



Melon

Evaluation de la restructuration de l'eau d'irrigation

2023

Claire GOILLON, Marie-Anne PORTELA, Hermine SARTHOU, APREL – Etienne BOURROUX, Elisa GERGAUD-SOULIER stagiaires APREL

Sylvia GASQ, Chambre d'Agriculture du Vaucluse (84) – Emilie PAGES, stagiaire CA84

Maurice et Simon LEPAGE, LM Innovation, Société AU-DELA DE L'EAU

Frédéric PUJANTE, ASA (AGRI-SERVICES-ACHATS) France

Essai réalisé dans le cadre du projet LIRRIQUE : Gestion de l'IRRIGATION associée à des stratégies bas intrants pour réduire les pollutions d'origine agricole et améliorer la QUALITÉ des productions) et rattaché à l'action 2022_11128

1 – Thème de l'essai

Irrigation fertilisante en culture de melon : évaluation de l'effet d'une technologie de structuration de l'eau

2 – But de l'essai

Etudier l'impact d'une irrigation avec de l'eau structurée (technologie LM Innovation) en comparaison avec une irrigation classique (eau de forage) afin de réduire les apports en eau et les apports nutritifs sur une culture de melon sous abri

3 – Facteurs et modalités étudiés

Deux modalités sont comparées sur une parcelle en production :

- Modalité 1 : Irrigation avec eau structurée, réduction des apports d'eau de 33%
- Modalité 2 : témoin. Irrigation avec l'eau du forage non traitée sans réduction des apports d'eau.

4 – Matériel et méthodes

4.1 Principe de l'eau structurée, système LM INNOVATION

La technologie mise en place par LM Innovation est un procédé permettant un traitement physique de l'eau par cinétique. L'eau qui passe à travers le système subit une combinaison de forces (centrifuge, lévogyre, dextrogyre, centripète) qui crée un réel vortex et une réaction de l'eau à l'information magnétique de la porcelaine. La structure de l'eau est modifiée et les molécules d'eau sont réorganisées sous forme de clusters.

L'installation est positionnée au niveau de l'arrivée d'eau du forage dans chaque tunnel d'essai (photo ci-dessous). Le modèle utilisé pour l'essai est le DN40 Atlas



4.2 Dispositif expérimental

L'essai est mis en place chez Michel et Mickael RECORDIER à Pernes Les Fontaines (84) dans un bloc de 8 tunnels (8 x 126 m) exposés Nord/Sud et identifiés de K7 à K14.

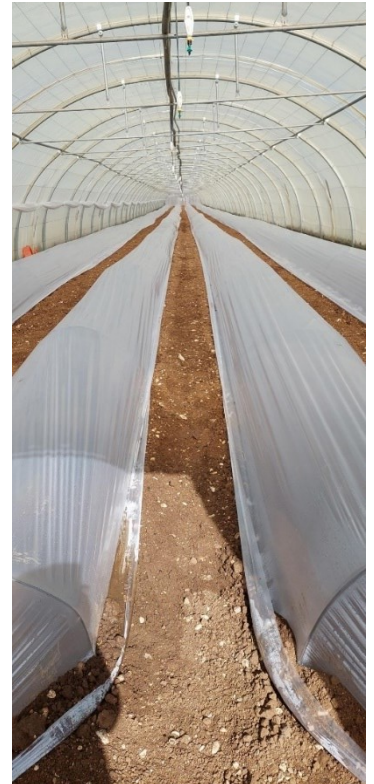
Le système d'irrigation permettant d'irriguer 4 tunnels à la fois, le bloc est séparé en deux pour positionner les 2 modalités. Les 4 premiers tunnels (4032 m²) sont équipés du système LM innovation (un appareil DN40 installé à chaque arrivée d'eau) et les 4 suivants constituent le témoin (4032 m²)

La planification des plantations sur l'exploitation n'a pas permis de maintenir la même variété et la même date de plantation dans les 2 modalités, ce qui représente un biais d'évaluation. La variété Kodiak a été plantée dans la modalité témoin, 1 semaine avant la modalité LM innovation avec Karakal

Le dispositif de plantation est de 4 rangs de melon par tunnel avec 3 lignes de goutte à goutte par rang. De façon à réduire les apports d'eau dans la modalité LM innovation, une ligne de goutte à goutte est retirée, celle positionnée au centre de chaque rang, après le plein en eau à la plantation (8h). Cela permet d'apporter 1/3 d'eau en moins en cours de culture.

Détail des modalités :

	Modalité 1	Modalité 2
	LM Innovation	Témoin
Variété	Karakal	Kodiac
Date de plantation	6/03/23	27/02/23
Irrigation	3 lignes de GAG / rang à la plantation 2 lignes de GAG / rang en cours de culture (réduction de 33%) Réduction de moitié du temps d'aspersion Réduction des engrais organiques	3 lignes de GAG/rang



4.3 Contexte de production

Sol argileux caillouteux (30%), MO 3%, le sol est très particulier car en dessous de 50 cm, il n'y a plus que du gravier d'où la nécessité de mettre 3 lignes de goutte à goutte par rang afin de maintenir le bulbe. Les goutteurs ont un débit de 1L/h et sont positionnés tous les 30 cm le long des gaines de goutte à goutte

Chaque tunnel possède 1 ligne centrale d'aspenseurs qui est utilisée pour réaliser des bassinages en période de forte chaleur afin de gérer le climat de la serre et de réguler les populations d'acariens.

Précédent : mêche

Fumure de fond : 20T/ha de compost de déchets vert + 5T/ha fientes de volaille avant la mêche, 2 T/ha 4 -4- 4 Italpolina avant melon

Culture de melon : plants greffés sur RS841, plantés à une densité de 0.5 plants/m² et protégés par une chenille temporaire thermique. Nettoyage des pieds effectués 1 mois après plantation

Protection phytosanitaire contre l'oïdium : 4 traitements à base de soufre ont été appliqués (Thiovit jet microbilles à la dose de 4kg/ha).

Récoltes : du 30/05 au 19/06 (Modalité 1) et du 23/05 au 19/06 (Modalité 2)

4.4 Observations et mesures

Irrigation/fertilisation

- Quantification des apports d'eau et de la fertilisation effectuée par le producteur
- Suivi tensiométrique (sonde Weenat) dans un tunnel de chaque modalité. Pose le 10/03/23 de 4 tensiomètres (2 sondes à 15 cm et 2 sondes à 30 cm) par modalité
- Mesure des Nitrates (nitratetest) dans le sol et dans la plante

Production

- Observation du développement des plantes et des maladies présentes dans la parcelle de manière qualitative
- Estimation du rendement par comptage de nouaison en cours de culture sur 6m linéaires et comptage des palox de fruits récoltés dans chaque modalité
- Mesure des taux de sucre dans chaque modalité sur un échantillon de fruits











Installation racinaire

- Observation des racines en fin de culture
- Profil de sol

5 – Résultats

5.1 Observation des plantes et du système racinaire :

Sur les deux modalités les plantes sont vigoureuses, le développement végétatif est comparable, très bonne tenue de plante. La pression oïdium et acariens semble plus importante dans les tunnels témoin en fin de récolte, ce qui n'a pas de conséquence sur le rendement final.

Date	LM Innovation	Témoin
24/03		
11/05		
22/05		
19/06	Fin de culture. Bonne tenue des plantes. Quelques taches d'oïdium plus importantes sur le témoin	
	 <p data-bbox="347 1720 384 1749">Lm</p> 	 <p data-bbox="970 1720 1050 1749">Témoin</p> 

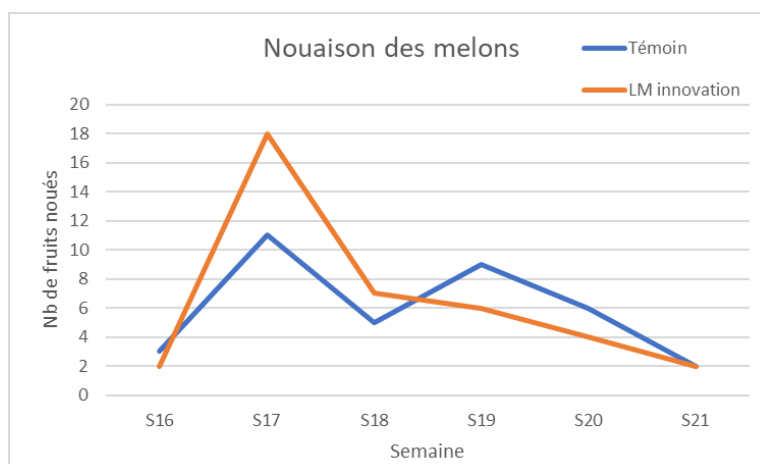


Le système racinaire est dans l'ensemble bien développé. Lors de l'arrachage, il semblerait que la modalité LM innovation présente des racines avec un meilleur ancrage, un diamètre supérieur et sont plus profondes. Le chevelu racinaire est aussi légèrement plus présent sur la modalité LM Innovation. Toutes ces observations sont cohérentes avec une conduite réduite en arrosage qui favorise l'exploration des racines dans le sol.



5.2 Comptage de nouaison

	Variété	Sem de plantation	S16	S17	S18	S19	S20	S21	Total	Nb/m linéaire
		Météo	T° basse matin, mistral et soleil	T° élevée, ciel voilé	mistral	Pluie /mistral	Pluie /mistral	Pluie /soleil		
Témoin	Kodiac	9	3	11	5	9	6	2	36	6
LM innovation	Karakal	10	2	18	7	6	4	2	39	6.5



Le comptage a été effectué sur 6 semaines marquant une nouaison très échelonnée et assez moyenne.

Malgré les opérations de taille, l'initiation des fleurs femelles est faible, les plantes sont très végétatives.

La durée de la culture est plus longue que la normale ce qui augmente le nombre d'interventions notamment les écimages et l'entretien général de la culture. On observe un manque de précocité sur ces cultures. Les plantations du 27/02 sont entrées péniblement en récolte la semaine 21 soit avec un retard estimé à 15 jours. La qualité des plants semble être la cause de ce comportement anormal sur tous les blocs et toutes les dates de plantation sur l'exploitation.

5.3 Irrigation

Le détail des relevés d'irrigation figure en annexe.

	Temps d'irrigation GAG en h	Temps d'aspersion
LM Innovation 3 lignes à la plantation puis 2 lignes en cours de culture, réduction/2 des aspersion	25 h (8h à 3 lignes de gag et 17h à 2 lignes)	3.5 h
Témoin 3 lignes par rang	28h	7h

- **Quantité d'eau apportée par modalité**

Calcul de la pluviométrie du dispositif d'irrigation :

Calcul de la **pluviométrie horaire** du système d'irrigation :

$$\text{Pluviométrie} = \frac{\text{débit (l.h}^{-1}\text{)} \times \text{nombre de lignes de gag}}{\text{maillage (m}^2\text{)}}$$

Le maillage correspond à la surface « affectée » par chaque « émetteur » (=goutteurs). Il correspond à la distance entre les goutteurs multipliée par la largeur affectée, c'est-à-dire sous influence des goutteurs :

$$\text{Maillage} = \text{distance entre les goutteurs} \times \text{largeur de la planche}$$

❖ **Calcul pour la modalité tunnel témoin :**

Pour le goutte à goutte :

- 3 lignes de goutte à goutte espacées de 40 cm ;
- 1 goutteur tous les 30 cm ;
- Planches de 1,40 m ;
- Débit 1L/heure

$$\text{Pluviométrie} = \frac{1 \times 3}{0,3 \times 1,4} = 7,1$$

Soit une pluviométrie de **7,1 mm/h**

Pour l'aspersion : la pluviométrie horaire est de **8 mm/h**.

Total des apports goutte à goutte et aspersion :

$$(7,1 \text{ mm} \times 28h) + (8 \text{ mm} \times 7h) = 254,8 \text{ mm soit } \mathbf{254,8 \text{ L/m}^2} \text{ (0,255 m}^3\text{/m}^2\text{)}$$

Cet apport est cohérent avec les références d'irrigation du melon sur le secteur de Carpentras en année moyenne selon le Référentiel des besoins en eau des productions agricoles de PACA édité par la Chambre d'agriculture régionale (2014)

❖ **Calcul pour la modalité LM Innovation :**

Pour le goutte à goutte :

- 2 lignes de goutte à goutte espacées de 40 cm ;
- 1 goutteur tous les 30 cm ;
- Planches de 1,40 m ;
- Débit 1L/heure

$$\text{Pluviométrie} = \frac{1 \times 2}{0,3 \times 1,4} = 4,76$$

Soit une pluviométrie de **4,76 mm/h**

Pour l'aspersion : la pluviométrie horaire est de **8 mm/h**.

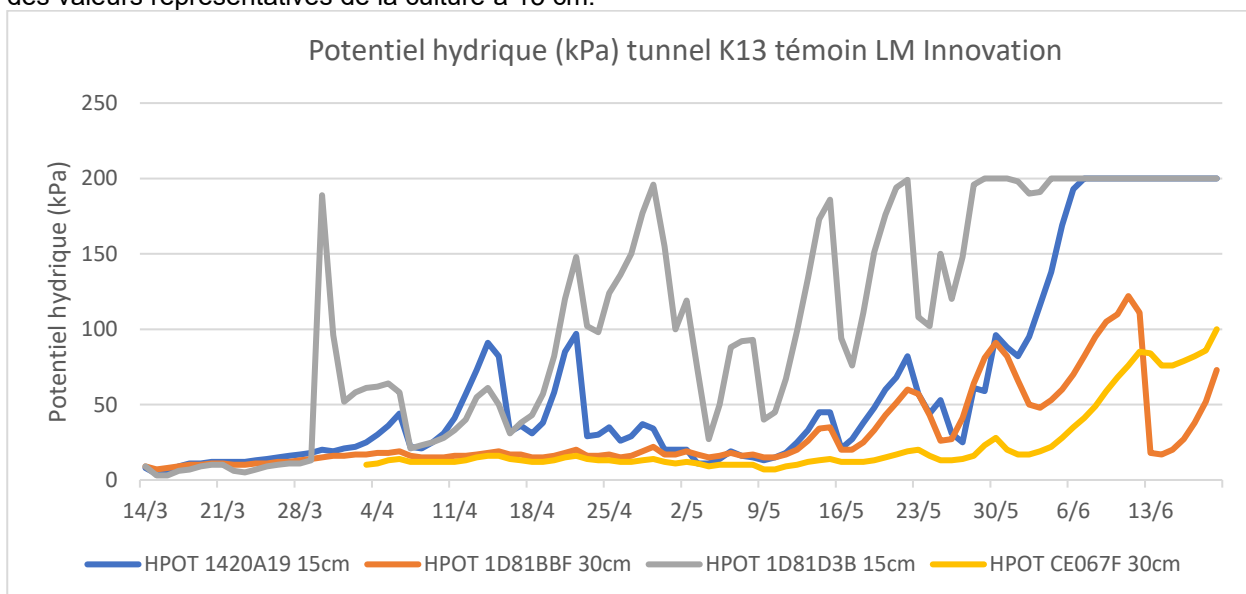
Total des apports goutte à goutte et aspersion :

$$(7,1 \text{ mm} \times 8h) + (4,76 \text{ mm} \times 17h) + (8 \text{ mm} \times 3,5h) = 165,72 \text{ mm soit } \mathbf{165,72 \text{ L/m}^2} \text{ (0,166 m}^3\text{/m}^2\text{)}$$

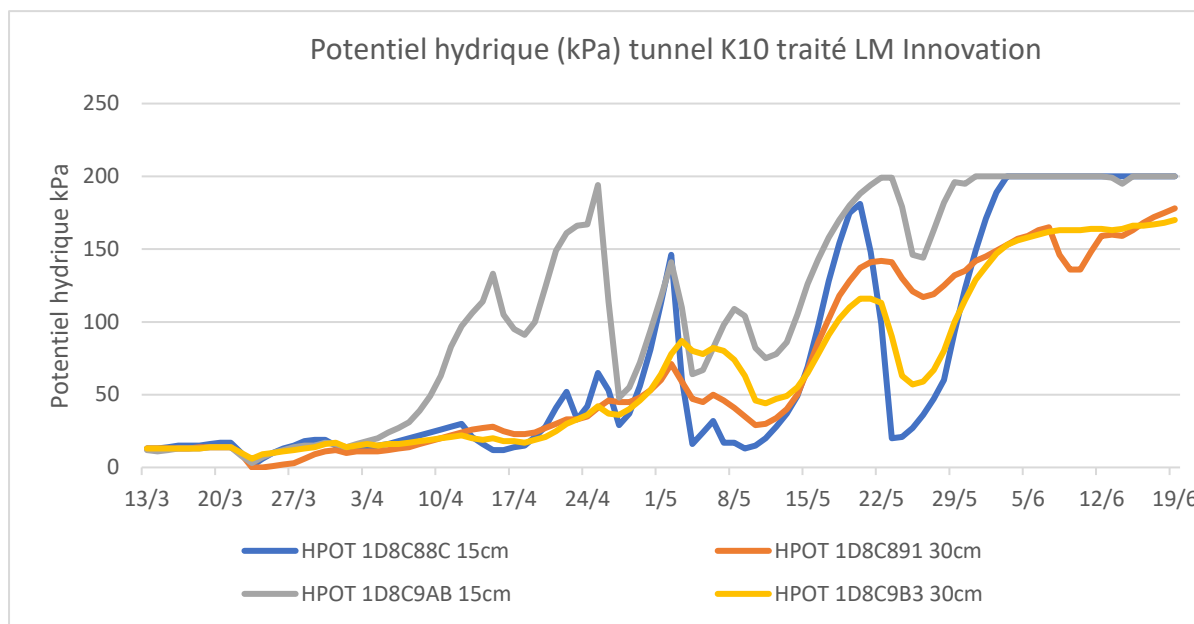
En comparaison, une économie de 89 litres (254,8 – 165,72) d'eau par m² a été réalisée dans la modalité 1 avec le système LM Innovation. Cela représente 35% d'économie.

5.4 Suivi tensiométrique :

Dans la modalité témoin, les tensiomètres situés à 30 cm sont en permanence dans une situation de confort jusqu'à début récolte (<30 kPa). A 15 cm, un des tensiomètres (courbe grise) exprime beaucoup plus le déficit hydrique, cela s'explique par le positionnement de la sonde sur le rang du bord. Seule la courbe en bleu affiche des valeurs représentatives de la culture à 15 cm.



Dans la modalité LM Innovation, les tensiomètres expriment plus la restriction hydrique : les tensiomètres à 30 cm affichent un assèchement progressif à partir du 10 avril avec des pics le 2 mai et le 19 mai. Un apport de compensation de 2h est réalisé suite à ces pics mais ne remplissent que partiellement les réserves du sol. La réduction des irrigations sur cette modalité ne permet pas de maintenir le même confort hydrique que la modalité témoin.



5.5 Suivi de la fertilisation

Le détail des apports figure en annexe. Une fertilisation organique équivalente a été apportée en fumure de fond. En culture, 2 apports ont été réalisés dans la modalité LM Innovation au lieu de 5 dans la modalité Témoin. Cela représente une économie de 1.6 unités d'azote, 9.6 unités de Phosphore et 4 unités de potasse.

Dans le sol, des nitrates sont réalisés sur 3 dates de la plantation à la récolte dans les lignes de culture. Une analyse complémentaire est réalisée après arrachage de la culture de melon, travail du sol et avant plantation de mâche en septembre.

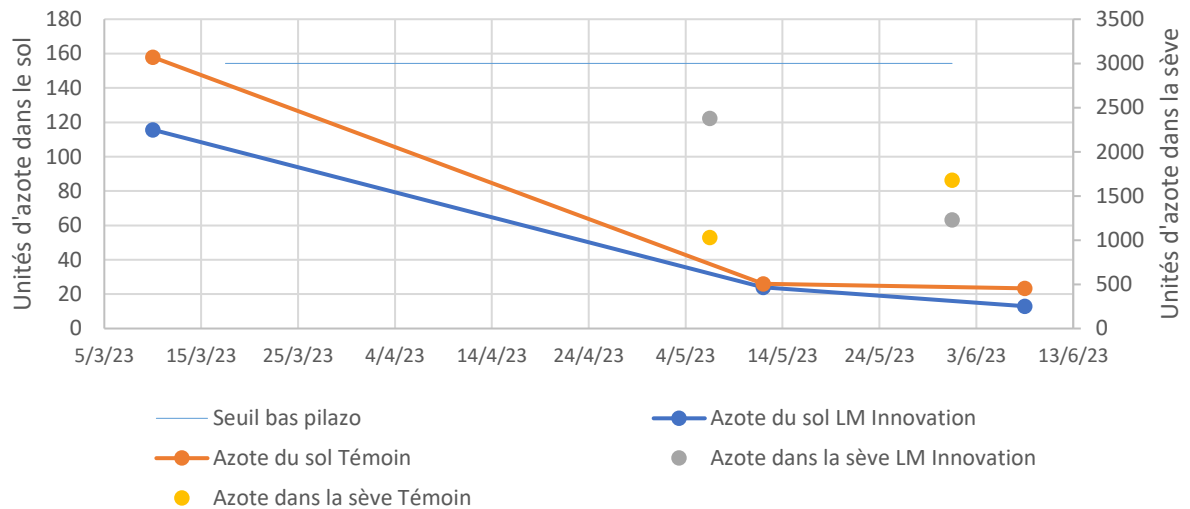
Date	Stade	Azote du sol (kg/ha) LM Innovation	Azote du sol (kg/ha) Témoin
10/03/2023	Après plantation	116 kg/ha	158 kg/ha
12/05/2023	Avant récolte	24 kg/ha	26 kg/ha
08/06/2023	Début récolte	13 kg/ha	23 kg/ha
08/09/2023	Avant plantation de mâche	164 kg/ha	92 kg/ha

Malgré un écart d'environ 40 unités en début de culture, les valeurs sont très proches dans les deux modalités. On note une différence plus marquée sur les analyses réalisées après destruction de la culture et homogénéisation du sol.

Dans la plante, l'analyse de sève permet de définir les teneurs en NO_3^- et les comparer avec le référentiel PILazo. Cette analyse a été réalisée un peu tardivement le 12/05 juste avant récolte à un stade où les teneurs en NO_3^- sont moins représentatives du statut azoté de la culture qu'en période de nouaison. Les deux résultats révèlent des teneurs inférieures au seuil bas de la grille PILazo (3000 mg/L) situant la culture en stress azoté. La modalité LM Innovation présente la valeur la plus élevée malgré une teneur en NO_3^- dans le sol moins importante.

Date	Stade	Azote dans la sève LM Innovation	Azote dans la sève Témoin	Confort PILAZO
12/05/2023	Avant récolte	2380 mg/L	1030 mg/L	3500 – 4000 mg/L
08/06/2023	Début récolte	1230 mg/L	1680 mg/L	

Mesures des Nitrates dans le sol et dans les plantes



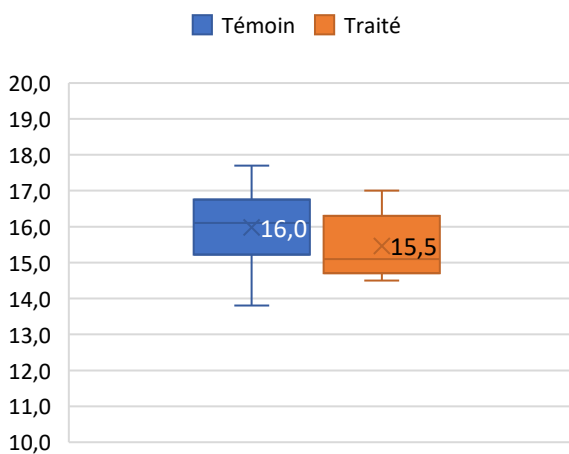
5-6 Résultats quantitatifs

	LM Innovation	Témoin
Variété	Karakal	Kodiac
Récolte	Du 30/05 au 19/06	Du 23/05 au 19/06
Quantité récoltée	41 palox	37 palox
Poids Brut Kg	8179	7914
Poids kg/m ²	2.03 kg /m ²	1.96 kg/m ²

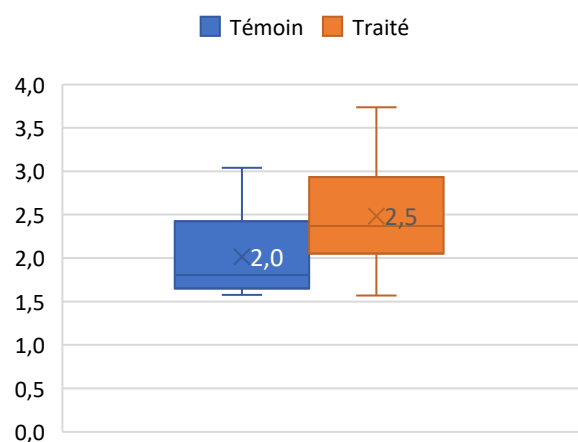
Les rendements bruts sont comparables entre les deux modalités ; la restriction en eau n'a pas pénalisé le rendement.

5-6 Résultats qualitatifs

°Brix



Indice de fermeté



Il n'y a pas de différences significatives concernant les taux de sucre et la fermeté des fruits. Ces facteurs sont par ailleurs majoritairement déterminés par la variété.

6 – Conclusion

Cet essai nous apporte quelques observations intéressantes sur la culture de melon sous abri conduite avec l'utilisation d'eau restructurée par le système LM Innovation :

- Après un plein en eau du sol, la culture n'a pas été pénalisée par une réduction en eau de 35% associée à l'eau restructurée. L'économie d'eau réalisée est estimée à 89 L/m² soit 890 m³.
- On constate également une présence moins importante d'oïdium et d'acariens sur la modalité LM Innovation/Karakal
- Le suivi des nitrates dans le sol ne montre pas de différence entre les modalités pendant la culture mais après retournement du sol, les quantités de nitrates sont un peu plus élevées dans la modalité irriguée avec l'eau restructurée.
- Selon les observations du producteur, les asperseurs dans la modalité eau restructurée étaient plus propres (indemnes de dépôts de calcaire) que dans la modalité témoin

Néanmoins, le dispositif de cet essai présente des limites liées aux contraintes de mise en place chez un producteur qui ne permettent pas de conclure sur l'effet de la structuration de l'eau :

- La variété est différente dans les 2 modalités. Or le développement végétatif, le rendement, la qualité interne des fruits et la sensibilité aux maladies sont fortement dépendantes du facteur variété. Il n'est donc pas possible de distinguer le facteur traitement de l'eau dans les résultats obtenus.
- La date de plantation est différente entre les 2 modalités. Une semaine de décalage sur des plantations précoces de melon est un facteur non négligeable pour le comportement des cultures et en particulier la nouaison.
- Pour attribuer les résultats d'économie d'eau au traitement de l'eau seul, une modalité « eau de forage + réduction de 33% des apports » aurait été nécessaire. En effet, il est souvent observé que le pilotage de l'irrigation (à l'aide des sondes tensiométriques ou capacitatives) sur une exploitation permet de réaliser des économies d'eau tout en assurant la même qualité de production. Sans pilotage, la pratique des producteurs est la plupart du temps une pratique de confort hydrique.
- De la même façon pour les engrais organiques, une modalité « eau de forage + réduction d'engrais » aurait permis d'isoler l'effet du traitement de l'eau.

D'autres essais sont donc nécessaires pour évaluer plus précisément les différents effets de l'eau restructurée sur les cultures maraîchères.

Renseignements complémentaires auprès de :
Claire GOILLON, APREL, 13210 Saint-Rémy-de-Provence, tel 04 90 92 39 47, expe@aprel.fr

Action A746

Réalisé avec le soutien financier de :



ANNEXES

Relevés d'irrigation

Date	Temps d'irrigation en h	
Modalités	Modalité 1 LM Innovation Les 3 lignes à la plantation puis 2 lignes en cours de culture	Modalité 2 Témoin 3 lignes de goutte à goutte par rang
Plantation S9		8
Plantation S10	8	
S12 Début des irrigations		1
S13		1
S14		1
S15	1	1
S16 Début nouaison Aspersion (10 mm/h)	0.5 aspersion	1 aspersion 1
S17	0.5 aspersion 2 (rattrapage décidé suite aux relevés tensiométriques)	1 aspersion 1
S18	0.5 aspersion 2 X 1	1 aspersion 2X1
S19 Stade grossissement 2 arrosages par semaine	2 X 0.5 aspersion 2 X 1	2X1h aspersion 2X1
S20 stade grossissement	2 X 0.5 aspersion 2 X 1	2X1h aspersion 2 X 1
S21 récolte	2 X 1	2 X 1
S22 récolte	2 x 1	2 X 1
S23 récolte	2 x 1	2 X 1
S24 récolte	2 x 1	2 X 1
S25 fin récolte	0	0
Total	3h50 aspersion 25 h irrigation (8h à 3 lignes de gag et 17h à 2 lignes)	7h d'aspersion 28h irrigation

Stades culturaux et apports de fertilisants organiques

Date	Stade	Apports	Modalité 1 LM InnovationKarakal	Modalité 2 Témoin Kodiac
		Fumure de fond : 2T/ha de 4-4-4 80 Unités d'N organique	X	X
S 9	Plantation 27/02			X
S10	Plantation 06/03		X	
S13		Orgaseve starter 2-20-2 (20 kg/ha)		X
S15		Orgaseve starter 2-20-2 (20 kg/ha)		X
S16	Début nouaison	Orgaseve équilibre 4-8-16 (20 kg/ha)		X
S17	Nouaison	Orgaseve équilibre 4-8-16 (20 kg/ha)	X	X
S18	Nouaison Stade grossissement	Ogaseve équilibre 4-8-16 (20 kg/ha)	X	X
S19	Nouaison Stade grossissement			X
S20	stade grossissement		X	
S21	Récolte 23/05			X
S22	Récolte 30/05		X	X
S23	Récolte		X	X
S24	Récolte		X	X
S25	Récolte fin 19/06		X	X
	TOTAL engrais		1.6N – 3.2P – 6.4K	3.2 N - 12.8 P – 10.4 K