores (microporosité) et constitue l'eau disponible pour la plante. C'est ce qu'on appelle la réserve utilisable (RU).
- Eau liée : Eau retenue fortement par les particules de sol (hygroscopique). Cette eau est trop fortement retenue pour être accessible aux plantes; c'est l'eau liée.
- Eau de constitution : Eau retenu par des liens chimiques solides (ex: sel d'Epsom)



# 1- Comprendre la disponibilité de l'eau aux cultures

- ▶ La réserve utile (RU)
  - ▶ Réserve facilement utilisable (RFU) : Zone de confort hydrique
  - ▶ Réserve difficilement utilisable (RDU) : Zone de flétrissement temporaire

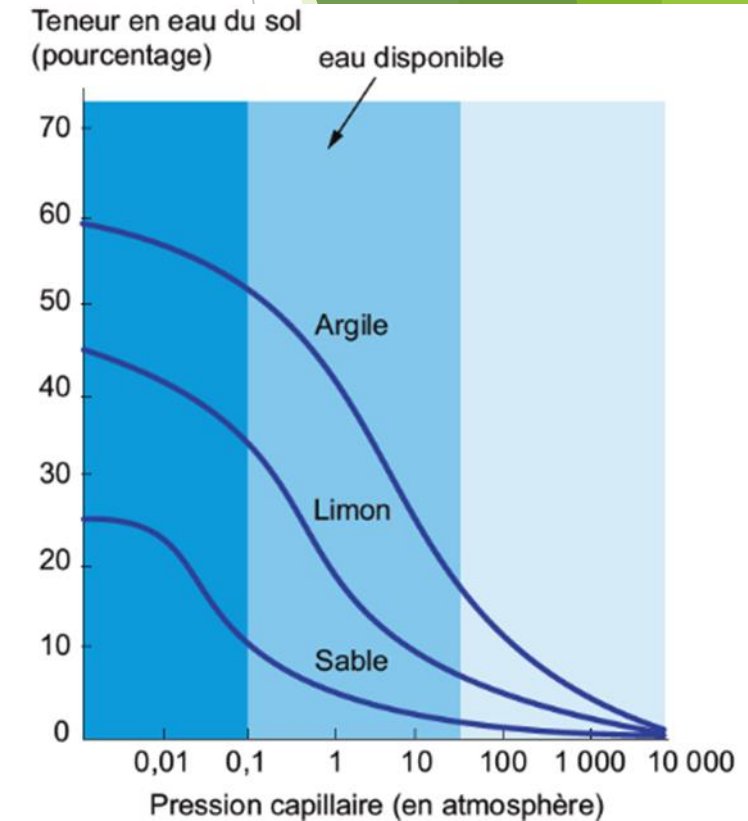


# 1- Comprendre la disponibilité de l'eau aux cultures

- ▶ La réserve utile (RU)
  - ▶ Réserve facilement utilisable (RFU) : Zone de confort hydrique = eau disponible)
  - ▶ Réserve difficilement utilisable (RDU) : Zone de flétrissement temporaire (avant le point de flétrissement permanent)

capacité de rétention d'eau d'un sol (mm/cm)			
Texture	Capacité de terrain	Point de flétrissement	Eau disponible
Sable grossier	0,6	0,2	0,4
Sable fin	1,0	0,4	0,6
Sable limoneux	1.4	0,6	0,8
loam sableux	2.0	0,8	1.2
Loam sablo-argileux léger	2.3	1,0	1.3
Terreau	2.7	1.2	1.5
Limon argilo-sableux	2.8	1.3	1.5
Terreau d'argile	3.2	1.4	1,8
Argile	4.0	2.5	1.5
Argile auto-mulching	4.5	2.5	2.0

[www.aquaportail.com](http://www.aquaportail.com)

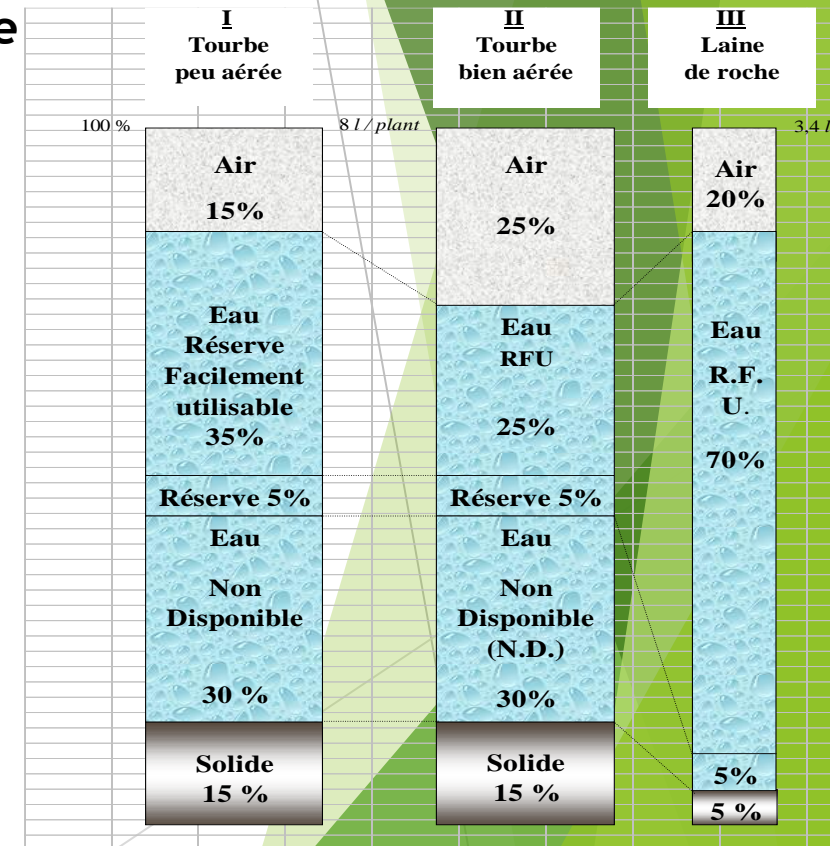


[https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9serve\\_utile\\_en\\_eau\\_d%27un\\_sol](https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9serve_utile_en_eau_d%27un_sol)

# 1- Comprendre la disponibilité de l'eau aux cultures

- ▶ La réserve utile (RU)
  - ▶ Réserve facilement utilisable (RFU) : Zone de confort hydrique
  - ▶ Réserve difficilement utilisable (RDU) : Zone de flétrissement temporaire

capacité de rétention d'eau d'un sol			
Texture	Capacité de terrain	Point de flétrissement	Eau disponible
Sable grossier	0,6	0,2	0,4
Sable fin	1,0	0,4	0,6
Sable limoneux	1.4	0,6	0,8
loam sableux	2.0	0,8	1.2
Loam sablo-argileux léger	2.3	1,0	1.3
Terreau	2.7	1.2	1.5
Limon argilo-sableux	2.8	1.3	1.5
Terreau d'argile	3.2	1.4	1,8
Argile	4.0	2.5	1.5
Argile auto-mulching	4.5	2.5	2.0



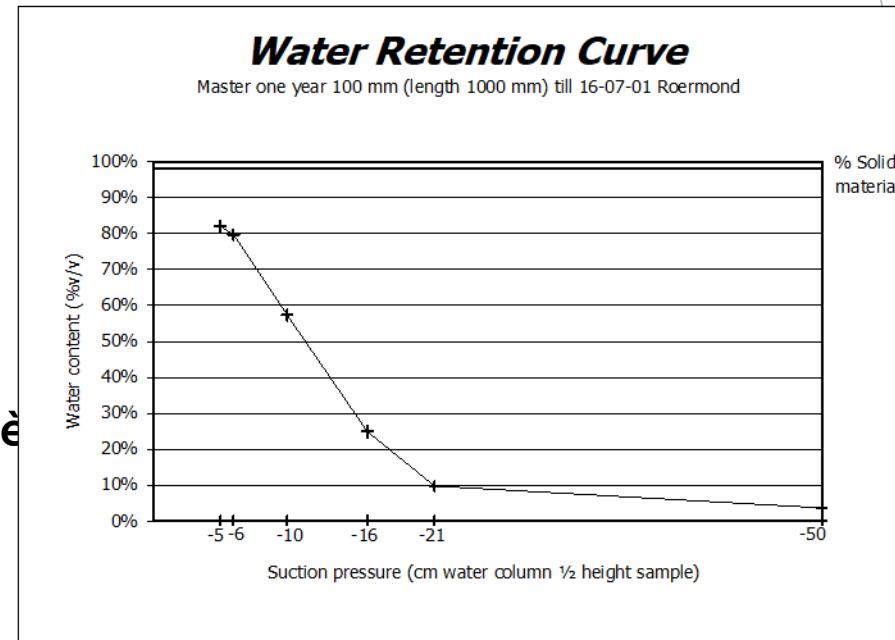
# 1- Comprendre la disponibilité de l'eau aux cultures

- ▶ Laine de roche
  - ▶ Force matricielle presque nulle:
    - ▶ Nivellement parfait.
    - ▶ RFU élevée (70%).
  - ▶ Bonne macroporosité (20%).
  - ▶ Microporosité très précise (gros diamètre)



Master

grodan®



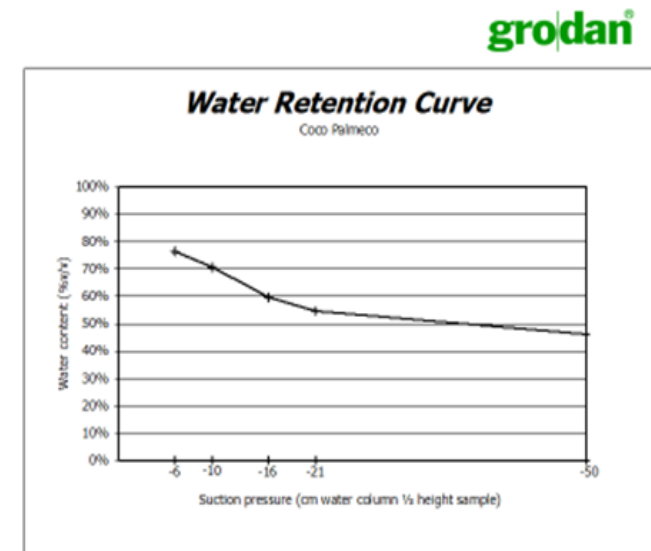
## Water Distribution over slab Height at 50%

Master one year 100 mm (length 1000 mm) till 16-07-01 Roermond

# 1- Comprendre la disponibilité de l'eau aux cultures

- ▶ Fibre de noix de coco
  - ▶ Force matricielle forte:
    - ▶ Nivellement moyen.
    - ▶ RFU faible (30%).
- ▶ Bonne macroporosité (25%).
- ▶ Bonne microporosité mais de diamètre vari

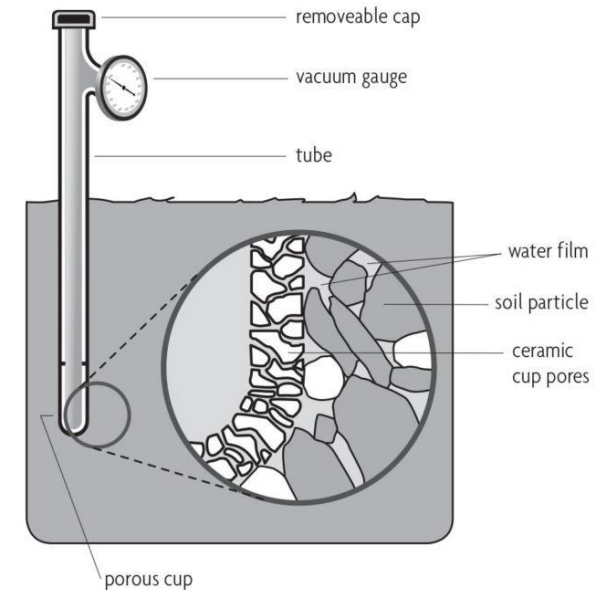
Courbe de tension Coco



# 1- Comprendre la disponibilité de l'eau aux cultures

## ➤ Mesure par Tensiomètre

- Mesure la tension grâce à la force capillaire d'une céramique poreuse:
  - La force (tension) mesurée est celle en équilibre entre la force capillaire du sol et celle de la céramique.
  - Elle est mesurée en kPa (kilopascal).
  - 1 kPa = 10 cm Ça veut dire quoi ?
- Tension maximale habituellement désirée
  - Sol de Champ : 10 kPa.
  - Sol de serre : 6,5 kPa.
  - Substrat hydroponique : 4,5 kPa.



<https://www.sare.org/publications/conservation-tillage-systems-in-the-southeast/chapter-14-water-management/monitoring-soil-water/>



# 1- Comprendre la disponibilité de l'eau aux cultures : cas pratique

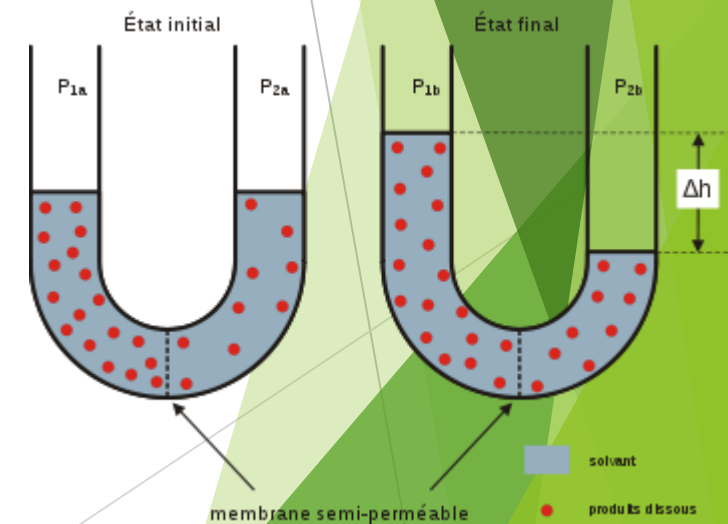
Séquence de substrats : respecter la capillarité

Tableau 1 : Du plus humide au plus sec

Tableau 1 : Du plus humide au plus sec					
	Stade				
	Plantation	Repiquage	Semis	Siphon	
s u b s t r a t	Laine de roche	Laine de roche	Laine de roche	Non	
	Sciure de bois	Laine de roche	Laine de roche	Non	
	Mélange tourbeux	Mélange tourbeux	Mélange tourbeux	Mélange tourbeux	Non
		Laine de roche	Laine de roche	Laine de roche	Oui
	Fibre de noix de coco	Laine de roche	Laine de roche	Laine de roche	Oui
	Sol	?	?	?	Oui/Non

# 1- Comprendre la disponibilité de l'eau aux cultures

- ▶ B- La salinité : effet osmotique
  - ▶ La racine, c'est une membrane semi-perméable:
    - ▶ Laisse passer l'eau mais pas les minéraux.
    - ▶ L'eau va chercher à équilibrer la concentration des deux cotés de la membrane.
    - ▶ L'eau s'arrêtera lorsque la poussée de l'eau (cm de colonne d'eau) sera égale à la force osmotique  $\Delta h =$  pression de la colonne d'eau.
  - ▶ Les sels de la racine sont donc en compétition avec les sels de l'environnement racinaire pour attirer l'eau.

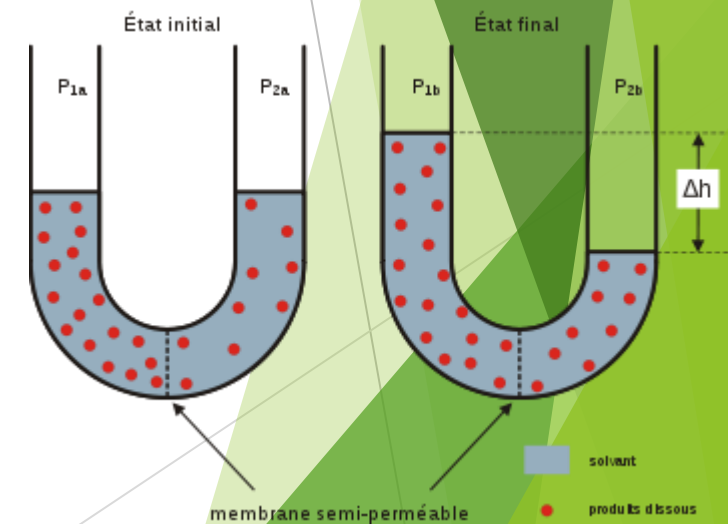


# 1- Comprendre la disponibilité de l'eau aux cultures

## ► La salinité : effet osmotique

### ► Comment la mesurer?

- Difficile de prendre cette mesure de pression en condition de production.
- Mesure indirecte grâce aux propriétés conductrices des sels = Conductivité Électrique:
  - Attention, ne mesure que ce qui a des charges positives et négatives (les sels).
    - L'urée est une molécule neutre, elle ne sera pas mesurée.
  - Une valeur mesurée n'est valide dans la mesure où le contenu en minéraux est assez bien connu.
    - C'est le nombre d'atomes ou de molécules qui crée l'osmose, pas les charges électriques.

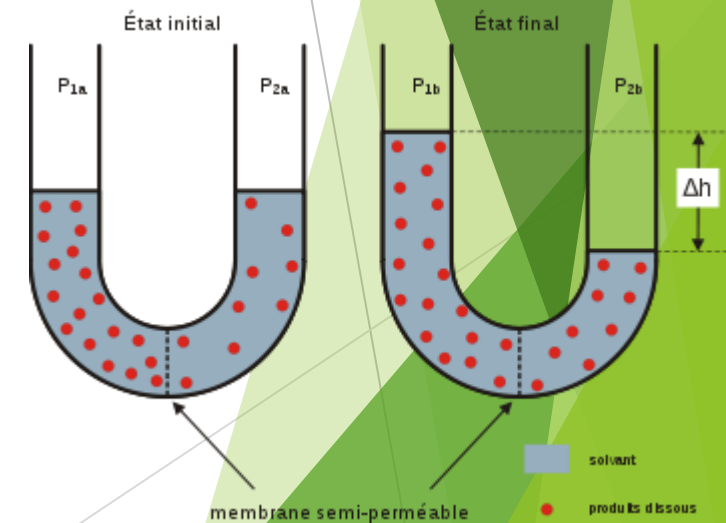


# 1- Comprendre la disponibilité de l'eau aux cultures

## ► La salinité : effet osmotique

### ► Comment l'interpréter ?

- $1 \text{ mS/cm} = 33,3 \text{ kPa} = 333 \text{ cm de colonne d'eau} = 4,78 \text{ Psi}$ ; c'est haut !!!
- $6 \text{ mS/cm} = 200 \text{ kPa} = 2\,000 \text{ cm de colonne d'eau} = 28,68 \text{ Psi}$ ; c'est pesant



# 1- Comprendre la disponibilité de l'eau aux cultures

## ▶ Hydroponique

- ▶ Tension matricielle
  - ▶ Jour : -1 kPa
  - ▶ Nuit : -4,5 kPa
- ▶ Tension osmotique
  - ▶ Conductivité électrique (CE)
    - ▶ Tomate en été =
      - ▶ Nuit : 4,5 mS/cm = -150 kPa
      - ▶ Jour : 2,5 mS/cm = -83 kPa
        - ▶ Augmente vite
        - ▶ Adaptation de la plante

**C'est l'effet osmotique qui domine**

## ▶ Sol

- ▶ Production en champ : Tension matricielle
  - ▶ -10 kPa
  - ▶ Effet osmotique faible
- C'est la tension qui domine**
- ▶ Serre
  - ▶ Tension matricielle
    - ▶ Jour : -1,5 à -6 kPa (capacité au champ)
    - ▶ Nuit : -3,5 à -6,5 kPa
  - ▶ Tension osmotique
    - ▶ CE (SSE)
      - ▶ Tomate : 2,5 mS/cm = -83 kPa
        - ▶ Adaptation de la plante
        - ▶ Fertilité à maintenir

**▶ C'est l'effet osmotique qui domine**

# 1- Comprendre la disponibilité de l'eau aux cultures

Quand le potentiel osmotique est votre seul outil!!!



Technique du film nutritif (NFT)



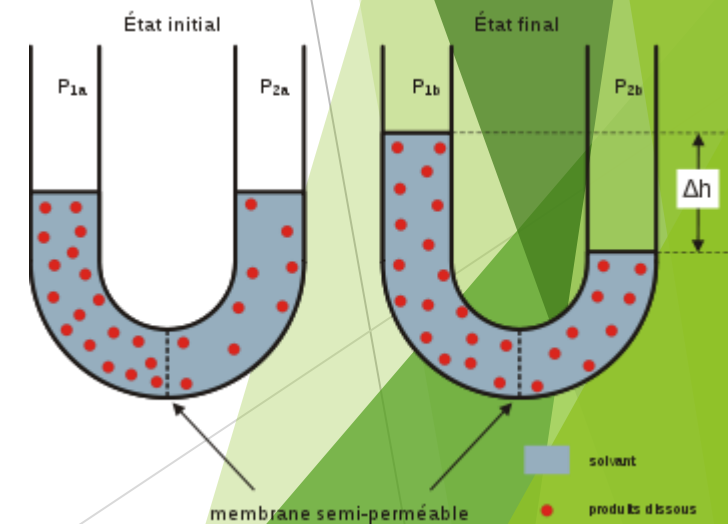
Aéroponie



Culture sur flotteur

# 1- Comprendre la disponibilité de l'eau aux cultures

- ▶ Si la salinité est si importante, pourquoi mesure-t-on la tension en serre ?
  - ▶ Pour suivre le contenu en eau
    - ▶ Plus sec = plus salin (Effet de concentration en sels)
    - ▶ Aération
  - ▶ Un bon sol de serre est bien aéré à saturation
    - ▶ Loam à plus grossier idéalement



# 1- Comprendre la disponibilité de l'eau aux cultures

- ▶ Mesure de l'effet osmotique = Salinimètre





## 2- Comprendre les besoins en eau des cultures

Irrigation en sol en champ : Type chameau : environ 1 X aux 6 jours

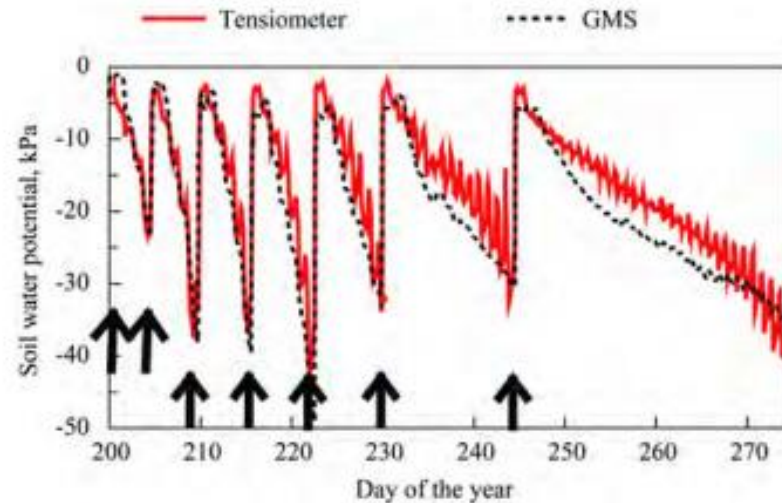
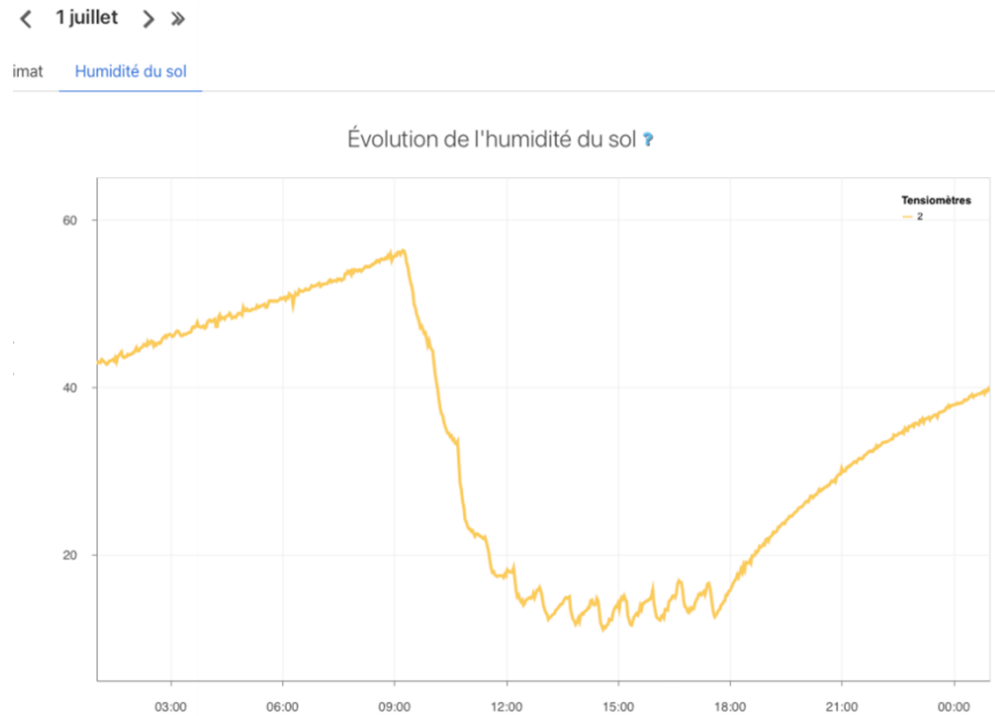


Figure 7. Soil water potential over time for tensiometers with transducers and granular matrix sensors in Experiment 3. Arrows denote furrow irrigations with 75 mm of water applied. Malheur Experiment Station, Oregon State University, Ontario, OR, 2004.

Shock et al. 2016  
Journal of Water Resource and  
Protection, 2016, 8, 154-167

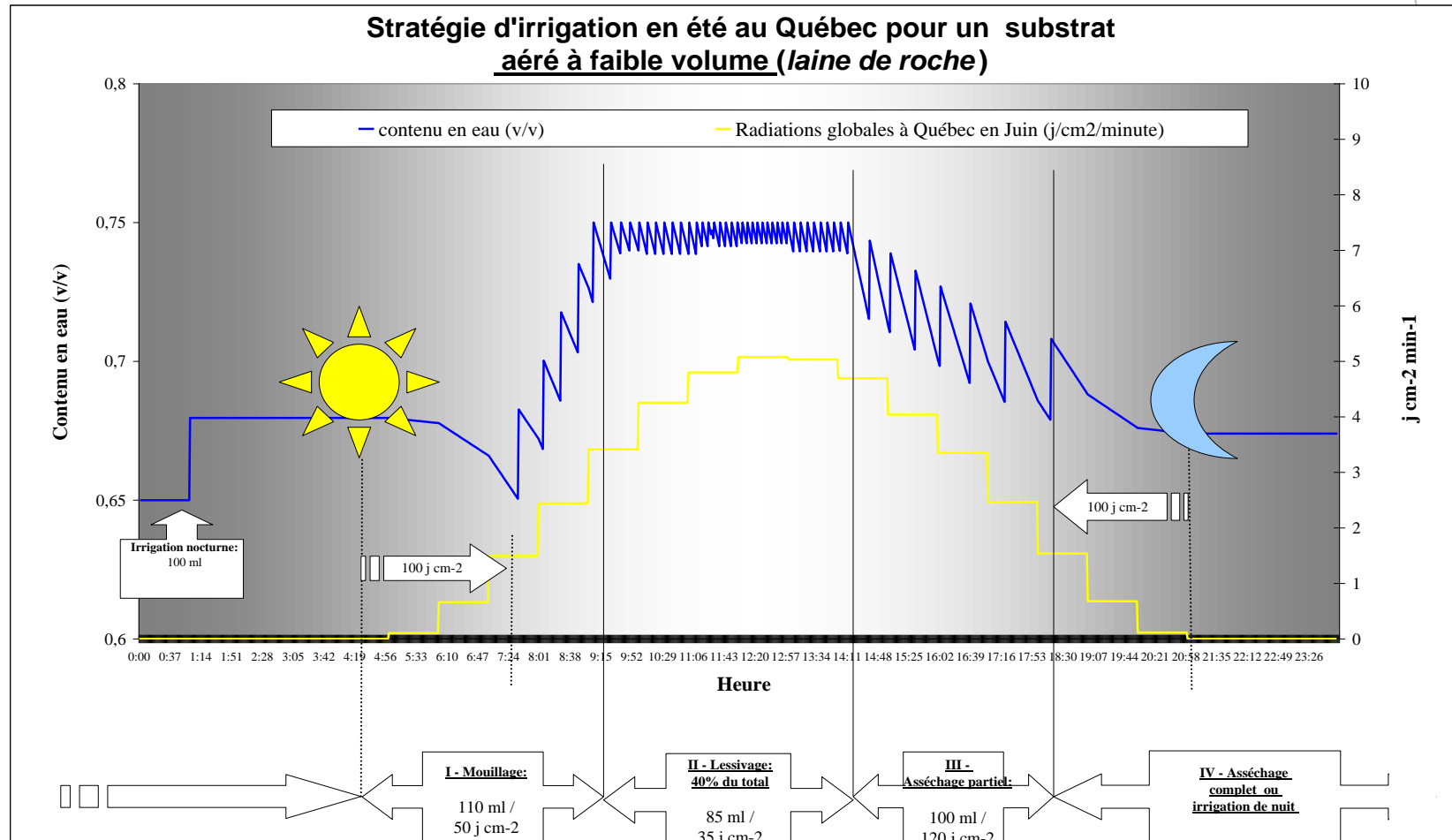
# 2- Comprendre les besoins en eau des cultures

Irrigation en sol de serre : Courbe de tension-Sol sableux (mb=0,1KPa)  
11 arrosages



# 2- Comprendre les besoins en eau des cultures

Irrigation en hydroponique en légumes de serre : Type marathonnier : jusqu'à 25-30 arrosages/jour



Source : Climax Conseils

## 2- Comprendre les besoins en eau des cultures

La plante, c'est aussi un être vivant qui doit faire face à plusieurs facteurs:

- ▶ Feuille mince : ça sèche très vite ;
- ▶ Soleil jusqu'à près de  $1000 \text{ W/m}^2$  en été = 1 séchoir à cheveux/ $\text{m}^2$
- ▶ Si elle ne peut se refroidir rapidement; elle va brûler

**La première raison d'arroser en été**

**C'est de permettre à la plante de**

**SE REFROIDIR**

**(TOUCHEZ VOTRE FEUILLAGE EN ÉTÉ)**

## 2- Comprendre les besoins en eau des cultures

La plante, c'est aussi un être vivant qui doit faire face à plusieurs facteurs:

- ▶ En été : 16 heures d'endurance = Marathon = rester sur la ligne d'hydratation :
  - ▶ Hydroponique : arrosages de type Marathon ;
  - ▶ Sol : Marathon ; on n'arrose pas pour le sol, mais pour la plante
    - ▶ Mais il y a des contraintes structurelles :
      - ▶ Rétention en eau du sol X volume important : Difficile d'assécher (aérer) rapidement ;
      - ▶ Système d'irrigation : goutte-à-goutte vs uniformité = oblige des irrigations longues.
  - ▶ Effet tampon : Offre des avantages en cas de bris d'équipements ou de limitations technologiques (on peut presque déclencher les arrosages manuellement).

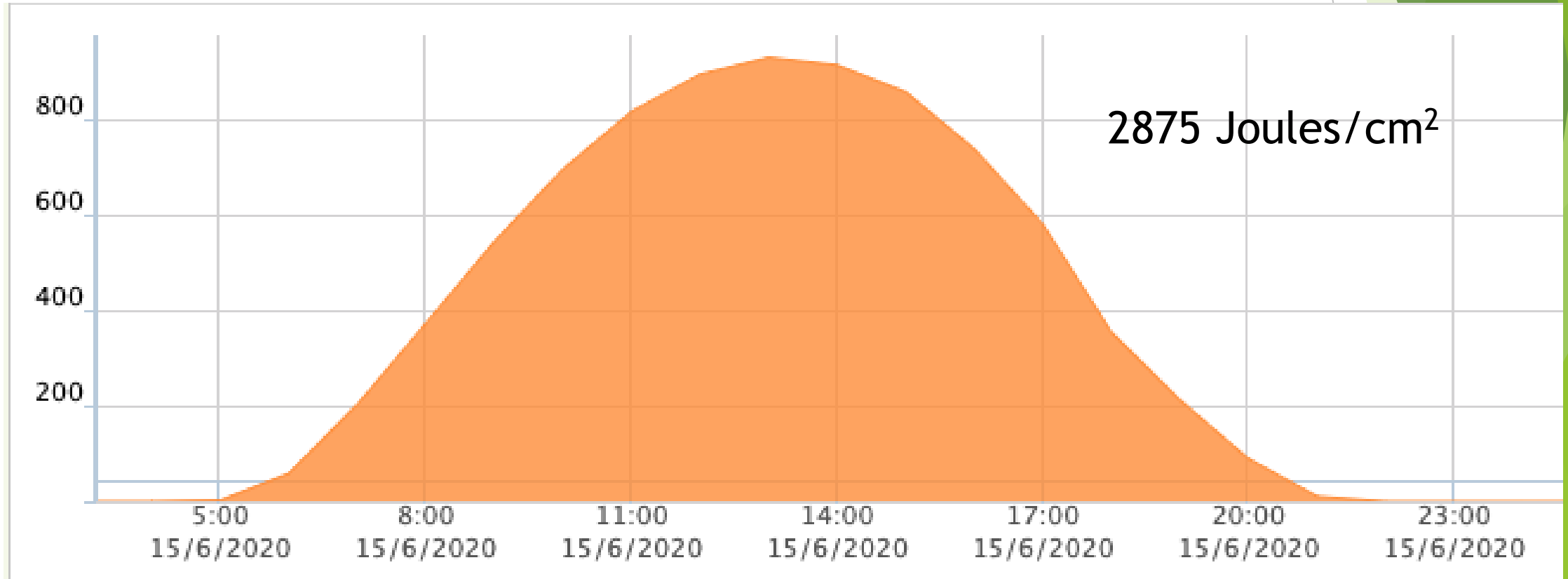
# 2- Comprendre les besoins en eau des cultures

Les facteurs majeurs de la consommation en eau : le soleil varie dans le temps

Courbe de lumière 15 juin 2020  
Aéroport de Québec

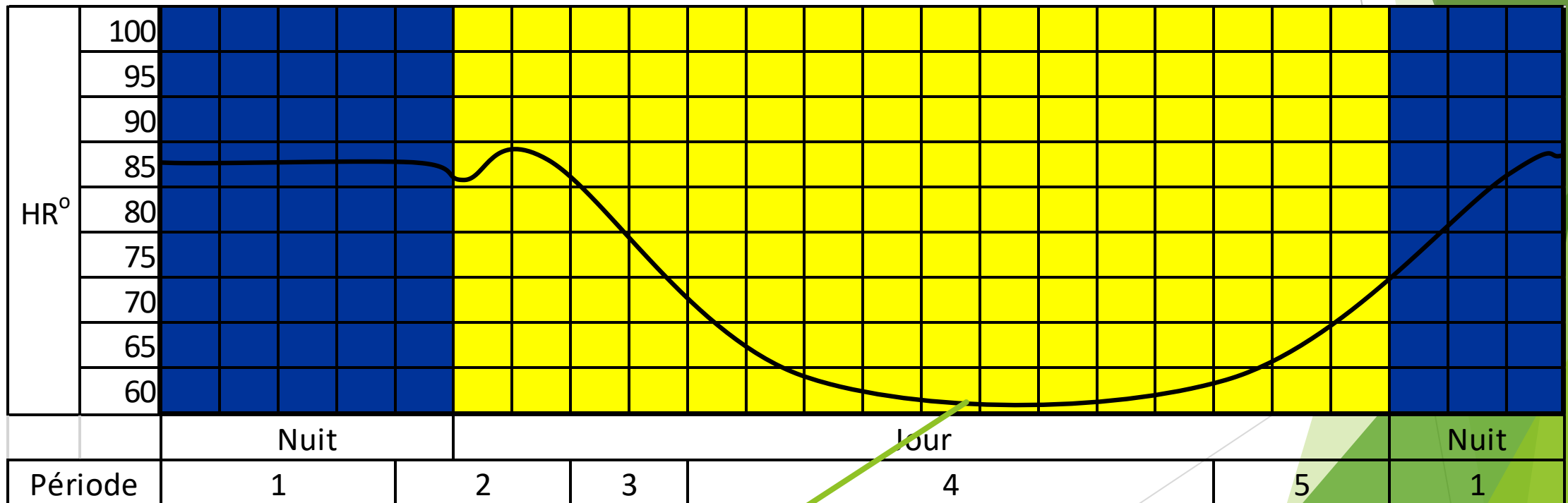
Météogramme Agrométéo

W/m<sup>2</sup>



## 2- Comprendre les besoins en eau des cultures

Les facteurs majeurs de la consommation en eau : Humidité relative estivale journalière (déficit d'humidité passe de 3 à 15 g/m<sup>3</sup>)



1000 W/m<sup>2</sup>. 28°C, DH = entre 13 et 15g/m<sup>3</sup>

## 2- Comprendre les besoins en eau des cultures

### Objectif de la gestion des irrigations

- ▶ Maintenir une tension d'équilibre (marathonien = just in time) entre la plante et son environnement :
  - ▶ Répondre aux besoins de refroidissement du feuillage ;
  - ▶ Turgescence pour la croissance des cellules
  - ▶ Apport en minéraux ;
  - ▶ Maintenir l'équilibre végétatif reproductif, la qualité des fruits et l'aération des racines.



## 2- Comprendre les besoins en eau des cultures

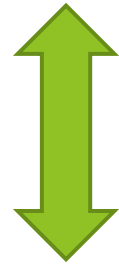
Cet équilibre s'appelle la balance hydrique :  
Continuum sol-plante-environnement

- ▶ Disponibilité de l'eau
  - ▶ Tension du sol ;
  - ▶ CE (conductivité électrique) = effet salin ;
- ▶ Évapotranspiration
  - ▶ Ensoleillement (variable de 0 à 1000 W/m<sup>2</sup>)
  - ▶ DPV, DH, HR° X T° = Effet d'assèchement ;
  - ▶ Couche limite (mouvement d'air).

# 3- Comprendre les besoins en air des cultures

Les enjeux de l'irrigation :

**Aération**



**Disponibilité en eau : Tension, Salinité,  
mouvements capillaires**

# 3- Comprendre les besoins en air des cultures

## Aération

- ▶ **% d'air à saturation :**
  - ▶ Substrat technique : 25% d'air sur l'ensemble du substrat;
    - ▶ 20% en laine de roche (très bonne diffusion des gaz et effet piston des irrigations).
  - ▶ Sol :
    - ▶ Enjeu faible en champ ;
    - ▶ Enjeu important en serre dans les sols lourds; loams argileux et plus fins rejetés.
- ▶ **% d'air en ressuyage (assurer l'aération des racines profondes la nuit) :**
  - ▶ Substrat technique : Effet fond du sac (25% d'air dans le fond du sac au matin) ;
  - ▶ Difficile de créer une différence d'aération en sol (trop fort volume); l'aération doit être structurale.

**La gestion des irrigations vise donc à :**

**1- Assurer la disponibilité en eau**

**2- Assurer une bonne aération racinaire**

**Il faut donc apprendre à :**

**1- Arroser**

**2- Laisser sécher (refaire l'aération)**

**J'arrose, j'assèche, j'arrose, j'assèche, j'arrose, j'assèche, j'arrose, j'assèche, j'arrose, j'assèche**

**4- Combien de temps faut-il pour sécher l'environnement racinaire ?**

**Vitesse de consommation vs caractéristique du substrat**

# 4- Combien de temps ça prend à sécher ?

- ▶ **Vitesse de consommation :**
  - ▶ Intensité du soleil ( $\text{W/m}^2$ )
  - ▶ Stade de la culture ( $\text{m}^2$  feuilles/ $\text{m}^2$  sol)
- ▶ **Vitesse d'assèchement (aération):**
  - ▶ Fixe les intervalles d'arrosage
    - ▶ Vitesse de consommation
    - ▶ Volume de substrat (sol) ( $\text{Litres/m}^2$ )
    - ▶ RFU

# Vitesse de consommation

Comment mesure-t-on la lumière?

## ► Formule des Joules/cm<sup>2</sup> ou J/cm<sup>2</sup>

► Intensité = Watt/m<sup>2</sup>

► Watt = Joule/seconde

► Intensité 21 juin à midi : 1 000 W/m<sup>2</sup>

► Cumul:

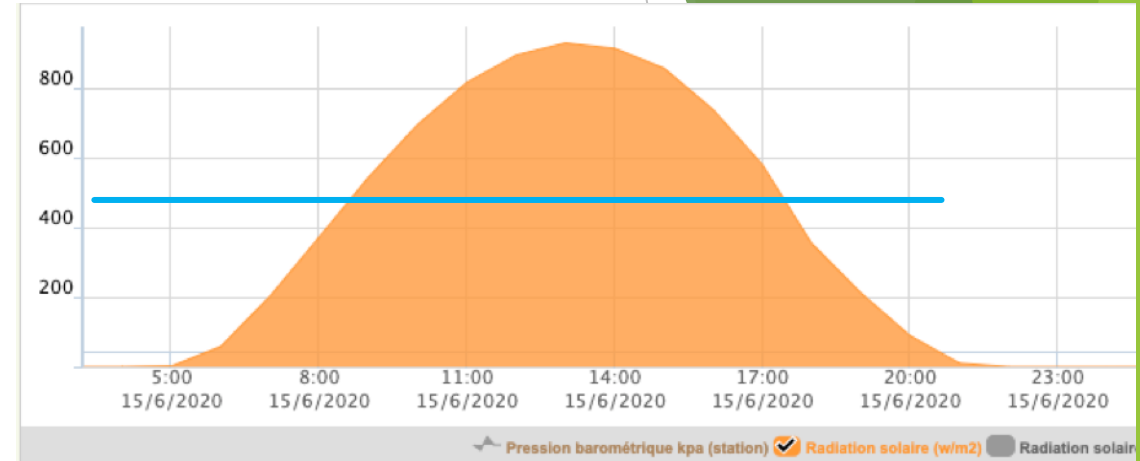
► 1 000 W/m<sup>2</sup> X 60 minutes/hr X 60 secondes/min

10 000 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>

► 360 J/cm<sup>2</sup>

► 490 W/m<sup>2</sup> X 60 sec/min X 60 min/hr X 16 heures/10 000 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>

► = 2822 J/cm<sup>2</sup>



# Vitesse de consommation

## ▶ Consommation totale journalière

### ▶ Type de serre :

▶ 1-2 :  $1,8 \text{ ml/joule} \times 2\,822 \text{ j/cm}^2 = 5\,080 \text{ ml/m}^2$ ;

▶ 3 :  $1,4 \text{ ml/joule} \times 2\,822 \text{ j/cm}^2 = 3\,951 \text{ ml/m}^2$ ;

▶ 4 :  $1,25 \text{ ml/joule} \times 2\,822 \text{ j/cm}^2 = 3\,527 \text{ ml/m}^2$

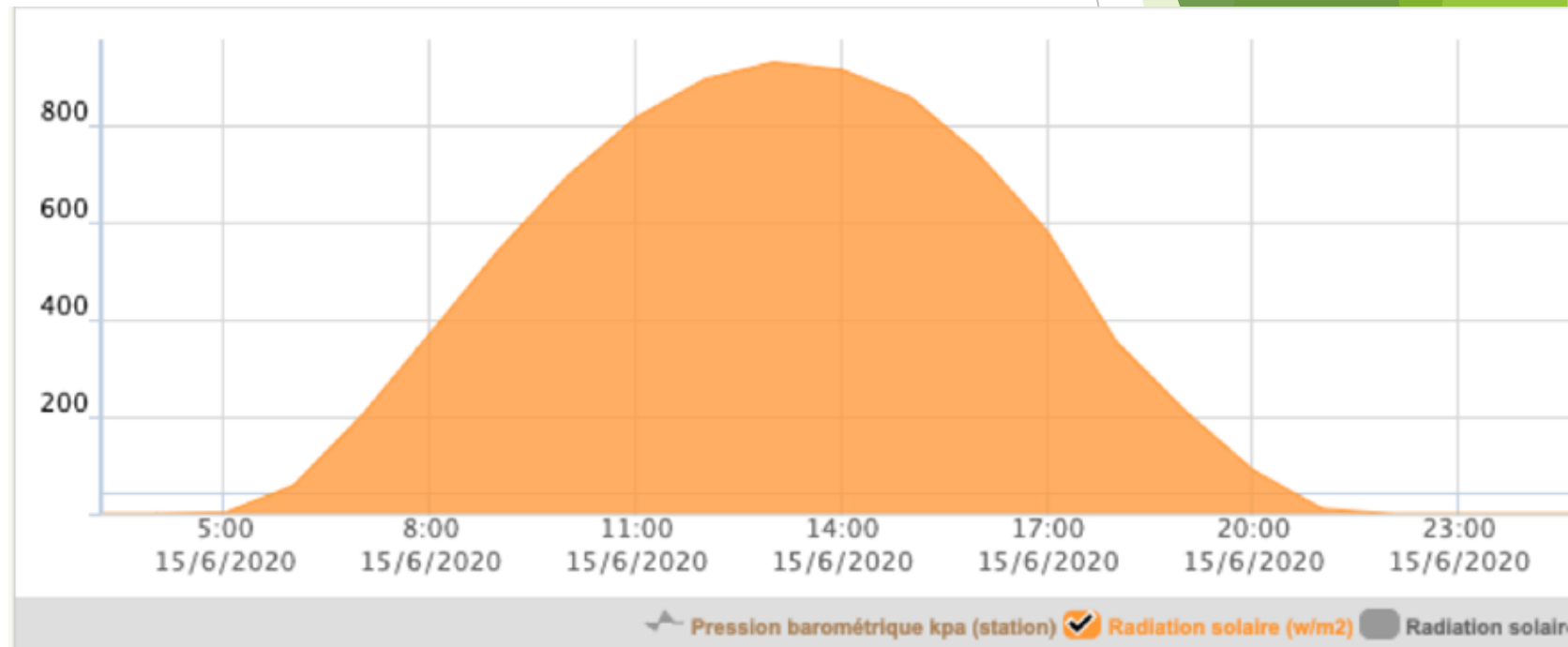
▶ Si vous avez  $1000 \text{ W/m}^2$  dans une serre de type 2, combien consommez-vous de  $\text{ml/m}^2$  en une heure?

▶ Faites le calcul de 100 à  $1000 \text{ W/m}^2$  par incrémentation de 100 W



$$360 \text{ joules} \times 1,8 \text{ ml/joule} = 648 \text{ ml}$$

- ▶ **100 W = 64,8 .....**
- ▶ **On pourrait faire le calcul de chaque heure mais !!!**

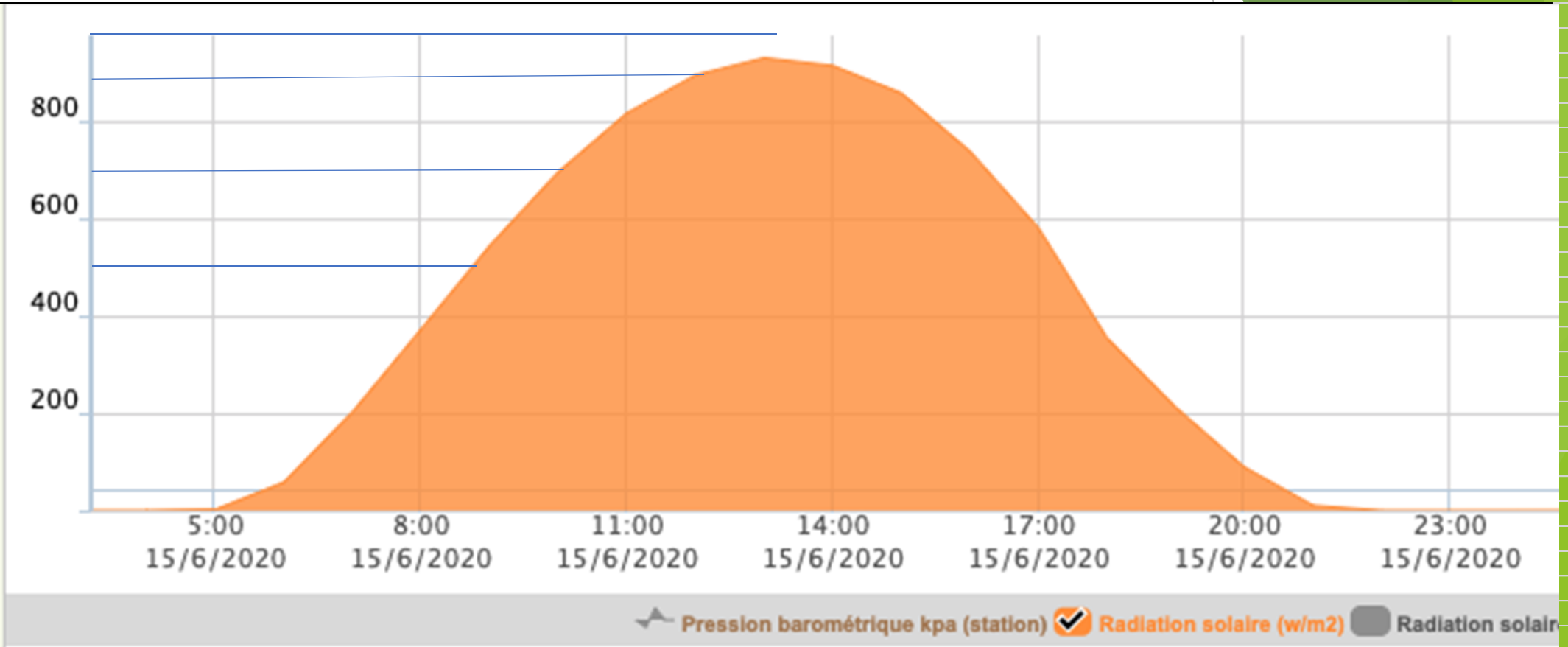


# Vitesse de consommation

Consommation serre type 2 : 1,8ml/joule					
Mois	Luminosité (j/cm2/jour)			Consommation (ml/m2/jour)	
	Belle journée	Moyenne <sup>1</sup>	Nuageux <sup>2</sup>	Moyenne <sup>1</sup>	Nuageux <sup>2</sup>
Janvier	500-800	400	200	720	360
Février	1200-1500	650	325	1170	585
Mars	1800	1000	500	1800	900
Avril	2500-2800	1450	725	2610	1305
Mai	2500-2900	1700	850	3060	1530
Juin	2500-2900	1850	925	3330	1665
Juillet	2800-2500	1920	960	3456	1728
Août	2400-2000	1750	875	3150	1575
Septembre	1700-1200	1196	598	2152,8	1076,4
Octobre	1200-1100	806	403	1450,8	725,4
Novembre	800-700	453	226,5	815,4	407,7
Décembre	600-500	419	209,5	754,2	377,1
1- Peut varier considérablement entre les régions					
2- Estimé à 50% de la moyenne					

# Exemple de calcul (pour gens patients)

Joules tot	2875
mL/m2/jour	5175
Culture	Concombre
Substrat	Sable
Type de serre	2



	Corr			30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	Tot	
Watt/m2 (100%)	0	0	0	12	50	162	375	530	700	860	930	980	930	860	700	530	375	162	50	12		
J/cm2/hr (100%)		0	0	4,32	18	58,32	135	190,8	252	309,6	334,8	352,8	334,8	309,6	252	190,8	135	58,32	18	4,32	2958,5	2875
ml/m2/hr (100%)	0	0	0	7,776	32,4	104,98	243	343,44	453,6	557,28	602,64	635,04	602,64	557,28	453,6	343,44	243	104,98	32,4	7,776	5325,3	
ml/m2/hr (80%)	0	0	0	6,2208	25,92	83,981	194,4	274,75	362,88	445,82	482,11	508,03	482,11	445,82	362,88	274,75	194,4	83,981	25,92	6,2208	4260,2	
ml/m2/hr (60%)	0	0	0	4,6656	19,44	62,986	145,8	206,06	272,16	334,37	361,58	381,02	361,58	334,37	272,16	206,06	145,8	62,986	19,44	4,6656	3195,2	
ml/m2/hr (35%)	0	0	0	2,7216	11,34	36,742	85,05	120,2	158,76	195,05	210,92	222,26	210,92	195,05	158,76	120,2	85,05	36,742	11,34	2,7216	1863,8	

5- Les bases de l'irrigation :

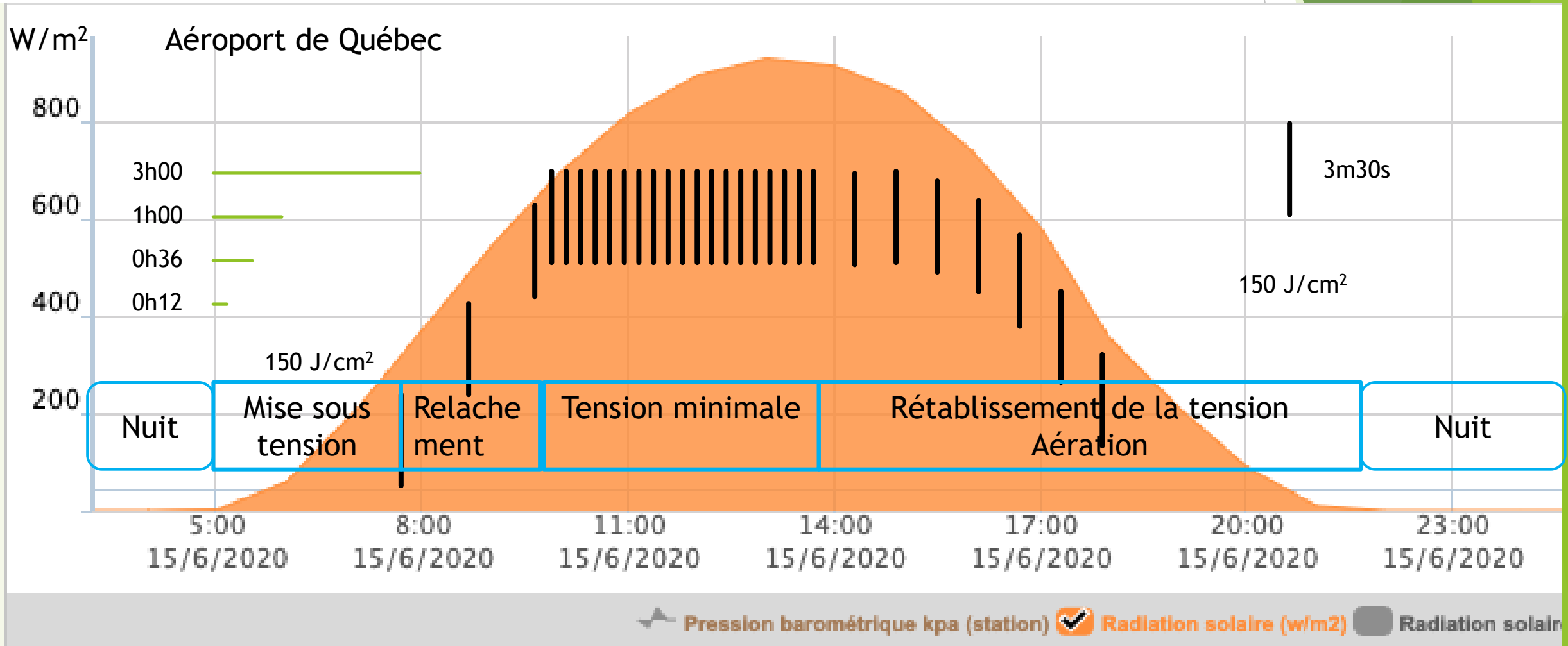
a- Assurer la disponibilité en eau

b- Assurer une bonne aération racinaire

**Comment faire?**

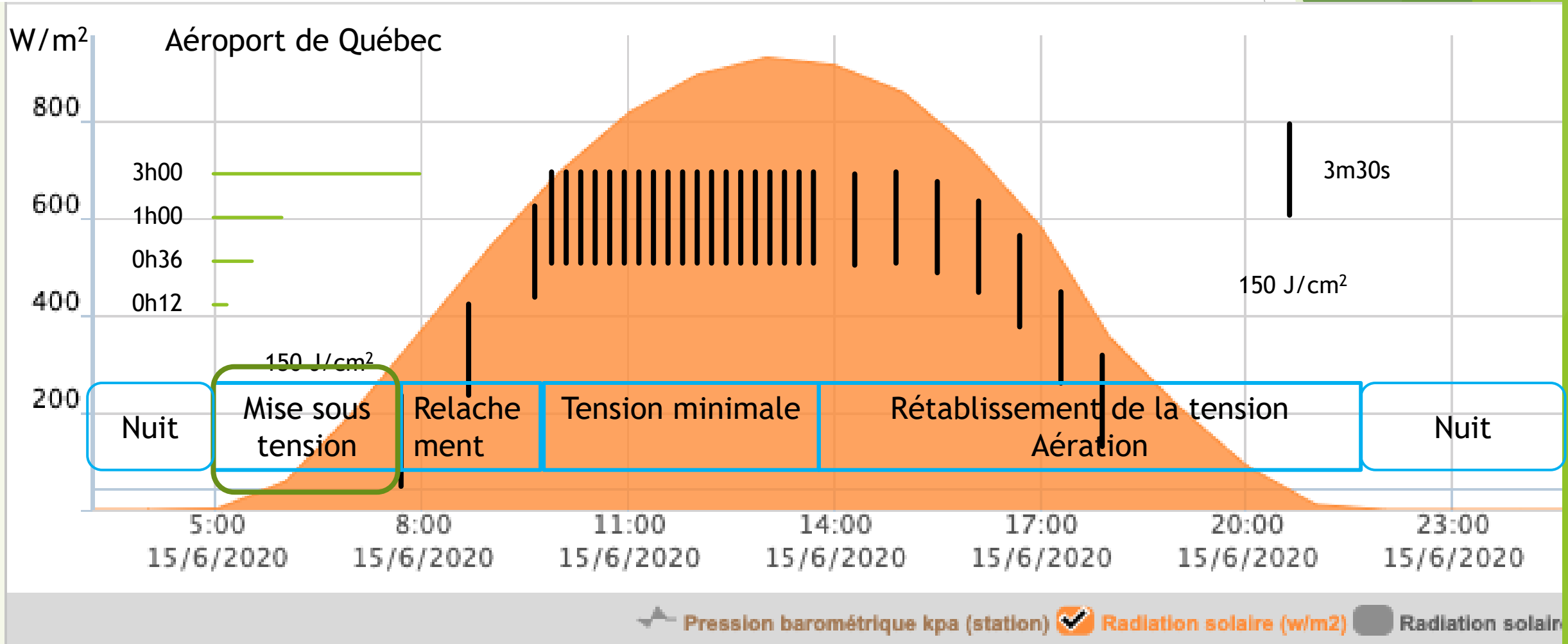
# 5- Les bases de l'irrigation : Les 5 étapes

## Courbe de lumière 15 juin 2020 (Sem. 25)



# 5- Les bases de l'irrigation : Étape 1

## Courbe de lumière 15 juin 2020 (Sem. 25)



# 5- Les bases de l'irrigation

- ▶ **Étape 1 : Mise sous tension = pas d'arrosage**
  - ▶ **Laisser la plante sentir la soif**
    - ▶ **Effet tampon hydrique de la plante, serre 1-2 (bâtir le continuum air-plante-substrat):**
      - ▶ **Tomate beef chargée : 2.5 hrs en été**
      - ▶ **Concombre et tomate cerise : 1,5 hrs en été**
      - ▶ **Poivron : 1 hr en été**
    - ▶ **Temps de mise en tension dans le substrat = activation des racines**
      - ▶ **0,5 hr**

# Temps : Début de l'arrosage (joules) = Fin de la mise sous tension

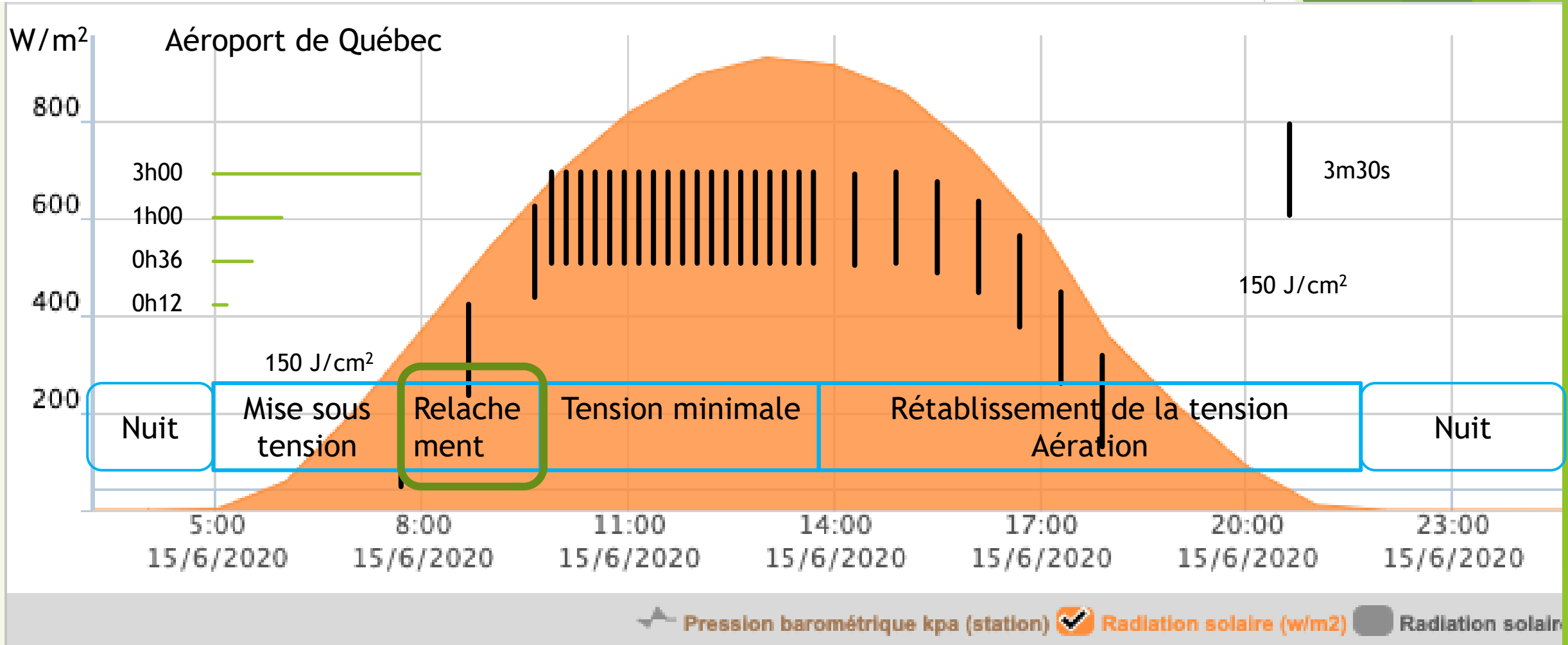
Effet du type de serre sur l'irrigation				Effet du type de serre sur l'irrigation			
Tomate		Semaine: 25		Concombre		Semaine: 25	
Type	1 ou 2 100%	3 78,6%	4 68,8%	Type	1 ou 2 100%	3 78,6%	4 68,8%
<b>Actions</b>				<b>Actions</b>			
Début d'arrosage	150 J/cm <sup>2</sup>	191 J/cm <sup>2</sup>	218 J/cm <sup>2</sup>	Début d'arrosage	100 J/cm <sup>2</sup>	127 J/cm <sup>2</sup>	145 J/cm <sup>2</sup>
Nbre heure Ap LS	3:00	3:15	3:22	Nbre heure Ap LS	2:00	2:20	2:30
Heure réelle	7:50	8:05	8:12	Heure réelle	6:50	7:10	7:20

La mise sous tension est indépendante du substrat, mais dépendante de la culture



# 5- Les bases de l'irrigation : Étape 2

## Courbe de lumière 15 juin 2020 (Sem. 25)

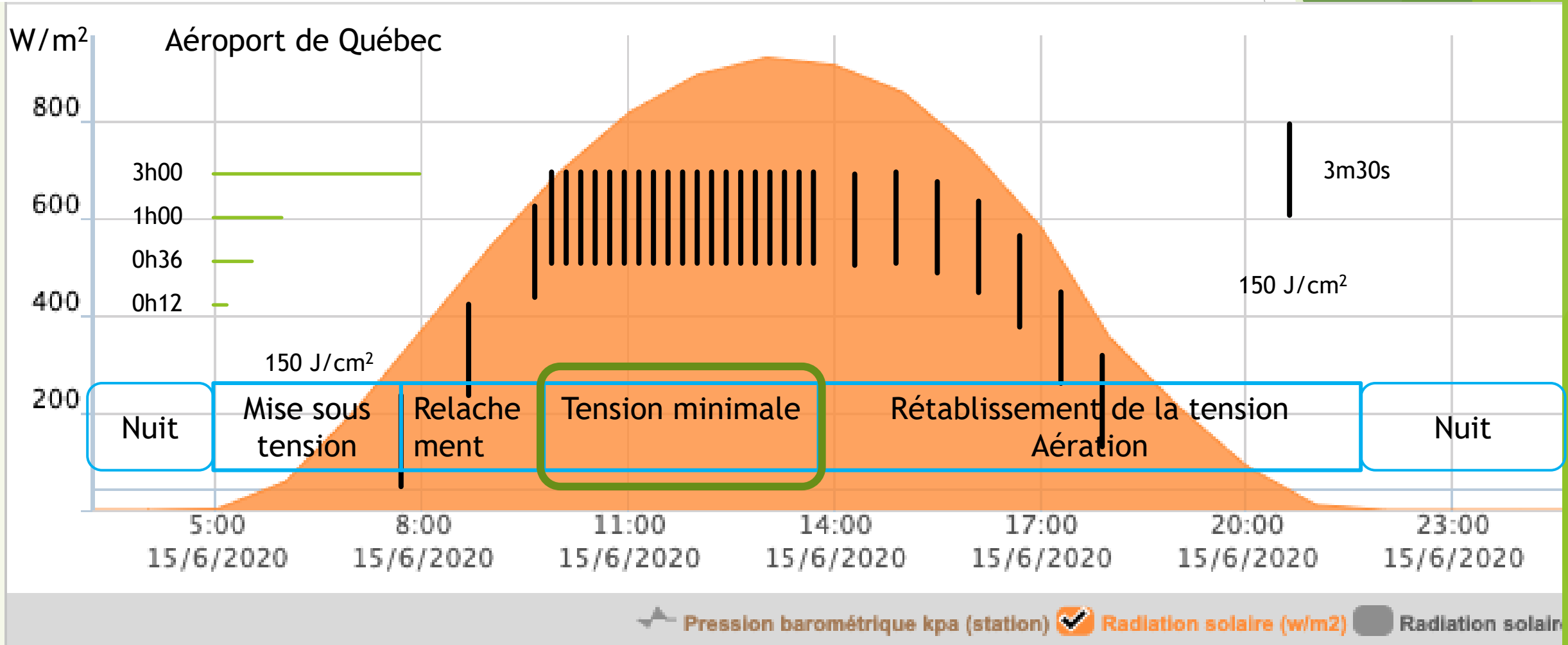


# 5- Les bases de l'irrigation

- ▶ **Étape 2 : Relâchement de la tension = Humectation**
  - ▶ Suivre la demande transpiratoire du climat jusqu'à la tension minimale
  - ▶ Volume total = ml/joule X (joules fin de journée + joules avant tension minimale)
    - ▶ Environ 10% du volume du substrat en hydroponique
    - ▶ Passage du stade granulaire au stade saturé en sol (quand c'est possible)
      - ▶ -4 kPa (Dorais et al. 2009)
      - ▶ -6,3 kPa Sonneveld et Voogt (2009)

# 5- Les bases de l'irrigation : Étape 3

## Courbe de lumière 15 juin 2020 (Sem. 25)

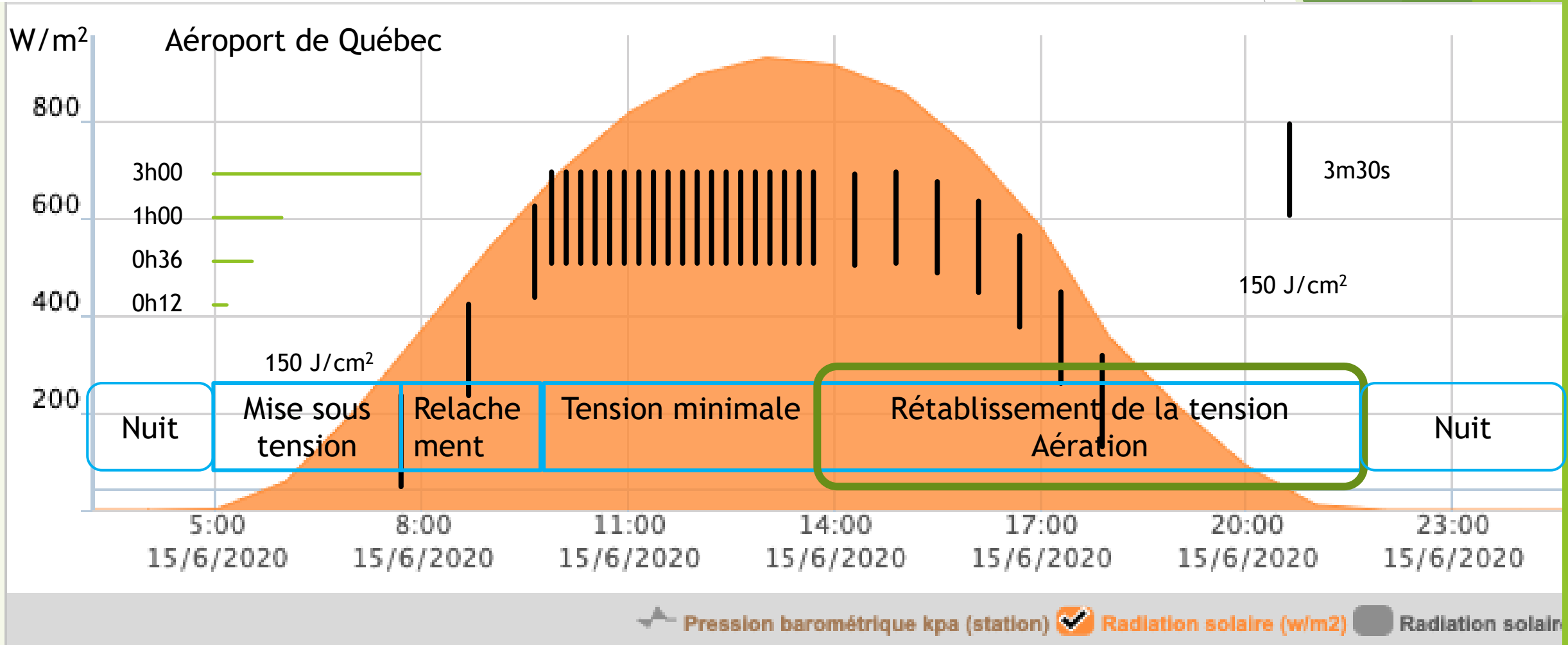


# 5- Les bases de l'irrigation

- ▶ **Étape 3 : Tension Minimale = Période de pointe**
  - ▶ Répondre à la demande maximale de transpiration du climat
    - ▶ Hydroponique : Période de lessivage
    - ▶ Sol : humectation maximale; on maintient la tension basse

# 5- Les bases de l'irrigation : Étape 4

## Courbe de lumière 15 juin 2020 (Sem. 25)



# 5- Les bases de l'irrigation

- ▶ **Étape 4 : Reprise de la tension = Assèchement de nuit**
  - ▶ Rétablir la tension pour la nuit (on continue à suivre le climat); on arrose si l'assèchement est trop rapide
  - ▶ Assurer l'aération racinaire la nuit
  - ▶ Ralentissement de la consommation par joule reçue
    - ▶ Effet tampon hydrique
      - ▶ Tomate beef : La consommation ralenti vite mais continue longtemps (irrigation de nuit en hydroponique)
      - ▶ Autres : La consommation ralenti 1 hr plus tard mais reste assez près de la demande climatique du soleil

# 5- Les bases de l'irrigation

- ▶ **Étape 4 : Reprise de la tension = Assèchement de nuit**
  - ▶ **Substrat de faible volume ou sable :**
    - ▶ 1 heure après le zénith en été dans la tomate beef (2 heures en temps de canicule), 1 heure plus tard dans les autres cultures :
      - ▶ Été : 14h00 tomate beef et 15h00 concombre en été ;
      - ▶ Canicule : 15h00 tomate et 16h00 concombre en canicule.
  - ▶ **Substrat à fort volume (autres sols en général):**
    - ▶ Peut être confondu avec l'étape 5 : rétablissement de la tension (aération de nuit).

# Fin des arrosages en fonction du type de serre (joules)

Effet du type de serre sur l'irrigation			
Culture conventionnelle			
Tomate		Semaine: 25	
Type	1 ou 2	3	4
	100%	78,6%	68,8%
Actions			
Fin d'arrosage	150 J/cm <sup>2</sup>	191 J/cm <sup>2</sup>	218 J/cm <sup>2</sup>
Nbre heure Av CS	3:00	3:15	3:22
Heure réelle	17:41	17:26	17:19

Effet du type de serre sur l'irrigation			
Culture conventionnelle			
Concombre		Semaine: 25	
Type	1 ou 2	3	4
	100%	78,6%	68,8%
Actions			
Fin d'arrosage	100 J/cm <sup>2</sup>	127 J/cm <sup>2</sup>	145 J/cm <sup>2</sup>
Nbre heure Av CS	2:00	2:20	2:30
Heure réelle	18:41	18:21	18:11

Effet du type de serre sur l'irrigation			
Culture en sol (Loam sableux)			
Tomate		Semaine: 25	
Type	1 ou 2	3	4
	100%	78,6%	68,8%
Actions			
Fin d'arrosage	1 200 J/cm <sup>2</sup>	1 527 J/cm <sup>2</sup>	1 744 J/cm <sup>2</sup>
Nbre heure Av CS	6:40	7:30	8:10
Heure réelle	14:01	13:11	12:31

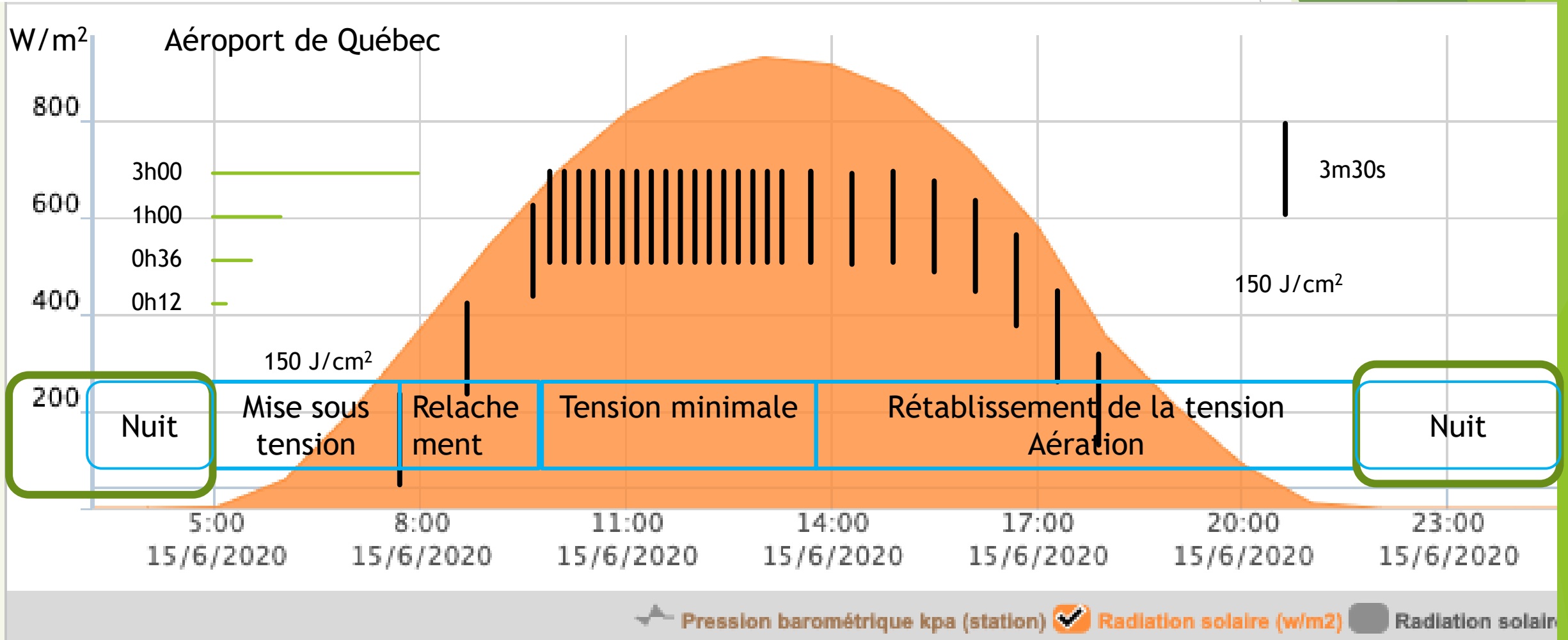
Effet du type de serre sur l'irrigation			
Culture en sol (Loam sableux)			
Concombre		Semaine: 25	
Type	1 ou 2	3	4
	100%	78,6%	68,8%
Actions			
Fin d'arrosage	1 000 J/cm <sup>2</sup>	1 272 J/cm <sup>2</sup>	1 453 J/cm <sup>2</sup>
Nbre heure Av CS	6:10	6:55	7:30
Heure réelle	14:31	13:46	13:11

2 substrats X 2 cultures X 3 types de serre = 12 stratégies



# 5- Les bases de l'irrigation : Étape 5

## Courbe de lumière 15 juin 2020 (Sem. 25)



# 5- Les bases de l'irrigation

## ▶ Étape 5 : Bonne nuit

▶ La nuit est la période la plus longue dans la gestion des arrosages

▶ Été :

▶ Hydroponique = 12-14 hrs

▶ Attention à la canicule

▶ Tomate : penser arroser 250 à 500 ml /m<sup>2</sup> la nuit post-caniculaire :

▶ La moitié pour le concombre

▶ Sol = 18 hrs et plus

▶ Hiver

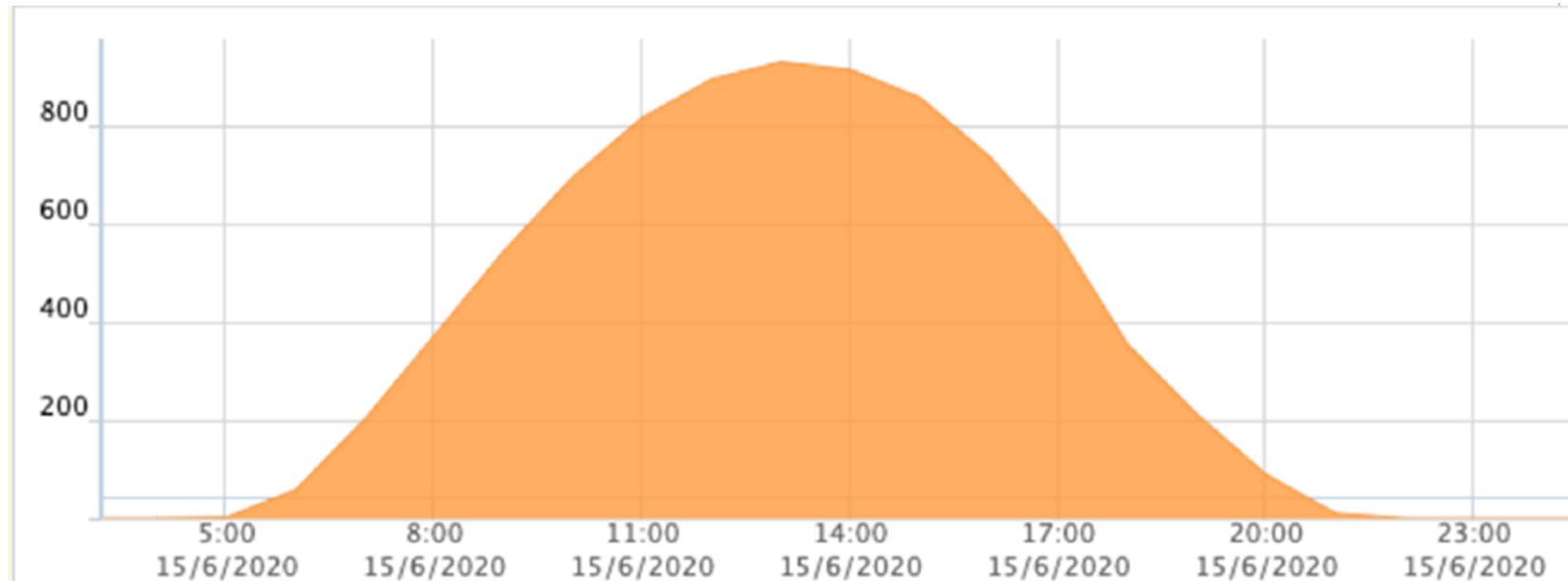
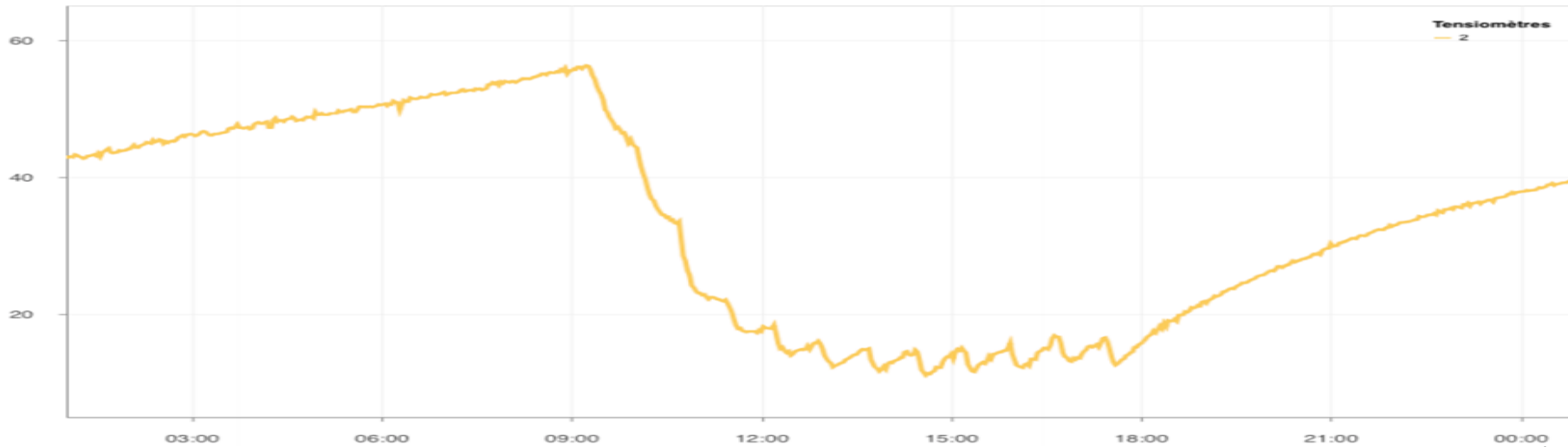
▶ Hydroponique = 22 hrs

**Une bonne nuit est le premier commandement dans la gestion des irrigations.**

**Touchez le substrat tous les matins avant d'arroser**

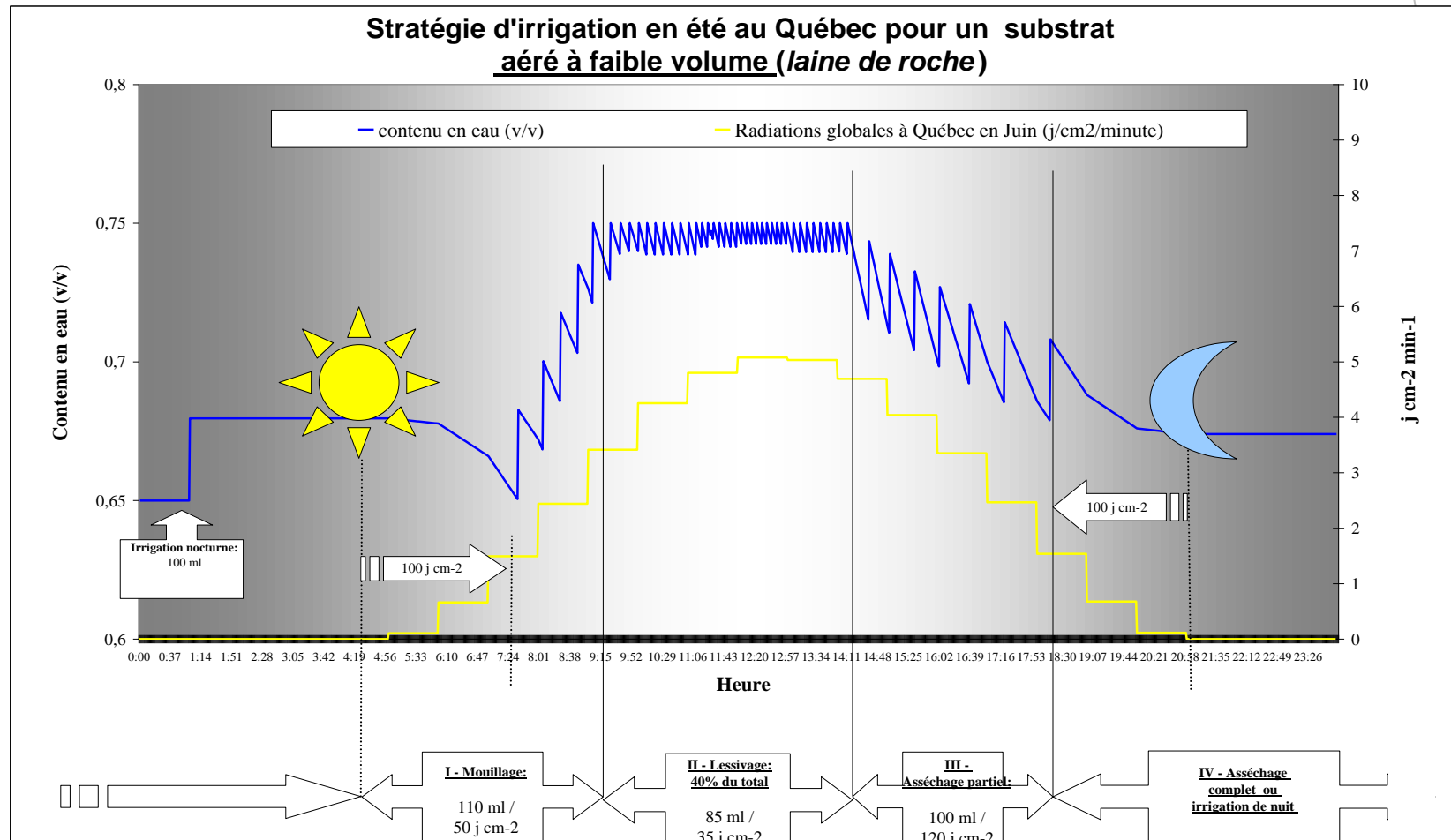
# Comprendre les besoins en eau des cultures

Évolution de l'humidité du sol ?



# Comprendre les besoins en eau des cultures

Irrigation en hydroponique en légumes de serre : Type marathonnier : jusqu'à 25-30 arrosages/jour



Source : Climax Conseils

Maintenant que nous savons la vitesse de consommation, il faut savoir combien de temps il faut pour que ça sèche (aération).

- ▶ Pour un substrat, regardons 2 volumes différents :
  - ▶ 10 L/m<sup>2</sup> vs 20 L/m<sup>2</sup>
  - ▶ Vous voulez sécher (aérer) de 3% entre 2 arrosages **en période de pointe**.
    - ▶ 3% X 10 L = 300 ml
    - ▶ 3% X 20 L = 600 ml
  - ▶ Si vous avez un soleil d'été (1000 W/m<sup>2</sup>) avec une serre de type 2 d'une culture mature, qu'elle devra être votre intervalle d'arrosage?
    - ▶ 10 L :
    - ▶ 20 L :

Maintenant que nous savons la vitesse de consommation, il faut savoir combien de temps il faut pour que ça sèche (aération).

- ▶ Pour un substrat, regardons 2 volumes différents :
  - ▶ 10 L/m<sup>2</sup> vs 20 L/m<sup>2</sup>
  - ▶ Vous voulez sécher (aérer) de 3% entre 2 arrosages **en période de pointe**.
    - ▶ 3% X 10 L = 300 ml
    - ▶ 3% X 20 L = 600 ml
  - ▶ Si vous avez un soleil d'été (1000 W/m<sup>2</sup>) avec une serre de type 2 d'une culture mature, qu'elle devra être votre intervalle d'arrosage?
    - ▶ 10 L : **28 minutes**
    - ▶ 20 L : **56 minutes**

# Irrigation

RFU vs stratégie d'intervalle et de volume (la plus grosse journée de l'année) :

Plus la RFU est importante, moins on arrose souvent (plus il faut laisser sécher entre deux arrosages)

**Intervalle d'irrigation en consommation de pointe (1000mL/m<sup>2</sup>/hr)**

Substrat			Intervalle d'irrigation					
Volume/m <sup>2</sup>	RFU	5%RFU	Goutteur/m <sup>2</sup>					
(L)	(L)	(mL)	2	2,2	2,4	2,6	2,8	3
9	3,0	149	9	9	9	9	9	9
10	3,3	165	10	10	10	10	10	10
11	3,6	182	11	11	11	11	11	11
12	4,0	198	12	12	12	12	12	12
13	4,3	215	13	13	13	13	13	13
14	4,6	231	14	14	14	14	14	14
15	5,0	248	15	15	15	15	15	15
16	5,3	264	16	16	16	16	16	16
17	5,6	281	17	17	17	17	17	17
18	5,9	297	18	18	18	18	18	18
19	6,3	314	19	19	19	19	19	19
20	6,6	330	20	20	20	20	20	20

**Volume/irrigation/goutteur en consommation de pointe (1000mL/m<sup>2</sup>/hr)**

Substrat			Volume/goutteur					
Volume/m <sup>2</sup>	RFU	5%RFU	Goutteur/m <sup>2</sup>					
(L)	(L)	(mL)	2	2,2	2,4	2,6	2,8	3
9	3,0	149	149	135	124	114	106	99
10	3,3	165	165	150	138	127	118	110
11	3,6	182	182	165	151	140	130	121
12	4,0	198	198	180	165	152	141	132
13	4,3	215	215	195	179	165	153	143
14	4,6	231	231	210	193	178	165	154
15	5,0	248	248	225	206	190	177	165
16	5,3	264	264	240	220	203	189	176
17	5,6	281	281	255	234	216	200	187
18	5,9	297	297	270	248	228	212	198
19	6,3	314	314	285	261	241	224	209
20	6,6	330	330	300	275	254	236	220

Maintenant que nous savons la vitesse de consommation, il faut savoir combien de temps il faut pour que ça sèche (aération).

- ▶ Pour un substrat, regardons 2 volumes différents :
  - ▶ 10 L/m<sup>2</sup> vs 20 L/m<sup>2</sup>
  - ▶ Vous voulez sécher (aérer) pour **la nuit** de 10% du volume du substrat
    - ▶ 10% X 10 L = 1000 ml
    - ▶ 10% X 20 L = 2000 ml
  - ▶ Dans une serre de type 2 d'une culture mature, combien de joules aurez-vous besoins entre votre dernier arrosage de la journée et votre premier arrosage du lendemain?
    - ▶ 10 L :
    - ▶ 20 L :



Maintenant que nous savons la vitesse de consommation, il faut savoir combien de temps il faut pour que ça sèche (aération).

- ▶ Pour un substrat, regardons 2 volumes différents :
  - ▶ 10 L/m<sup>2</sup> vs 20 L/m<sup>2</sup>
  - ▶ Vous voulez sécher (aérer) pour **la nuit** de 10% du volume du substrat
    - ▶ 10% X 10 L = 1000 ml
    - ▶ 10% X 20 L = 2000 ml
  - ▶ Dans une serre de type 2 d'une culture mature, combien de joules aurez-vous besoins entre votre dernier arrosage de la journée et votre premier arrosage du lendemain?
    - ▶ 10 L : **556 J/cm<sup>2</sup>**
    - ▶ 20 L : **1111 J/cm<sup>2</sup>**

**Maintenant que nous savons la vitesse de consommation, il faut savoir combien de temps il faut pour que ça sèche (aération).**

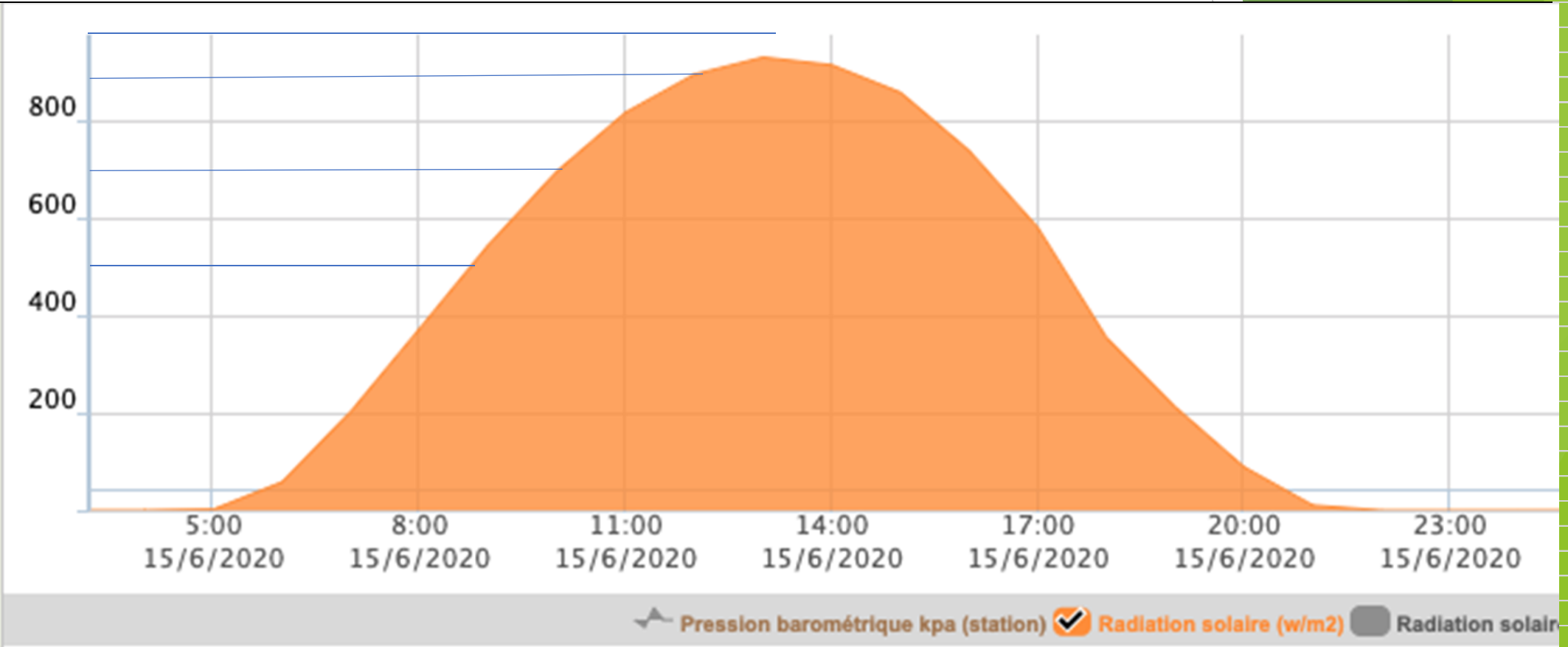
- ▶ **Combien de joules aurez-vous besoins entre votre dernier arrosage et le coucher du soleil?**
  - ▶ 10 L :
  - ▶ 20 L :
- ▶ **Estimez vers quelle heure vous devrez faire votre dernier arrosage ? (voir graphique lumière)**
  - ▶ 10 L :
  - ▶ 20 L :

Maintenant que nous savons la vitesse de consommation, il faut savoir combien de temps il faut pour que ça sèche (aération).

- ▶ **Combien de joules aurez-vous besoins entre votre dernier arrosage et le coucher du soleil?**
  - ▶ 10 L : **405 J/cm<sup>2</sup>**
  - ▶ 20 L : **961 J/cm<sup>2</sup>**
- ▶ **Estimez vers quelle heure vous devrez faire votre dernier arrosage ? (voir graphique lumière)**
  - ▶ 10 L :
  - ▶ 20 L :

# Exemple de calcul (pour gens patients)

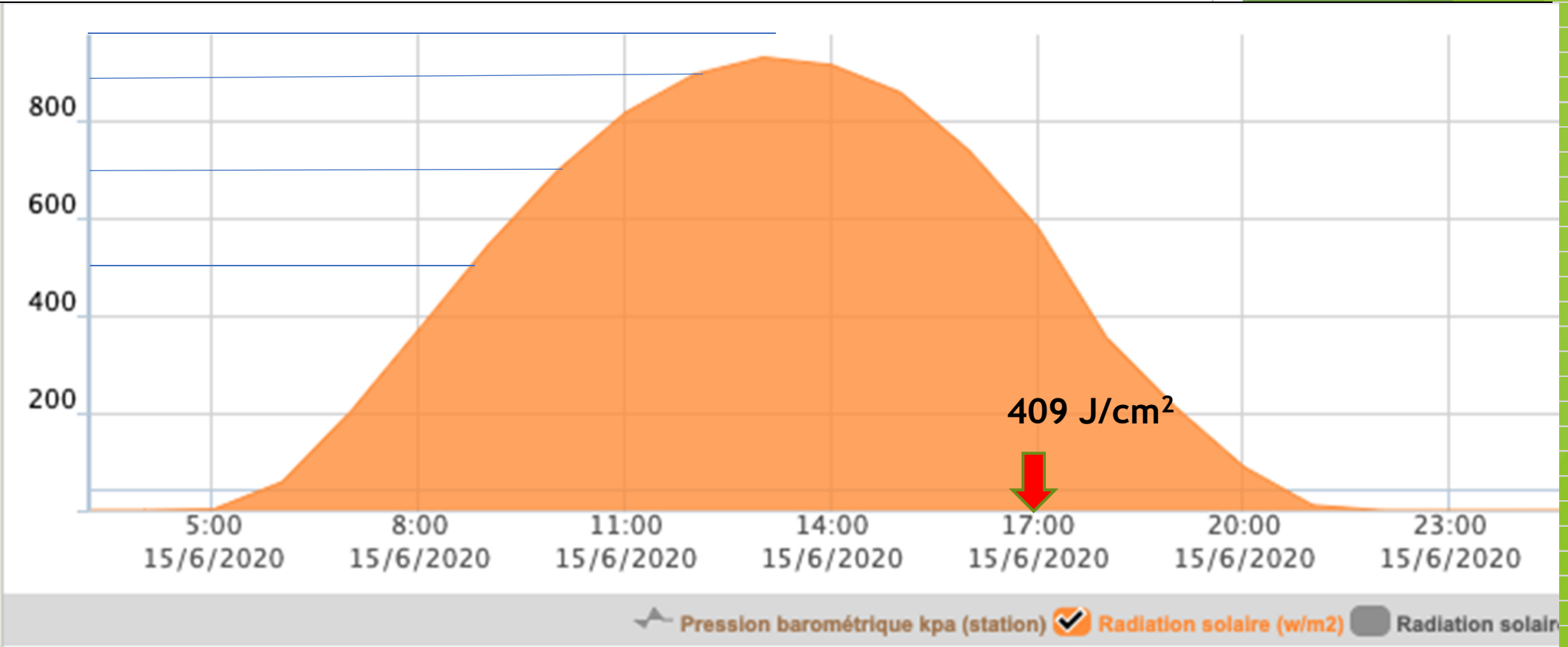
Joules tot	2875
mL/m2/jour	5175
Culture	Concombre
Substrat	Sable
Type de serre	2



	Corr			30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	Tot	
Watt/m2 (100%)	0	0	0	12	50	162	375	530	700	860	930	980	930	860	700	530	375	162	50	12		
J/cm2/hr (100%)		0	0	4,32	18	58,32	135	190,8	252	309,6	334,8	352,8	334,8	309,6	252	190,8	135	58,32	18	4,32	2958,5	2875
ml/m2/hr (100%)	0	0	0	7,776	32,4	104,98	243	343,44	453,6	557,28	602,64	635,04	602,64	557,28	453,6	343,44	243	104,98	32,4	7,776	5325,3	
ml/m2/hr (80%)	0	0	0	6,2208	25,92	83,981	194,4	274,75	362,88	445,82	482,11	508,03	482,11	445,82	362,88	274,75	194,4	83,981	25,92	6,2208	4260,2	
ml/m2/hr (60%)	0	0	0	4,6656	19,44	62,986	145,8	206,06	272,16	334,37	361,58	381,02	361,58	334,37	272,16	206,06	145,8	62,986	19,44	4,6656	3195,2	
ml/m2/hr (35%)	0	0	0	2,7216	11,34	36,742	85,05	120,2	158,76	195,05	210,92	222,26	210,92	195,05	158,76	120,2	85,05	36,742	11,34	2,7216	1863,8	

# Exemple de calcul (pour gens patients)

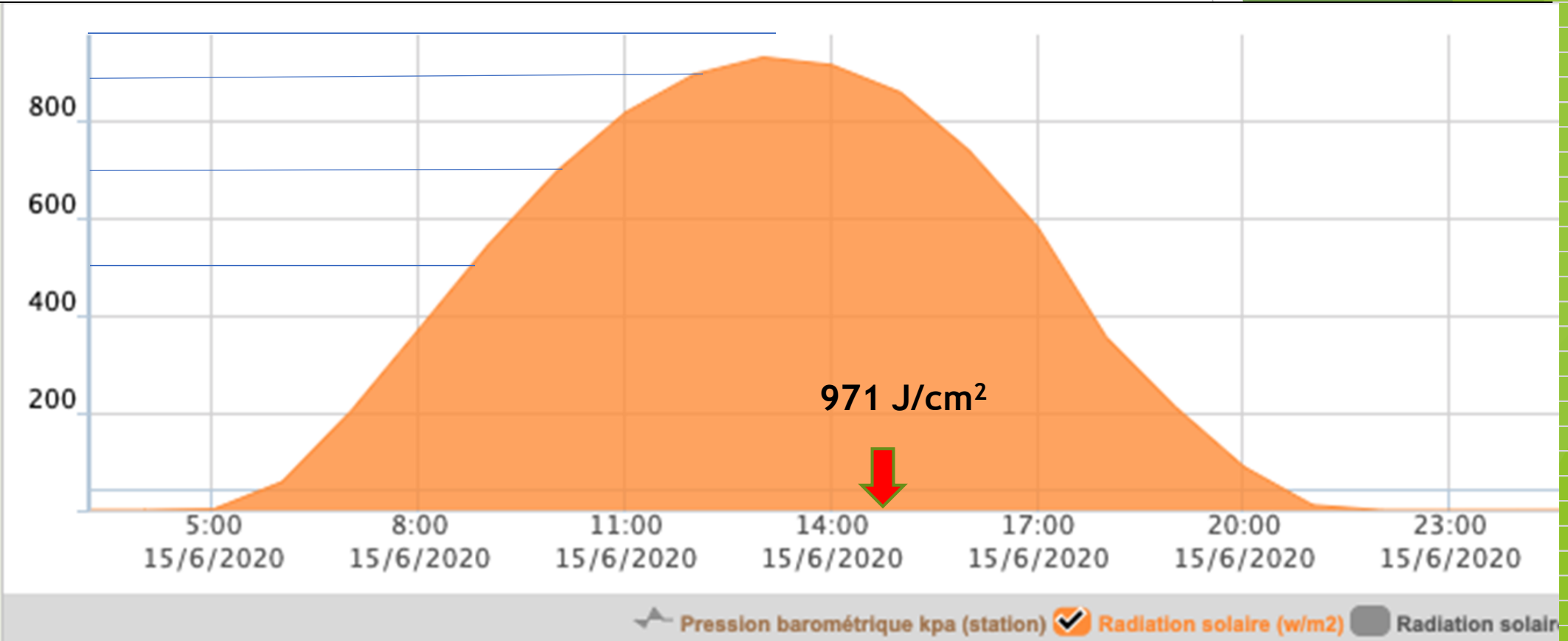
Joules tot	2875
mL/m2/jour	5175
Culture	Concombre
Substrat	Sable
Type de serre	2



	Corr			30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	Tot	
Watt/m2 (100%)	0	0	0	12	50	162	375	530	700	860	930	980	930	860	700	530	375	162	50	12		
J/cm2/hr (100%)		0	0	4,32	18	58,32	135	190,8	252	309,6	334,8	352,8	334,8	309,6	252	190,8	135	58,32	18	4,32	2958,5	2875
ml/m2/hr (100%)	0	0	0	7,776	32,4	104,98	243	343,44	453,6	557,28	602,64	635,04	602,64	557,28	453,6	343,44	243	104,98	32,4	7,776	5325,3	
ml/m2/hr (80%)	0	0	0	6,2208	25,92	83,981	194,4	274,75	362,88	445,82	482,11	508,03	482,11	445,82	362,88	274,75	194,4	83,981	25,92	6,2208	4260,2	
ml/m2/hr (60%)	0	0	0	4,6656	19,44	62,986	145,8	206,06	272,16	334,37	361,58	381,02	361,58	334,37	272,16	206,06	145,8	62,986	19,44	4,6656	3195,2	
ml/m2/hr (35%)	0	0	0	2,7216	11,34	36,742	85,05	120,2	158,76	195,05	210,92	222,26	210,92	195,05	158,76	120,2	85,05	36,742	11,34	2,7216	1863,8	

# Exemple de calcul (pour gens patients)

Joules tot	2875
mL/m2/jour	5175
Culture	Concombre
Substrat	Sable
Type de serre	2



	Corr			30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	Tot	
Watt/m2 (100%)	0	0	0	12	50	162	375	530	700	860	930	980	930	860	700	530	375	162	50	12		
J/cm2/hr (100%)		0	0	4,32	18	58,32	135	190,8	252	309,6	334,8	352,8	334,8	309,6	252	190,8	135	58,32	18	4,32	2958,5	2875
ml/m2/hr (100%)	0	0	0	7,776	32,4	104,98	243	343,44	453,6	557,28	602,64	635,04	602,64	557,28	453,6	343,44	243	104,98	32,4	7,776	5325,3	
ml/m2/hr (80%)	0	0	0	6,2208	25,92	83,981	194,4	274,75	362,88	445,82	482,11	508,03	482,11	445,82	362,88	274,75	194,4	83,981	25,92	6,2208	4260,2	
ml/m2/hr (60%)	0	0	0	4,6656	19,44	62,986	145,8	206,06	272,16	334,37	361,58	381,02	361,58	334,37	272,16	206,06	145,8	62,986	19,44	4,6656	3195,2	
ml/m2/hr (35%)	0	0	0	2,7216	11,34	36,742	85,05	120,2	158,76	195,05	210,92	222,26	210,92	195,05	158,76	120,2	85,05	36,742	11,34	2,7216	1863,8	

Maintenant que nous savons la vitesse de consommation, il faut savoir combien de temps il faut pour que ça sèche (aération).

- ▶ **Combien de joules aurez-vous besoins entre votre dernier arrosage et le coucher du soleil?**
  - ▶ 10 L : **405 J/cm<sup>2</sup>**
  - ▶ 20 L : **961 J/cm<sup>2</sup>**
- ▶ **Estimez vers quelle heure vous devrez faire votre dernier arrosage ? (voir graphique lumière)**
  - ▶ 10 L : **17h00**
  - ▶ 20 L : **15h00**

# Ce qu'il faut retenir

- ▶ C'est surtout la luminosité qui détermine la vitesse de consommation
  - ▶ Arrêtez de penser comme des horloges, pensez comme des lumières
- ▶ Ce sont les caractéristiques du substrat qui détermine la vitesse d'assèchement (aération).
- ▶ Substrat X lumière = intervalles d'assèchement
  - ▶ Penser autant à assécher qu'à arroser

## Très important

- Chaque volume de substrat doit supporter la même charge de luminosité = Uniformité
  - Espacement des broches
  - Espacement des têtes
  - Volume de substrat/m<sup>2</sup> constant
  - Ajustement du 30% rangs sud, est et ouest
  - Ajustement du nombre de goutteurs aux bouts des rangs en hydroponie



# 6- Stratégie d'irrigation en fonction des substrats

Consommation impossible

Consommation avant d'avoir 25% d'air

Tableau 1 : Caractéristiques d'irrigation des substrats

	Tourbe		Laine de roche		Coco		Sol <sup>1</sup>		
	peu aéré	aéré	75%	65%	Aéré	Humide	Sable	Loam sableux	Argile argileux
Volume/m2 ( litre )	20	20	9	9	13	15,6	60	70	80
% air à saturation	15%	25%	20%	30%	30%	25%	25%	24%	9%
Déficit d'air à saturation (%)	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	14%
Volume d'air à rétablir (ml)	2000						0	700	11200
Eau ( RFU ) (%) (RU Sol)	35	25	35	30	27	33	4	10	13
RFU ( mL )	7000	5000	3150	2700	3510	5148	2400	7000	10400
Intervalle végétatif (ml/m2) (5%RFU)	350	250	157,5	135	175,5	257,4	240	700	1040
Intervalle reproductif (ml/m2) (10% RFU)	700	500	315	270	351	514,8	480	1400	2080
Débit au goutteur ( L/hr )	6	4	4	2	3	4			
Débit de pointe ( L/hr/m2 ) <sup>2</sup>	15	10	10	5	7,5	10			
Durée minimale irrigation (min)	2	2	2	2	2	2	4	4	4
PPIU (ml/m2) <sup>2</sup>	500	333	333	167	250	333			
Ass. de nuit végét (mL/m2) (7%)	1400	1400	630	630	910	1092	630	2000	?
Ass. de nuit reprod (mL/m2) (12%)	2400	2400	1080	1080	1560	1872	1080	4000	?

1- Intervalle d'irrigation du double des substrats hydroponiques dû à l'absence du risque salin

2- Estimé sur 2.5 goutteurs/m2

Objectif habituel

# 6- Stratégie d'irrigation en fonction des substrats

## Gestion des volumes d'arrosage en hydroponie

### ► 1- Entrez les paramètres de base

Validation terrain

Paramètres de base	
Consommation/joule (ml/joule)	2
Lessivage	30%
Remise sous tension (mL/m <sup>2</sup> )	1225
Intervalle Pointe (ml/m <sup>2</sup> )	289
Intervalle de pointe (joules/cm <sup>2</sup> )	144,5

289 ml/2 ml/joule

Objectif du producteur

Tableau 4 : Caractéristiques d'irrigation des substrats

par m <sup>2</sup>				
	Unités	Coco	Tourbe	Laine de roche
		Natural	aéré	75%
Volume	litre/m <sup>2</sup>	17,5	20	9
% air	%	22%	25%	20%
Eau ( RFU ) (%)	%	33	33	66
RFU	ml	5 775	6 600	5 940
Intervalle végétatif (5%RFU)	ml	289	330	297
Intervalle reproductif (10%RFU)	ml	578	660	594
Débit au goutteur	l/hr	4	6	2
Assèchement. de nuit végét (7% vol.tot)	ml	1 225	1 400	630
Assèchement de nuit reprod (12%)	ml	2 100	2 400	1 080

Source : Climax Conseils

# 6- Stratégie d'irrigation en fonction des substrats

## Gestion des volumes d'arrosage en hydroponie

- ▶ 2- Établir la consommation en eau de la culture par période en fonction de votre analyse graphique :
  - ▶ Joules/m<sup>2</sup>/période X ml/m<sup>2</sup>/joule ;
  - ▶ Ajoutez le lessivage pour la période de pointe.

Période	Lumière	Consommation	Lessivage	Total
	(Joules)	(mL/m <sup>2</sup> )	(mL/m <sup>2</sup> )	(mL/m <sup>2</sup> )
Total journalier	2875	5750		5750
Remise sous tension		1225		1225
Humectation	326	652		652
Pointe	1584	3168	2464,28571	5632,28571
Fin pointe à Fin arrosage	800	1600		1600
Assèchement de nuit	150	300		300
Nuit		0		0
Mise sous tension	150	300		300
Total	3010	6020		

# 6- Stratégie d'irrigation en fonction des substrats

## Gestion des volumes d'arrosage en hydroponie

- ▶ 3- Déterminez les volumes d'apports par période :
  - ▶ 1- Gérez l'assèchement de nuit : Consommation totale entre la fin de la période de pointe et l'humectation - remise sous tension.

Période	Total (mL/m <sup>2</sup> )	Apport en eau								
		A	B	C	D	E	F	G	Total	
Total journalier	5750									0
Remise sous tension	1225									1877
Humectation	652	1225	652							5632,28571
Pointe	5632,28571			5632,28571						975
Fin pointe à Fin arrosage	1600				-1225	1600	300	0	300	0
Assèchement de nuit	300									0
Nuit	0							0		0
Mise sous tension	300									0
Total										8484,28571
									Lessivage	2464,28571
									Consommation	6020

# 6- Stratégie d'irrigation en fonction des substrats

## Gestion des volumes d'arrosage en hydroponie

- ▶ 3- Déterminez les volumes d'apports par période :
  - ▶ Gérer l'humectation :
    - ▶ Volume consommé pendant l'humectation ;
    - ▶ + Remise sous tension (nous avons séché, il faut maintenant humecter).

Période	Total	Apport en eau							
	(mL/m <sup>2</sup> )	A	B	C	D	E	F	G	Total
Total journalier	5750								
Remise sous tension	1225	A							0
Humectation	652	B	1225	652					1877
Pointe	5632,28571	C		5632,28571					5632,28571
Fin pointe à Fin arrosage	1600	D	-1225		1600	300	0	300	975
Assèchement de nuit	300	E							0
Nuit	0	F					0		0
Mise sous tension	300	G							0
Total									8484,28571
								Lessivage	2464,28571
								Consommation	6020

Source : Climax Conseils

# 6- Stratégie d'irrigation en fonction des substrats

## Gestion des volumes d'arrosage en hydroponie

- ▶ 3- Déterminez les volumes d'apports :
  - ▶ Gérer la période de pointe :
    - ▶ Fournir la consommation + lessivage.

Période	Total	Apport en eau							
	(mL/m2)	A	B	C	D	E	F	G	Total
Total journalier	5750								
Remise sous tension	1225	A							0
Humectation	652	B	1225	652					1877
Pointe	5632,28571	C		5632,28571					5632,28571
Fin pointe à Fin arrosage	1600	D	-1225		1600	300	0	300	975
Assèchement de nuit	300	E							0
Nuit	0	F					0		0
Mise sous tension	300	G							0
Total									8484,28571
								Lessivage	2464,28571
								Consommation	6020

Vérifiez que ça balance

# 6- Stratégie d'irrigation en fonction des substrats

## Gestion des volumes d'arrosage en hydroponie

- ▶ 4- Déterminez les intervalles et les volumes par arrosage :
  - ▶ Humectation :
    - ▶ 3 arrosages en 2 h = 60 minutes d'intervalle ;
    - ▶ Répartition égale des volumes par arrosage.

Période	Lumière	Consommation		Apport en eau	Intervalle		Nb d'arrosage	Vol/arrosage (mL/m2)
	(Joules)	(mL/m2)			Minutes	Joules		
Total journalier	2875	5750		Total				
Remise sous tension		1225	A	0				
Humectation	326	652	B	1877	60	3	625,666667	
Pointe	1584	3168	C	5632,28571		144,5	10,96	513,803842
Fin pointe à Fin arrosage	800	1600	D	975		237,128205	3,373702422	289
Assèchement de nuit	150	300	E	0				
Nuit		0	F	0				
Mise sous tension	150	300	G	0				
Total	3010	6020		8484,28571				
				2464,28571				

# 6- Stratégie d'irrigation en fonction des substrats

## Gestion des volumes d'arrosage en hydroponie

### ► 4- Déterminez les intervalles et les volumes par arrosage :

#### ► Pointe :

► Indiquez votre intervalle de pointe (joules/cm<sup>2</sup>).

Paramètres de base	
Consommation/joule (ml/joule)	2
Lessivage	30%
Remise sous tension (mL/m <sup>2</sup> )	1225
Intervalle Pointe (ml/m <sup>2</sup> )	289
Intervalle de pointe (joules/cm <sup>2</sup> )	144,5

Période	Lumière	Consommation		Apport en eau	Intervalle		Nb d'arrosage	Vol/arrosage (mL/m <sup>2</sup> )
	(Joules)	(mL/m <sup>2</sup> )			Minutes	Joules		
Total journalier	2875	5750		Total				
Remise sous tension		1225	A	0				
Humectation	326	652	B	1877	60		3	625,666667
Pointe	1584	3168	C	5632,28571		144,5	10,96	513,803842
Fin pointe à Fin arrosage	800	1600	D	975		237,128205	3,373702422	289
Assèchement de nuit	150	300	E	0				
Nuit		0	F	0				
Mise sous tension	150	300	G	0				
Total	3010	6020		8484,28571				
				2464,28571				

Source : Climax Conseils



# 6- Stratégie d'irrigation en fonction des substrats

## Gestion des volumes d'arrosage en hydroponie

### ► 4- Déterminez les intervalles et les volumes par arrosage :

#### ► Pointe :

- Déterminez le nombre d'arrosages :  $\text{joules totaux} / \text{intervalle de pointe} = 1\,584 / 144,5 = 10,96$  ;
- Déterminez votre volume d'arrosage par irrigation :  $5\,632 / 10,96 = 513,8 \text{ ml.}$

Période	Lumière	Consommation		Apport en eau	Intervalle		Nb d'arrosage	Vol/arrosage (mL/m2)
	(Joules)	(mL/m2)			Minutes	Joules		
Total journalier	2875	5750		Total				
Remise sous tension		1225	A	0				
Humectation	326	652	B	1877	60		3	625,666667
Pointe	1584	3168	C	5632,28571		144,5	10,96	513,803842
Fin pointe à Fin arrosage	800	1600	D	975		237,128205	3,373702422	289
Assèchement de nuit	150	300	E	0				
Nuit		0	F	0				
Mise sous tension	150	300	G	0				
Total	3010	6020		8484,28571				
				2464,28571				

# 6- Stratégie d'irrigation en fonction des substrats

## Gestion des volumes d'arrosage en hydroponie

- ▶ 4- Déterminez les intervalles et les volumes par arrosage :
  - ▶ Fin pointe à fin arrosage :
    - ▶ Déterminez votre intervalle en joules en visant un assèchement régulier; on allonge l'intervalle :
      - ▶ Consommation de la période/apport de la période X intervalle pointe ;
      - =  $1\ 600/975 \times 144,5 = 237,1$  joules.

Période	Lumière	Consommation		Apport en eau	Intervalle		Nb d'arrosage	Vol/arrosage (mL/m2)
	(Joules)	(mL/m2)			Minutes	Joules		
Total journalier	2875	5750		Total				
Remise sous tension		1225	A	0				
Humectation	326	652	B	1877	60		3	625,666667
Pointe	1584	3168	C	5632,28571		144,5	10,96	513,803842
Fin pointe à Fin arrosage	800	1600	D	975		237,128205	3,373702422	289
Assèchement de nuit	150	300	E	0				
Nuit		0	F	0				
Mise sous tension	150	300	G	0				
Total	3010	6020		8484,28571				
				2464,28571				

# 6- Stratégie d'irrigation en fonction des substrats

## Gestion des volumes d'arrosage en hydroponie

- ▶ 4- Déterminez les intervalles et les volumes par arrosage :
  - ▶ Fin pointe à fin arrosage :
    - ▶ Déterminez vos volumes par arrosage :
      - ▶ Volume total/nombre d'arrosage = 975 ml/3,37 = 289 ml.

Période	Lumière	Consommation		Apport en eau	Intervalle		Nb d'arrosage	Vol/arrosage (mL/m2)
	(Joules)	(mL/m2)			Minutes	Joules		
Total journalier	2875	5750		Total				
Remise sous tension		1225	A	0				
Humectation	326	652	B	1877	60		3	625,666667
Pointe	1584	3168	C	5632,28571		144,5	10,96	513,803842
Fin pointe à Fin arrosage	800	1600	D	975		237,128205	3,373702422	289
Assèchement de nuit	150	300	E	0				
Nuit		0	F	0				
Mise sous tension	150	300	G	0				
Total	3010	6020		8484,28571				
				2464,28571				

# Que se passe-t-il si vous avez une journée nuageuse (35%)?

1- Entrez vos nouvelles données lumineuses et votre lessivage.

2- Vérifiez que vous n'obtenez pas des données négatives dans les volumes à apporter, auquel cas vous devriez emprunter des joules aux périodes précédentes

$$280 - 65/2 = 247,5.$$

Paramètres de base		Commentaire
Consommation/joule (ml/joule)	2	Validation terrain
Lessivage	10%	Objectif en fonction de la CE
Remise sous tension (mL/m <sup>2</sup> )	1225	Assèchement de nuit désiré
Intervalle Pointe (ml/m <sup>2</sup> )	289	5 à 10% RFU
Intervalle de pointe (joules/cm <sup>2</sup> )	144,5	

Période	Lumière (Joules)	Consommation (mL/m <sup>2</sup> )	Lessivage (mL/m <sup>2</sup> )	Total (mL/m <sup>2</sup> )
Total journalier	1006	2012		2012
Remise sous tension		1225		1225
Humectation	114	228		228
Pointe	554	1108	223,555556	1331,555556
Fin pointe à Fin arrosage	280	560		560
Assèchement de nuit	150	300		300
Nuit		0		0
Mise sous tension	150	300		300
Total	1248	2496		

Apport en eau							Intervalle		Nb d'arrosage	Vol/arrosage (mL/m <sup>2</sup> )
A	B	C	D	E	F	G	Total	Minutes	Joules	
							0			
1225	228						1453	60		3 484,333333
		1331,555556					1331,555556		144,5	3,83 347,310068
-1225			560	300	0	300	-65		-1244,92308	-0,224913495 289
							0			
						0	0			
						0	0			
							2719,555556			
						Lessivage	223,555556			

# 6- Stratégie d'irrigation en fonction des substrats

## Gestion des volumes d'arrosage en sol

- 1- On procède comme en hydroponique au départ.

Paramètres de base		Commentaire		
Consommation/joule (ml/joule)	2	Validation terrain		
Lessivage	5%	Objectif en fonction de la CE		
Remise sous tension (mL/m <sup>2</sup> )	2400	Tension maximale entre 4 et 6 kPa		
Intervalle Pointe (ml/m <sup>2</sup> )	1200	5 à 10% RFU		
Intervalle de pointe (joules/cm <sup>2</sup> )	600			
Période	Lumière	Consommation	Lessivage	Total
	(Joules)	(mL/m <sup>2</sup> )	(mL/m <sup>2</sup> )	(mL/m <sup>2</sup> )
Total journalier	2875	5750		5750
Remise sous tension		2400		2400
Humectation	326	652		652
Pointe	1584	3168	302,631579	3470,63158
Fin pointe à Fin arrosage	800	1600		1600
Assèchement de nuit	150	300		300
Nuit		0		0
Mise sous tension	150	300		300
Total	3010	6020		

# 6- Stratégie d'irrigation en fonction des substrats

## Gestion des volumes d'arrosage en sol

- ▶ 2- On surveille les valeurs négatives et emprunte dans les périodes précédentes (ex. : journée ensoleillée).
  - ▶ Il faut donc déduire de 200 ml la période C (pointe)

Apport en eau							Intervalle		Nb d'arrosage	Vol/arrosage
A	B	C	D	E	F	G	Total	Minutes	Joules	(mL/m2)
							0			
2400	652						3052	60		3 1017,33333
		3470,63158					3470,63158		600	2,64 1314,63317
-2400			1600	300	0	300	-200		-4800	-0,166666667 1200
							0			
					0		0			
							0			
							6322,63158			
						Lessivage	302,631579			

# 6- Stratégie d'irrigation en fonction des substrats

## Gestion des volumes d'arrosage en sol

- ▶ On surveille les valeurs négatives et emprunte dans les périodes précédentes (ex. : journée nuageuse = 35%) ;
- ▶ Il faut même emprunter retrancher complètement la période de pointe et amputer une portion de la période d'humectation pour ne donner que 2 496 ml.

Total (mL/m2)		Apport en eau							Intervalle		Nb d'arrosage	Vol/arrosage (mL/m2)	
2012		A	B	C	D	E	F	G	Total	Minutes	Joules		
2400	A								0				
228	B	2400	228						2628	60		3	876
1108	C			1108					1108		600	0,92	1200
560	D	-2400			560	300	0	300	-1240		-270,967742	-1,033333333	1200
300	E								0				
0	F						0		0				
300	G								0				
									2496				
								Lessivage	0				

## Le plus important

- ▶ **On assure l'assèchement de nuit.**

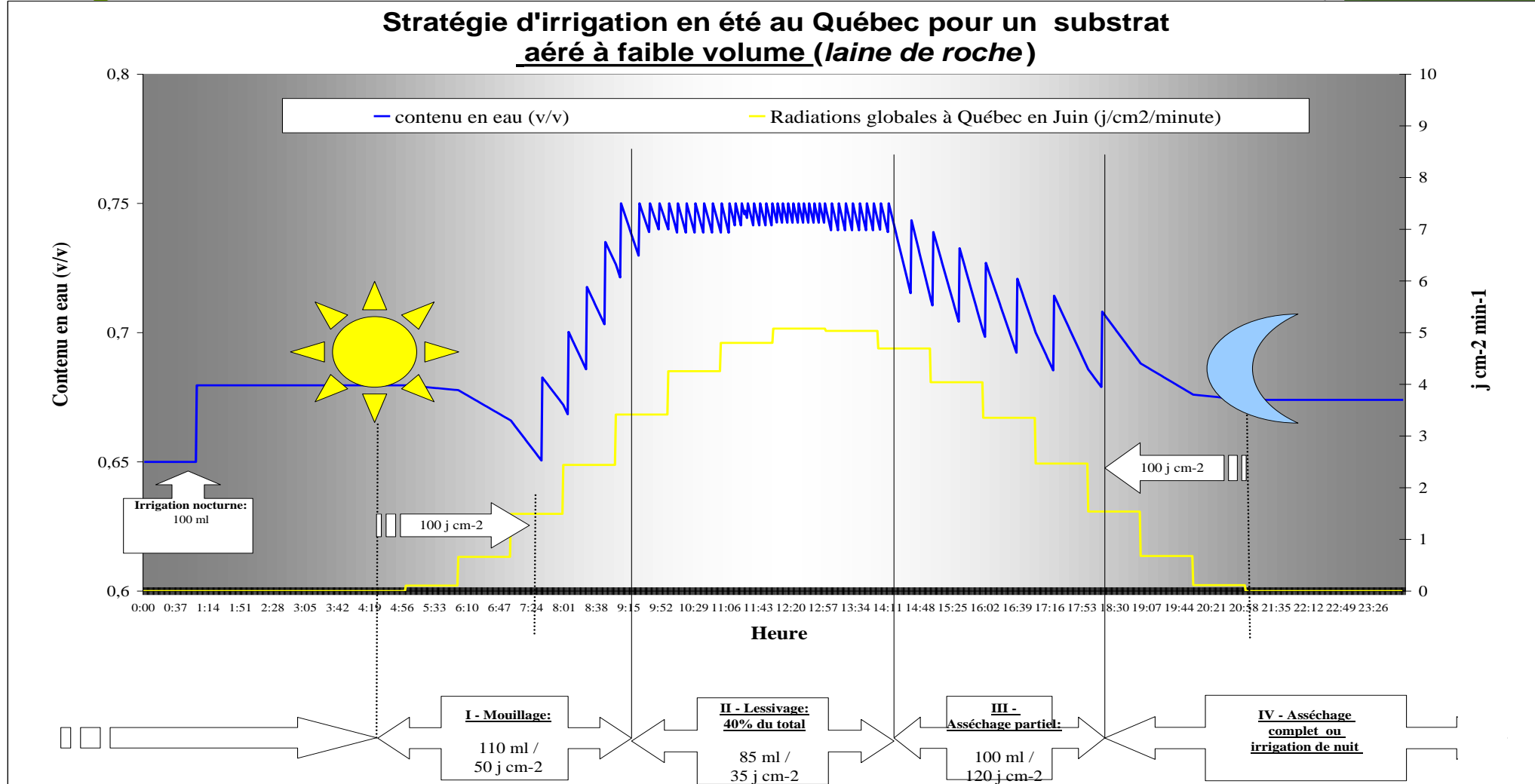


**LE MEILLEUR  
GESTIONNAIRE  
D'IRRIGATION, C'EST  
CELUI QUI SE SALIT LES  
MAINS TOUS LES  
MATINS AVANT LE  
PREMIER ARROSAGE.**



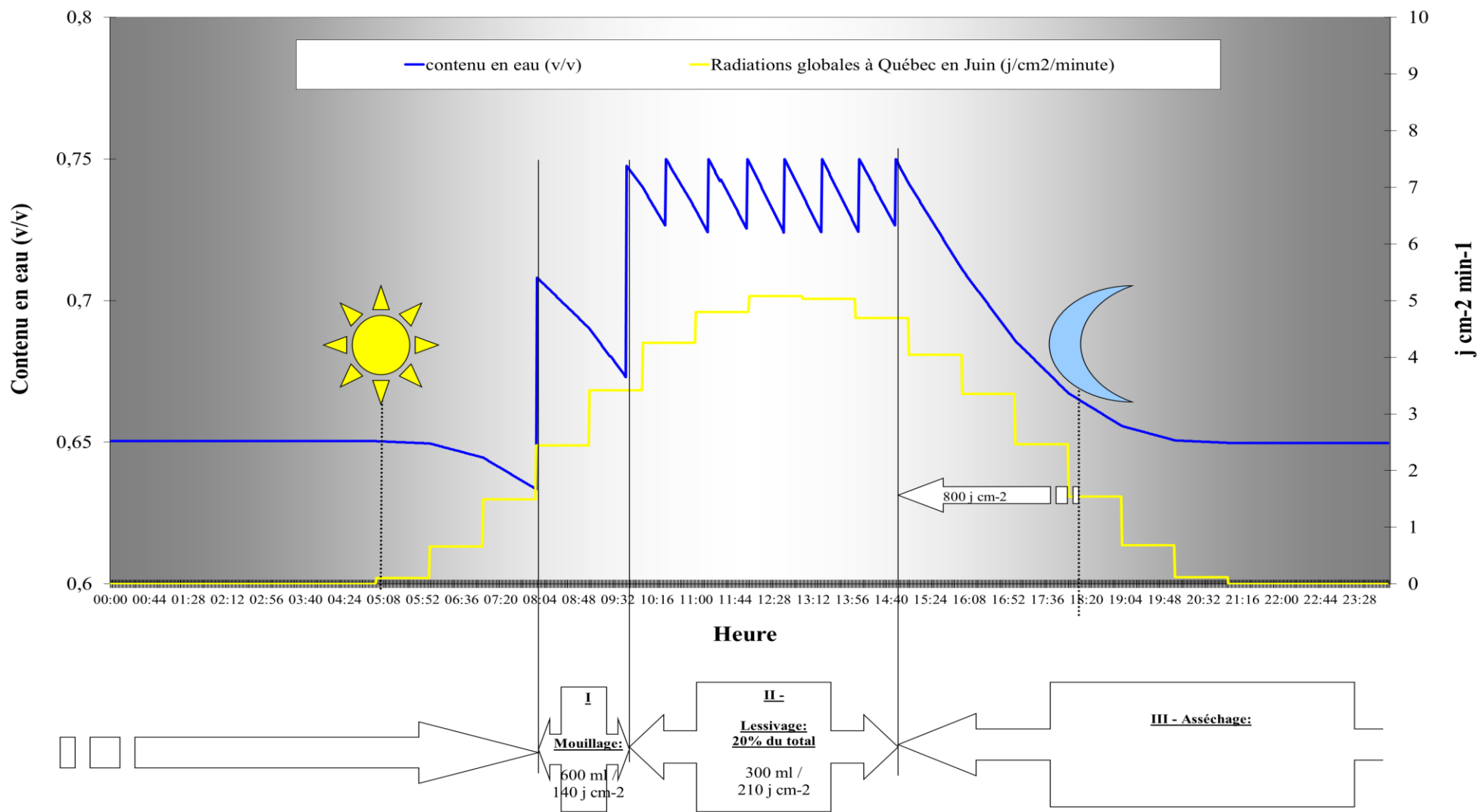
# 7- Quelques exemples de stratégie d'irrigation.

# Profil journalier : contenu en eau laine de roche



Source : Climax Conseils

## Stratégie d'irrigation en été au Québec pour un substrat peu aéré à fort volume (*Tourbe*)






# Irrigation :

En plein sol

Exemple d'une régie d'irrigation en sol sablonneux.

**Eau à donner en terme de minutes**

					
Heure	Durée	Heure	Durée	Heure	Durée
08:00	4				
08:45	4	08:45	4	08:45	4
09:30	4	09:30	4		
10:15	4	10:15	4	10:15	4
10:45	4	10:45	4		
11:15	4				
11:45	4	11:45	4	11:45	4
12:15	4	12:15	4		
12:45	4				
13:15	4	13:15	4	13:15	4
14:45	4	14:45	4		
17:30	4				
<b>Total</b>	<b>48</b>	<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>Total</b>	<b>16</b>

**Programmation**

**Combinaisons**

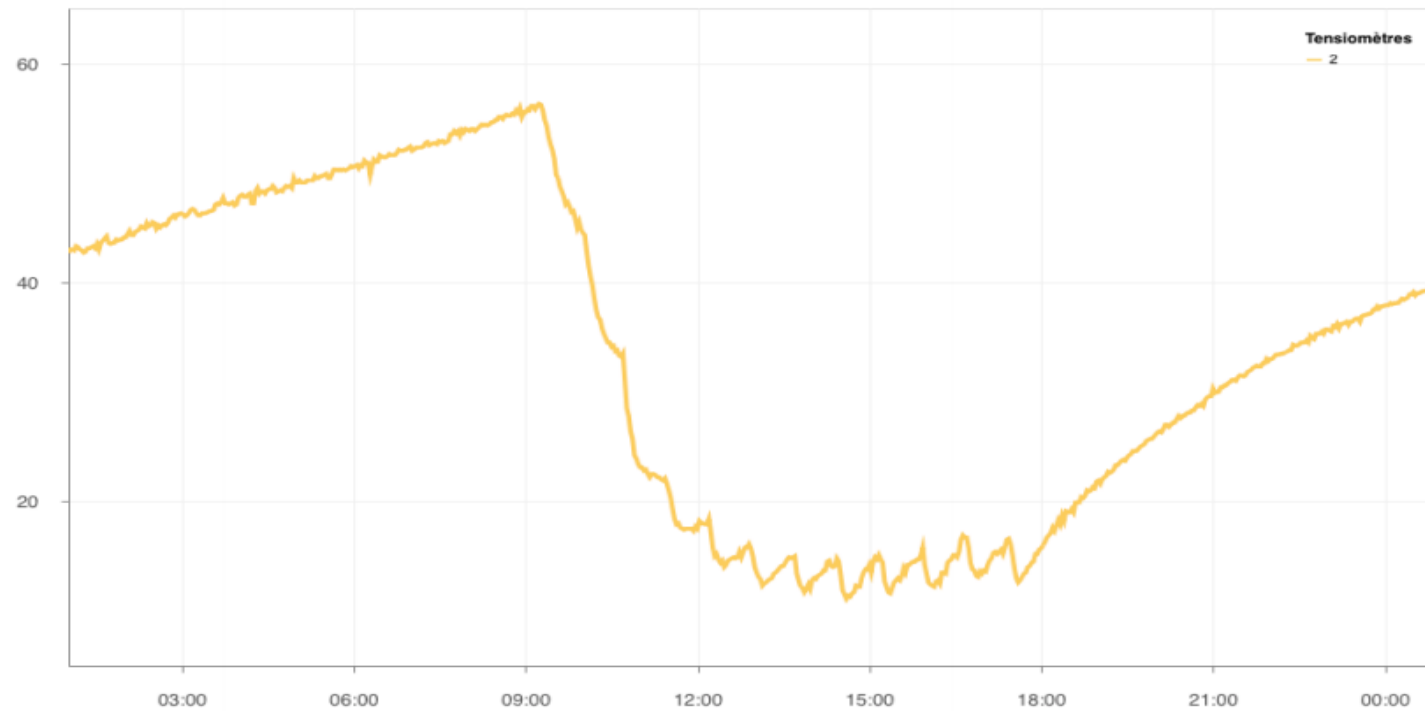
<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>A+B+C</b>	<b>B+C</b>	<b>C</b>

# Courbe de tension-Sol sableux (mb=0, 1KPa)

< 1 juillet > »

imat Humidité du sol

Évolution de l'humidité du sol ?



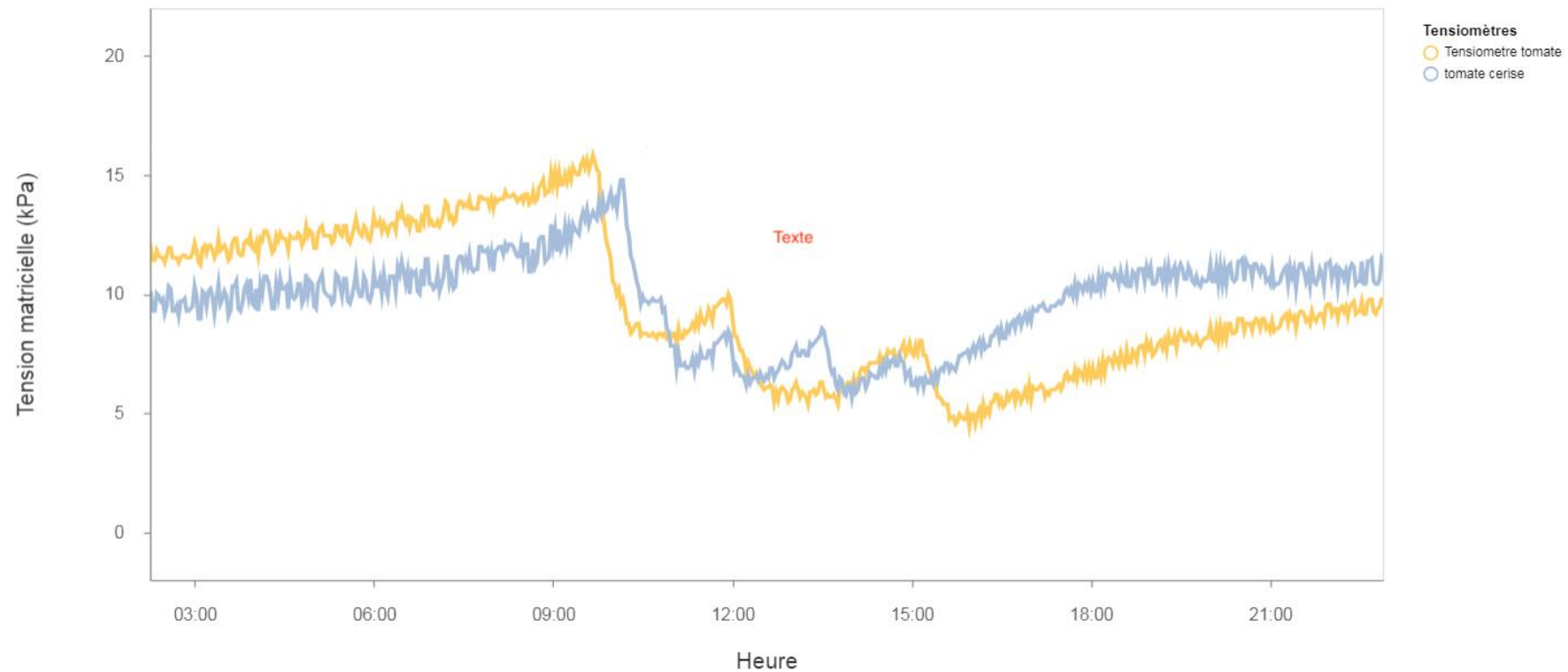
# Courbe de tension

« < 1 septembre > »

Climat Humidité du sol

Sections arosage

Évolution de l'humidité du sol



Merci



**CLIMAX**  
CONSEILS