

1 – CONTEXTE ET OBJECTIF DE L'ESSAI

Le GRAB a débuté en 2018 un nouveau programme « économie d'eau » qui sera conduit de 2018 à 2020 et dont l'objectif est d'élaborer des itinéraires techniques adaptés au changement climatique et à la disponibilité réduite des ressources en eau, et ce pour différentes cultures conduites en agriculture biologique en fruits et légumes.

En maraîchage, cette étude vise à optimiser l'irrigation par goutte à goutte, en étudiant l'incidence d'une réduction des irrigations (pilotee par tensiométrie) en production biologique de cultures d'été sous abris. Après un travail réalisé sur aubergine greffée en 2018, l'étude porte en 2019 sur une culture greffée de tomate de type Cœur de Bœuf (variété Gourmandia).

2- CONDITIONS DE CULTURE ET CALENDRIER :

- Culture biologique de tomate sous abris, plants biologiques greffés 2 têtes ;
- Variété : Cœur de Bœuf rouge Gourmandia (Clause), greffée sur Empéador/Rijk Zwaan ;
- Calendrier : plantation 28 mars 2019 ; récolte du 11 juin au 26 juillet 2019 (45 jours) ;
- Tunnel de 8 m de largeur (blanchi en juin) ; paillage plastique PE marron microperforé ;
- Dispositif : 3 rangs par tunnel, plantes à 0.30 m, 2 bras par plante soit 2.5 bras/m² ;



Irrigation goutte à goutte : Nétafim jetable, 2 rampes par rang de culture, goutteurs distants de 20 cm, débit unitaire : 1,25 l/h ; 6 rampes par tunnel, soit une pluviométrie horaire de 4.70 mm ;

Aspersion : 3 rampes /tunnel de 8 m, asperseurs distants de 3 m : pluviométrie horaire de 13 mm.

3- PROTOCOLE :

- Essai bloc à 3 répétitions de 5 plantes, soit de 10 bras ;
- **2 régimes d'irrigation** : restreinte ou confortable (pilotee tensiométrique)
 2 régimes hydriques distincts, basés sur les valeurs tensiométriques mesurées par sondes Watermark et enregistreur Monitor à la profondeur de 30 cm (*en centibars = cb*) :

Le démarrage des 2 modalités d'irrigation a débuté début juin (début récolte) :

→ **E+** : irrigation normale = situation de confort :

correspondant à des tensiométries de 20 à 40 cb à la profondeur de 30 cm.

→ **E-** : irrigation restreinte = situation de stress hydrique :

arrosages restreints, correspondant à des tensiométries de 50 à 70 cb à la profondeur de 30 cm.

Les réductions d'irrigations sont réalisées en diminuant les fréquences d'irrigations.

• Observations et mesures réalisées :

- **Observations** : vigueur, enracinement des plantes (observations en fin de culture) ;
- **Mesures agronomiques** :
 - **Qualité** : mesures de teneur en sucre (indice réfractométrique)
 - **Rendement commercial** (1^{er} et 2^{ème} choix) et poids moyen des fruits
- **Mesures liées à l'irrigation** : enregistrement par Monitor
 - **Enregistrement des quantités d'eau apportées** par goutte à goutte et aspersion
 - **Mesures tensiométriques** à 3 profondeurs (15 cm, 30 cm et 45 cm) : 2 sondes Watermark à chaque profondeur, placés sur la ligne de plantation, à 20 cm du goutte à goutte (photos ci-dessous).
 Ces mesures ne sont pas interprétables en raison d'une déficience d'un boîtier de mesure Monitor.



3-RESULTATS : A la plantation, les plants présentaient une bonne vigueur, et la reprise a été satisfaisante.



- **Vigueur des plantes** : la restriction hydrique a induit une perte de vigueur visible à partir de fin juin.
- **Enracinement** : en fin de récolte, nous avons observé le système racinaire des plantes dans les 2 modalités (photos ci-dessous) : le développement racinaire est peu développé dans les 2 modalités, avec une majorité des racines réparties sur une largeur de 40 cm et une profondeur de 30 cm.



• **Qualité des fruits** : on a réalisé en juillet, à 4 dates la mesure de l'indice réfractométrique (IR) sur 3 fruits, avec 4 mesures par fruits, soit 12 mesures par date. Les fruits étaient récoltés bien mûrs le lundi, puis placés en frigo à 12 °C pendant 2 jours puis à 12°C pendant 2 jours ; la mesure était réalisée à l'issue de ces 4 jours de conservation : le tableau ci-dessous présente les données (moyennes de 12 mesures par date) :

Aux 4 dates, le niveau de sucre est supérieur dans la modalité d'irrigation restreinte, avec une moyenne d'IR de 6.16, contre 4.74 en irrigation normale, soit 1.42 point d'écart :

Tableau 1 : valeurs moyennes d'indices réfractométriques :

Date mesure	Irrigation restreinte (E-)	Irrigation normale (E+)
5/07/19	6.01	4.82
12/07/19	5.97	4.36
19/07/19	6.18	4.84
25/07/19	6.48	4.96
Moyenne	<u>6.16</u>	<u>4.74</u>

• **Rendement** : les mesures de rendement ont été réalisées sur les 18 récoltes effectuées 2 ou 3 fois par semaine du 11 juin au 26 juillet (soit 45 jours), sur 3 parcelles de 5 plantes (soit 10 bras) par modalité :

- **A mi-récolte, le 3 juillet**, la modalité d'irrigation restreinte présente un calibre inférieur (245 g contre 272 g pour l'irrigation normale) et un rendement total un peu inférieur (4.89 kg/m² contre 5.16 kg/m² dans l'irrigation normale), mais le pourcentage de 1^{er} choix étant supérieur (90% contre 79 % dans l'irrigation normale), le rendement 1^{er} choix est supérieur en irrigation restreinte (4.41 kg/m² contre 4.06 kg/m² dans l'irrigation normale).

- **En fin de récolte**, la modalité d'irrigation restreinte présente un rendement inférieur, pour le rendement total comme pour le 1^{er} choix, notamment en raison d'un calibre inférieur (258 g contre 275 g pour l'irrigation normale) : ainsi, pour le 1^{er} choix, la différence de rendement est de 0.8 kg/m²(soit 13%), avec 6.54 kg/m² dans l'irrigation normale contre 5.73 kg/m² pour la modalité restreinte. En revanche, le taux de 1^{er} choix est supérieur (92% contre 85 % dans le témoin). Les fruits déclassés sont surtout des fruits fendus, plus nombreux dans l'irrigation normale.

Tableau 2 : résultats agronomiques (précoce et final) :

rendement	Rendement <u>précoce</u> (à mi-récolte, le 3/07/19)		Rendement <u>final</u> (le 26/07/19)	
	<i>Irrigation restreinte (E-)</i>	Irrigation normale (E+)	<i>Irrigation restreinte (E-)</i>	Irrigation normale (E+)
Rendement total en kg/m ²	4.89	<u>5.16</u>	6.21	<u>7.66</u>
Rendement 1^{er} choix en kg/m ²	<u>4.41</u>	4.06	5.73	<u>6.54</u>
Pourcentage 1 ^{er} choix	<u>90%</u>	79%	<u>92%</u>	85%
Poids moyen (1^{er} choix)	245 g	272 g	258 g	<u>275 g</u>

• **Enregistrement des quantités d'eau par goutte à goutte et aspersion (tableau 3 page suivante)**

- **Apports d'eau par goutte à goutte (pluviométrie horaire : 4.70 mm)**

Les apports d'eau par goutte à goutte ont été assez faibles (**36 mm cumulés**) et identiques dans les 2 zones jusqu'au **2 juin, date de mise en œuvre de la restriction hydrique**. Ils ont été complétés par des aspersion très fréquentes à cette période (**143 mm cumulés**).

• **Au 2 juin**, à la maturation du 1^{er} bouquet (début de récolte le 7 juin), on a commencé la conduite différenciée des irrigations par goutte à goutte en réduisant la fréquence des irrigations en zone **E-** par rapport à la zone **E+**, en réalisant un pilotage selon la tension du sol à 30 cm : 20 à 40 cb pour **E+** et 50 à 70 cb pour **E-**.

• **Le 26 juillet**, en fin de récolte de l'essai, l'apport cumulé depuis le **2 juin** (soit 54 jours) est de :

- **55 mm, soit 1.mm/jour en zone **E+****
- **contre 34 mm, soit 0.6 mm/jour en zone **E-**, soit une restriction de 38% sur cette période.**

Sur l'ensemble de la culture, on a apporté 91 mm en zone **E+ contre 70 mm en zone **E-**, soit une restriction hydrique de 24 % des apports totaux par goutte à goutte.**

-**Apports d'eau par aspersion (pluviométrie horaire de l'aspersion : 13 mm) :**

Des aspersion ont été régulièrement réalisées (en fin de matinée), afin d'augmenter l'hygrométrie et réduire les températures ambiantes, notamment lors de la période de canicule de fin juin. Elles ont été similaires dans les 2 zones : 39 aspersion de 25 à 60 mn ont été réalisées, d'une durée totale de **1561 mn, soit 338 mm**.

La pratique des aspersion est essentielle pour la conduite de la culture et constitue un apport d'eau complémentaire à l'irrigation au goutte à goutte, similaire dans les 2 modalités **E+** et **E-**. L'eau apportée sur le paillage (micro-perforé) est partiellement infiltrée, et l'eau apportée dans les allées est évaporée ou infiltrée dans le sol : il est difficile d'évaluer la part réellement utilisée par les plantes de cette eau apportée par aspersion.

Tableau 3 : apports d'eau (goutte à goutte et aspersion) :

Goutte à goutte : pluviométrie horaire : 4.70 mm - aspersion : pluviométrie horaire = 13 mm

date	stade	Goutte à goutte		aspersion	Aspersion + g à g	
28/03	plantation					
2/06	Maturation 1 ^{er} bouquet	Cumul <u>goutte à goutte</u> = 36 mm Démarrage restriction hydrique		Cumul 143 mm	Cumul 180 mm	
Du 2/06 au 26/07	Pleine récolte du 7/06 au 26/07	<u>E+</u> Cumul <u>goutte à goutte</u> = 55 mm	<u>E-</u> Cumul <u>goutte à goutte</u> = 34 mm soit restriction de 38%	Cumul 195 mm	<u>E+</u>	<u>E-</u>
		Cumul 91 mm	Cumul 70 mm soit 24% réduction		Cumul 338 mm	Cumul 429 mm

- **Efficiences de l'eau :** (tableau 4)

On a calculé l'efficacité de l'eau apportée, en mesurant le ratio des volumes d'eau apportées (en litres) par kg de fruits (1^{er} choix). Pour les apports d'eau par goutte à goutte, la modalité E- est plus « efficace » avec 12.2 litres d'eau par kg de tomate, contre 13.9 litres/kg pour la modalité E+.

Avec l'aspersion qui augmente très fortement les apports d'eau et qui « nivelle » donc les quantités totales apportées, les valeurs d'efficacité de l'eau sont respectivement de 65 litres/kg (E-) et 71 litres/kg (E+) de tomate produite en 1^{er} choix.

Tableau 7 : efficacité de l'eau :

Modalité	Rendement 1 ^{er} choix (Kg/m ²)	<u>Goutte à goutte</u> : apport en mm = litres/m ²	<u>Goutte à goutte</u> : Litres d'eau par kg de tomate en 1 ^{er} choix	<u>Aspersion (338 mm) + goutte à goutte</u> : efficacité de l'eau en litres par kg de tomate en 1 ^{er} choix
E+	6.54	91	13,9 l/kg	Apport total 338 + 91 = 429 l/m ² soit <u>65 litres/kg</u> en 1 ^{er} choix
E-	5.73	70	<u>12.2 l/kg</u>	Apport total 338 + 70 = 408 l/m ² soit <u>71 litres/kg</u> en 1 ^{er} choix

Conclusion :

Dans cet essai, la restriction hydrique (par goutte à goutte) a induit :

- Un rendement précoce identique au témoin mais un rendement final inférieur de 13%
- Un taux de 2^{ème} choix inférieur (moins de fentes)
- Un calibre inférieur (258 g au lieu de 274 g pour la référence)
- Un taux de sucre plus élevé, évalué par l'indice réfractométrique, supérieur aux 4 dates, et avec une moyenne d'IR de 6.16, contre 4.74 en irrigation normale, soit 1.42 point d'écart
- Une consommation d'eau inférieure de 24% pour le goutte à goutte....
- ...Mais des apports d'eau par aspersion élevés et similaires pour réguler le climat et compléter l'irrigation
- une meilleure efficacité de l'eau pour les apports par goutte à goutte.