



Couverts végétaux

Evaluation des effets de couverts d'inter-rangs

2025

Claire GOILLON, Louane CARRUOLO APREL

Loïc BASNONVILLE, CETA du Soleil - Helen LARGUIER, CETA d'Eyguières

Essai rattaché au projet MACMA : Multiperformance Agroécologique des couverts végétaux dans les systèmes maraîchers sous abri

Action A933-A934



Réalisé avec le soutien financier de :



Résumé

Augmenter la diversité et la proportion des couverts végétaux dans les cultures maraîchères est l'objectif du projet MACMA pour améliorer la durabilité des systèmes.

Au-delà des couverts d'intercultures pratiqués, l'installation de couverts entre les rangs de cultures est un des axes de travail de ce projet. Plusieurs espèces, variétés et doses ont été évaluées en 2023 et 2024 et ont permis de retenir le Trèfle de Perse et un mélange de Ray-gras anglais + Fétuque élevée gazonnante. Ces couverts doivent répondre à une installation rapide, un port de plante assez court, une tolérance au chaud et au sec et à une absence de compétition avec les cultures.

En 2025, deux exploitations du collectif ont développé cette technique en tomate, aubergine et poivron. Un essai comparatif a été conduit sur aubergine pour évaluer les effets de ces couverts sur le sol, le climat et la culture mais donnent pour l'instant peu de résultats. Les couverts d'inter-rangs apportent une bonne gestion des adventices dans les cultures où les aspersions sont pratiquées fréquemment comme les aubergines et les poivrons. Ils représentent un risque de développement de maladies fongiques pour le concombre et la tomate.

Mots-clés : couverts végétaux, biodiversité, inter-rangs, adventices, climat, sol, agroécologie

1- Contexte et objectifs de l'essai

Le projet MACMA a été construit pour développer les couverts végétaux dans les systèmes maraîchers sous abri et accompagner les producteurs dans la transition vers une agriculture durable et résiliente. Plusieurs axes de travail font l'objet d'expérimentations au sein du réseau des 4 parcelles de producteurs partenaires.

- Les couverts végétaux en inter-cultures
- Les couverts végétaux en inter-rang
- Les couverts végétaux sur rang

Entre les rangs de cultures palissées (tomate, concombre, poivron, aubergine...), le sol est généralement laissé nu et entretenu pour éviter le développement des mauvaises herbes. Il est souvent tassé par le passage des ouvriers pour l'entretien de la culture, les chariots de récolte et le passage

des outils de traitements. L'installation d'une couverture végétale sur cet espace pourrait avoir plusieurs intérêts :

- **Préserver la zone de sol non cultivée** qui représente malgré tout 40 à 50% de la surface d'un tunnel. Le couvert peut éviter les tassements, améliorer la structure du sol en superficie et entretenir la fertilité
- **Concurrencer les adventices** sans paillage plastique ni outil mécanique
- **Améliorer le climat dans l'abri en période chaude** : l'augmentation de végétal dans le tunnel pourrait favoriser l'évapotranspiration et donc le rafraîchissement de l'ambiance
- **Attirer les auxiliaires et pollinisateurs** : la floraison du trèfle par exemple peut aider à attirer les insectes bénéfiques dans l'abri

Les deux années précédentes nous ont permis de mettre en évidence les espèces les plus adaptées et de poser les bases de la mise en œuvre de cette technique. Le **Trèfle de Perse**, et le **mélange Giro** [Ray-grass anglais + Fétuque élevée gazonnante] ont montré un bon comportement avec un développement rapide, un port de plante assez bas, une tolérance au chaud et au sec ainsi qu'une compatibilité avec les cultures.

Les essais ont montré leur capacité à concurrencer les adventices. Il s'agit en 2025, d'évaluer à plus grande échelle leur effet sur le climat, le sol et la culture.

2- Facteurs et modalités étudiées

Le choix des espèces s'est basé sur les résultats des années 2023 et 2024 ¹ ainsi que sur les attentes des producteurs (système maraîcher, date de semis, date de plantation, caractéristiques agronomiques, résistances...).

Tableau 1 : récapitulatif des modalités étudiées pour les essais de couverts d'inter-rangs en 2025

Site	Culture	Semis	surf tunnel	Couvert	Espèce 1	Espèce 2	Semencier	Doses (kg/ha)
Lambesc	Tomate CDB	07-mars	640 m ²	Barerosia Giro 2s	Ray Grass anglais gazonnant (20%)	Fétuque élevée gazonnante (80%)	Barenbrug	100
	Tomate CDB	18-mars	660 m ²	Barerosia Giro 2s	Ray Grass anglais gazonnant (20%)	Fétuque élevée gazonnante (80%)	Barenbrug	100
	Poivron & Haricot	18-mars	660 m ²	RGA + F.ovine	Ray gras anglais (<i>Double</i>)	Fétuque Ovine (<i>Ridu</i>)	DLF	40/30
				RGA + F.rouge	Ray gras anglais (<i>Double</i>)	Fétuque rouge (<i>Maxima</i>)	DLF	40/30
Graveson	Aubergine	01-avr	705 m ²	Trèfle	Trèfle de Perse (<i>var Laser et Maral</i>)	-	Barenbrug	40
	Aubergine	31-mars	640 m ²	Barerosia Giro 2s	Ray Grass anglais gazonnant (20%)	Fétuque élevée gazonnante (80%)	Barenbrug	100

3- Matériels et méthodes

3.1 – Sites d'implantation

Les essais en inter-rangs sont menés sur deux exploitations en agriculture biologique :

- A Lambesc (13410), où l'exploitation a été à l'initiative de ces essais d'inter-rangs dès le début du projet. Les essais ont eu lieu sous tunnels pour une surface totale de 2 665 m².
- A Graveson (13045), où le producteur avait testé sur concombre en 2023 et 2024. Sur cette exploitation, il a été possible de suivre 2 tunnels d'aubergine (un avec couvert d'inter-rang, l'autre sans) pour évaluer les effets du couvert. La surface du tunnel représente 640 m².

¹ <https://aprel.fr/wp-content/uploads/23-054-MACMA-Couverts-dinter-rangs-2023.pdf>

3.2 – Dispositif expérimental

Chaque dispositif est adapté aux contraintes des exploitations.

Un des objectifs des essais cette année étant d'étendre la pratique des couvert végétaux, nous avons voulu les observer en conditions réelles de culture, c'est-à-dire que chaque modalité a été implantée sur un tunnel entier. Ce choix de dispositif nous a permis d'estimer au mieux les impacts à grande échelle des inter-rangs ainsi que les temps de travaux qu'ils engendrent.

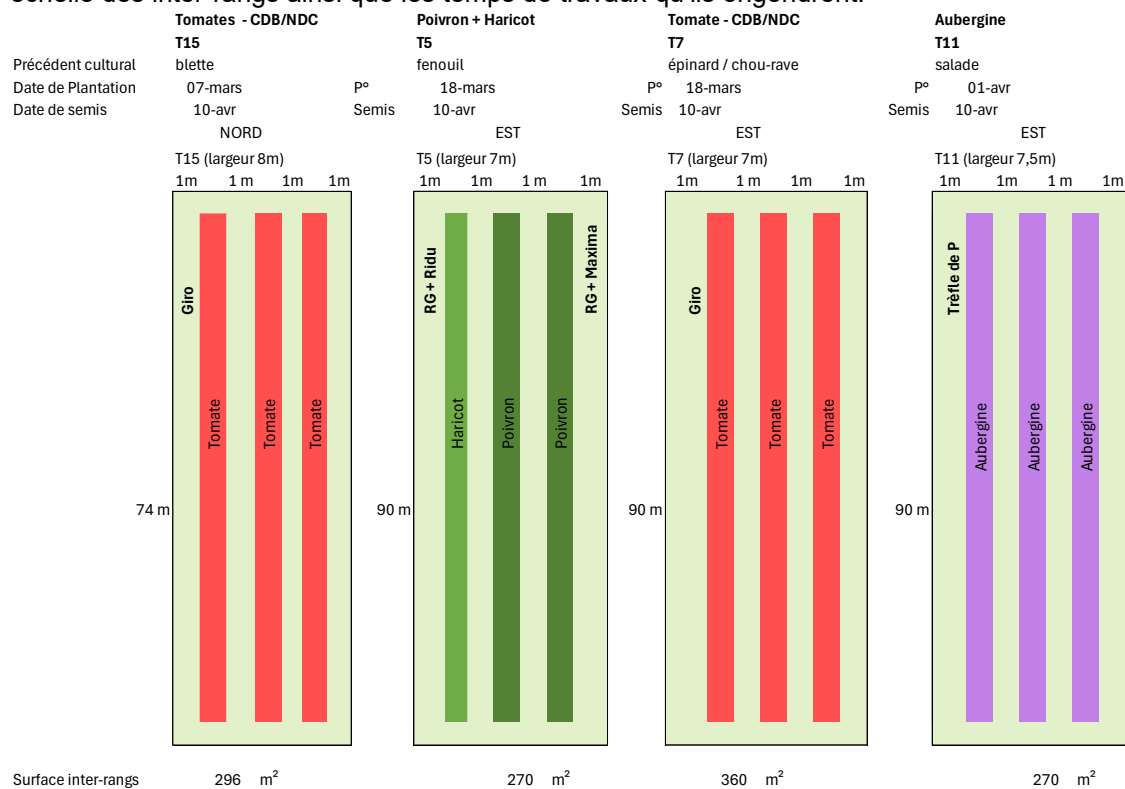


Figure 1 : Schéma du dispositif d'essai à Lambesc en 2025

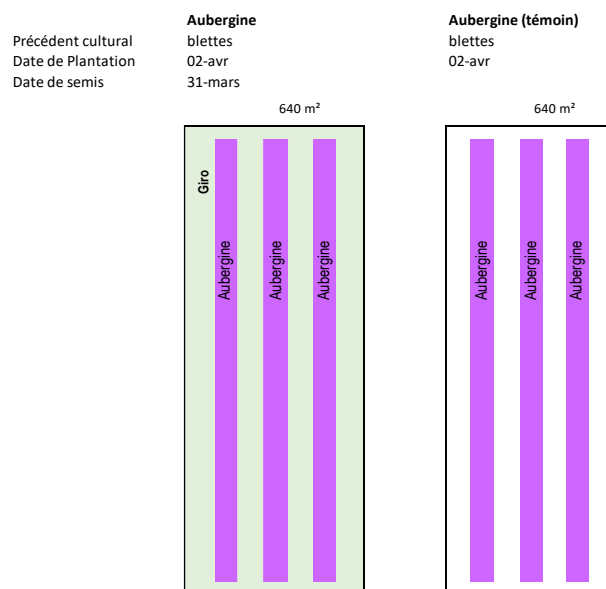


Figure 2 : Schéma du dispositif d'essai à Graveson en 2025

Le semis est fait à la volée entre les rangs de culture. De façon à homogénéiser les semis des lots contenant des petites graines (comme le Trèfle), les semences sont mélangées avec de la terre fine.

3.3 – Observations et mesures

Développement du couvert

Des observations qualitatives ont été réalisées par passages réguliers dans les parcelles toutes les 2 semaines, afin de suivre l'installation et le développement des inter-rangs au cours du cycle de culture. Des notations visuelles de l'intensité de couverture du sol ont été réalisées séparément pour le couvert végétal et pour les adventices, selon une échelle de 1 (très faible couverture) à 5 (couverture maximale). Les deux évaluations utilisent une échelle identique, mais elles sont indépendantes l'une de l'autre : un même relevé peut donc attribuer une note identique aux deux si elles occupent chacune une surface comparable, ou des notes différentes selon leur proportion respective. Cette méthode permet de différencier la contribution du couvert et celle des espèces adventices à l'occupation du sol, sans que l'une n'exclue nécessairement l'autre.

Mesures des indicateurs de la qualité des sols (sur le site de Graveson seulement)

La qualité physique et biologique des sols a été évaluée à l'aide de six indicateurs simples issus des protocoles du projet ORION (Derivry & Goillon, 2019)².

a) Densité apparente

La densité apparente a été déterminée à l'aide de la méthode du cylindre. Un cylindre PVC de 10 cm de diamètre et 12 cm de hauteur a été enfoncé sur 7,5 cm de profondeur. Le cylindre rempli de sol a été extrait délicatement, puis l'échantillon a été placé dans un sac hermétique et pesé à l'état frais. Après séchage à l'air libre jusqu'à masse constante, la densité apparente ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$) a été calculée comme le rapport de la masse sèche sur le volume du cylindre, permettant une estimation de la porosité et des conditions de pénétration racinaire.

b) Vitesse d'infiltration

La vitesse d'infiltration a été mesurée avec un cylindre PVC de 20 cm de diamètre enfoncé à 15 cm de profondeur. Après avoir tassé la périphérie pour limiter les fuites latérales, 1,5 L d'eau ont été versés à la surface. Le temps d'infiltration de l'eau a été chronométré pour chaque cm de baisse du niveau, et une seconde mesure a été effectuée sur sol pré-humidifié afin d'obtenir un taux d'infiltration représentatif de la capacité au champ.

c) Slake Test

La stabilité structurale des agrégats a été évaluée par le Slake Test. Des mottes de sol séchées à l'air libre ont été placées dans des paniers en grillage immergés dans des verres d'eau. La désagrégation des mottes a été observée pendant 5 minutes. Le temps de désintégration et la proportion de motte intacte ont permis de qualifier la stabilité structurale du sol, indicateur de sa résistance à l'érosion et de son activité biologique.

d) Test bêche et mini-profils

Le test bêche a permis une évaluation qualitative de la structure du sol, de son fonctionnement et de l'activité biologique. Des blocs de sol (20×20×25 cm) ont été extraits, puis déposés sur une bâche pour analyse. La texture, la compaction, la porosité, les traces d'hydromorphie, la présence de racines et de galeries de vers de terre ont été observées.

e) Sachets de thé

L'activité microbienne a été évaluée avec la méthode des sachets de thé (Tea Bag Index). Trois sachets de thé vert (C/N $\approx$ 12) et trois sachets de thé rooibos (C/N $\approx$ 43) ont été pesés, enterrés à 8 cm de profondeur pendant environ 90 jours, puis récupérés, nettoyés et séchés. La perte de masse des sachets a permis de calculer le taux de décomposition et d'estimer la capacité du sol à minéraliser et à humifier la matière organique.

Analyses de sève (sur le site de Graveson seulement)

A titre exploratoire et en vue de comparer le comportement des cultures avec et sans couverts, des prélèvements de jeunes et vieilles feuilles ont été réalisés dans la culture et envoyées au laboratoire Novacrop pour analyse d'un ensemble de 23 indicateurs nutritifs.

² <https://aprel.fr/wp-content/uploads/Orion-Fiches-qualite-sol.pdf>

Relevé des pratiques culturales

Les interventions des exploitants ont été relevées tout au long de la période de suivi, notamment : l'irrigation, les travaux de tonte ou broyage, ainsi que le temps de travail consacré à la gestion des couverts. Le ressenti du producteur concernant la faisabilité, le confort de travail et la compatibilité avec les autres pratiques culturales a également été pris en compte. Ces informations ont été enrichies par les retours d'expérience des conseillers techniques impliqués.

5. Résultats

5.1 Suivis des couverts d'inter-rangs à Lambesc

Sur ce site, nous attendons de la mise en place des inter-rangs qu'ils offrent une couverture totale du sol tout au long des cultures associées en concurrençant les adventices et qu'ils influent positivement la qualité des conditions de travail sans impacter les cultures. Les inter-rangs ont occupé 4 tunnels d'avril à août pour une surface totale de 2 665 m² d'essai (Figure 1)

Installation et entretien des couverts d'inter-rangs

Installation : la plantation des cultures est faite sur un sol humide au niveau des lignes équipées de goutte à goutte. Le paillage utilisé couvre une largeur de 1.40 m (au lieu de 1.20m) pour limiter la proximité du couvert avec la culture. Le semis du couvert d'inter-rang est effectué après le travail d'installation de la culture comprenant la pose des ficelles de palissage, des piquets, etc... Cette année, les semis ont été fait le 10 avril, à la même date pour l'ensemble des 4 tunnels suivis plantés du 7 mars au 1^{er} avril (Figure 1). Ceci a permis d'optimiser le chantier mais a généré un délai d'installation du couvert de 5 semaines, 3 semaines ou 3 jours selon les tunnels.

Les couverts d'inter-rangs engendrent des opérations d'irrigation et de tontes supplémentaires (tab 2). **Irrigation** : seules les aspersions sont notées en lien avec le couvert. Les cultures sont irriguées majoritairement au goutte à goutte. Le producteur ajuste les irrigations en fonction d'un contrôle tarière qui prend en compte à la fois les aspersions et le goutte à goutte. Selon lui, il n'y a pas eu de modifications importantes liées aux aspersions des couverts. Une vanne en défaillance dans le tunnel 15 a engendré 10 heures d'aspersion en continu en juin. Hormis ce tunnel, les apports d'eau par aspersion représentent 80 à 160 mm d'avril à juin. A partir de mi-juin les aspersions ne sont plus privilégiées compte-tenu de la bonne installation des couverts et des risques pour les cultures (notamment les tomates).

Tableau 2 : récapitulatif des irrigations pour les cultures avec couverts d'inter-rangs en 2025 sur Lambesc

Apports d'eau par aspersion (en mm)	mars			avril			mai			juin			juillet			Total
Tomate T15				24	36		18	18		42	18	120				276
Haricot/poivron T5				6	24			42	18	24			36			150
Tomate T7				6	24		18			12	18					78
Aubergine T11				18	24	6	18	42	24	6	24					162

Tontes : Les couverts ont été maintenus à une hauteur contrôlée (<15 cm) afin d'éviter toute compétition avec les cultures. La tonte est effectuée avec un débroussaillier manuel filaire équipé d'une coque de protection. La 1^{re} intervient 3 à 4 semaines après le semis. Au total, 6 tontes ont été réalisées ce qui a permis de maîtriser le développement des couverts et de les aider à concurrencer les adventices. Le temps passé par tonte pour un tunnel est estimé à 20-30 min (environ 2h pour 4 tunnels)

Tableau 3 : récapitulatif des interventions de tonte pour les cultures avec couverts d'inter-rangs en 2025 sur Lambesc

	mars			avril			mai			juin			juillet		
Tontes							1	1		1	1		1		

Développement des couverts

Hauteur : en début de pousse, les couverts ont une croissance comparable. A partir de mi-juin, la croissance des couverts se différencie avec des couverts plus poussants dans le tunnel 15 (tomate précoce) et dans le tunnel 5 (haricot/poivron). Ceci est certainement lié aux irrigations supplémentaires dans ces tunnels (tableau 2). Le mélange Giro a eu un développement limité dans le tunnel 7 (tomates) avec moins d'aspersions.

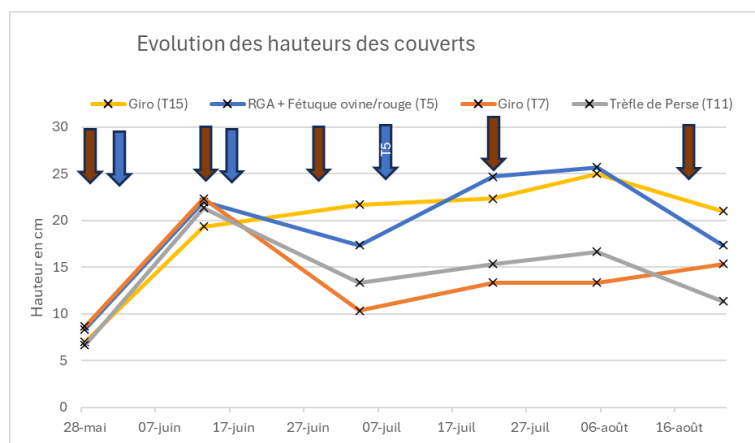


Figure 3 : Mesure des hauteurs des couverts pendant la saison

Couverture et concurrence des adventices : On observe globalement une bonne couverture du sol par les couverts de mai à fin juin. Le trèfle de Perse régresse à partir de début juillet jusqu'à ne plus être suffisamment présent le reste de l'été, ce qui laisse la place aux adventices et confirme les observations de 2024.

Le mélange Giro a maintenu une bonne couverture sur toute la saison, particulièrement dans le T15. Suite à l'aspersion accidentelle fin juin, ce tunnel a subi un développement foudroyant de cladosporiose, réduisant la végétation des tomates et augmentant par conséquent la luminosité sur le couvert. Ceci est sans doute l'explication d'un taux de couverture maximal en juillet-août. On remarque toutefois que les adventices sont aussi bien présentes en même temps. L'effet concurrence semble trop tardif. Dans le tunnel 7, les cultures sont restées plus végétatives et ont limité le développement du couvert sur l'été.

Les mélanges de Ray Grass Anglais et Fétuques ont été un peu longs à s'installer mais les tontes successives ont été profitables et le couvert a globalement assuré la concurrence des adventices.

Le producteur n'est pas intervenu sur la gestion des adventices dans ces tunnels alors qu'il réalise habituellement un ou deux nettoyages manuels.

		Densité de couverture (1 à 5)															
		Semis 10-avr															
		Date observations															
		16-mai	28-mai	13-juin	04-juil	22-juil	05-août	22-août		16-mai	28-mai	13-juin	04-juil	22-juil	05-août	22-août	
RGA + Ridu et RGA + Maxima		2	3	3	4	5	4	3		1	1	3	2	2	2	2	
Giro (T7)		4	4	4	3	3	2	3		1	1	1	1	1	2	2	
Trèfle de Perse		4	3	5	2	2	1	1		1	2	2	2	3	2	3	
Giro (T15)		3	5	3	4	5	5	5		2	1	1	1	2	3	3	

Figure 4 : Evaluation du taux de couverture des couverts et des adventices dans les différentes modalités à Lambesc

Etat sanitaire des cultures :

Pour le développement de la pratique des couverts d'inter-rangs, il est important d'appréhender les risques sanitaires. Ces risques sont directement liés aux aspersions nécessaires pour le couvert mais qui entraînent une augmentation significative de l'hygrométrie dans les tunnels. Selon les cultures, une ambiance humide est plus ou moins risquée par rapport au développement de maladies fongiques mais peut aussi freiner le développement des acariens.

- la tomate n'a pas été épargnée par la cladosporiose. Les premières taches ont été observées simultanément dans les 2 tunnels (7 et 15), le tunnel 15 initialement moins touché a été très affecté début juillet suite au problème d'aspersion accidentelle. Il n'a pas été possible d'attribuer l'intensité de la maladie à la présence des couverts d'inter-rangs, n'ayant pas de facteurs identiques à comparer avec un tunnel sans couvert (variété, type d'abris, date de plantation). Des acariens ont malgré tout été observés dans les 2 tunnels à partir de début août.
- Sur haricot, des acariens ont été observés dès le mois de mai et ont perduré dans la culture
- Sur poivrons : rares foyers de pucerons parasités en mai. Des punaises ont émergé en juin et ont donné quelques dégâts sur fruits.
- En aubergine : des pucerons bien parasités en se sont pas installés mais sont restés visibles jusqu'en juillet avec des fourmis. En août des aleurodes et des punaises ont été observées mais n'ont pas occasionné de dégâts majeurs.

5.2 Evaluation de l'effet des couverts à Graveson

Sur ce site, le dispositif nous permet de comparer une modalité avec couvert et un témoin avec les autres facteurs culturaux identiques (variété, date de plantation, type d'abri...). Les observations du sol et du climat ont été approfondies dans cette parcelle. L'essai représente 2 tunnels pour une surface totale de 1280 m² suivis d'avril à août (Figure 2).

Installation et entretien des couverts d'inter-rangs

Le mélange commercial Barerosia Giro 2s de la société BARENBRUG composé de Fétuque élevée gazonnante et de Ray-Grass Anglais gazonnant a été choisi pour cet essai.

Installation : Le semis a été fait à la volée le 31/03 en amont de la plantation de la culture d'aubergine (plantation le 02/04), à une densité de 97 kg/ha.

Irrigation : Les irrigations par aspersion sont toujours réalisées sur des séquences de 2h, soit environ 20 mm d'eau à chaque fois. Deux irrigations rapprochées ont permis la levée du couvert mais aussi de nombreux adventices. Elles sont ensuite réalisées tous les 15j au début puis 1 fois par mois, ce qui est plutôt restrictif (le sol reste très sec). La dernière aspersion a lieu le 30 juillet. Malgré des aspersions peu fréquentes, le couvert survit plutôt bien et a supporté les phases de sec parfois très prononcées. Un cumul estimé de 140 mm a été apporté sur la culture.

Tableau 4 : récapitulatif des irrigations pour les cultures avec couverts d'inter-rangs en 2025 sur Graveson

(en mm)	avril			mai			juin			juillet			août			Total
Irrigations aspersion MACMA	20	20	20	20		20		20			20					140
Irrigations aspersion Témoin																0
	31-mars	07-avr	?	?		25-mai					30-juil					
						sol très sec					sol très sec					

Tontes : Le producteur a choisi d'utiliser un broyeur tracté d'1m de large permettant de passer entre les rangs. Le temps de tonte est estimé à 15 min pour un tunnel. La première tonte a été effectuée 6 semaines après le semis. Ensuite, le matériel est tombé en panne. La 2^e tonte a été faite à la tondeuse de jardin en juin sur un couvert de plus de 40 cm de haut (fig 5). Au total, 4 tontes ont été réalisées.

Tableau 5 : récapitulatif des tontes du couvert d'inter-rangs en 2025 sur Graveson

	avril			mai			juin			juillet			août		
Tontes				1			1			1			1		
				10-mai			23-juin			20-juil			20-août		

Développement des couverts

Hauteur : Suite à une panne de matériel, les premières tontes n'ont pas été optimisées. Le couvert est monté jusqu'à 40 cm de haut vers le 10 juin, ce qui est préjudiciable aux premières récoltes d'aubergine. Le couvert a ensuite été maintenu à une hauteur contrôlée de 10 à 20 cm.

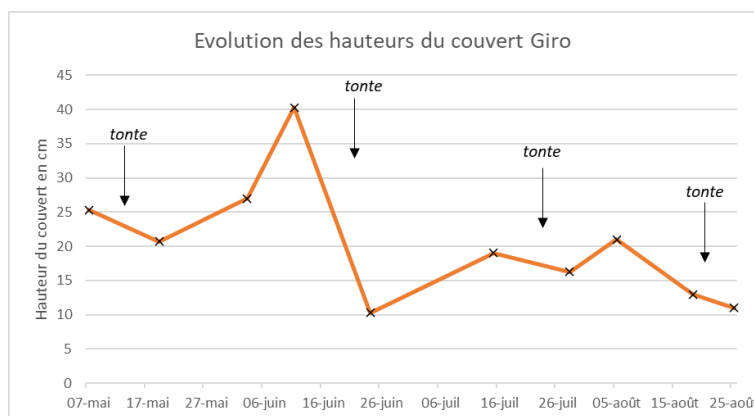


Figure 5 : Mesure des hauteurs du couvert Giro en inter-rang à Graveson

Couverture et concurrence des adventices : On observe que le mélange Giro a offert une bonne couverture du sol et qu'il s'est montré très endurant. Malgré cela, il n'a pas suffisamment concurrencé les adventices, très présentes sur cette parcelle (Figure 4). Les aspersions favorisant l'installation du couvert ont également favorisé l'installation des adventices. Les premières tontes ayant été assez tardives, le couvert ne s'est pas densifié et n'a pas suffisamment concurrencé les adventices.

Densité de couverture (1 à 5)														
Semis	31-mars													
Date observations	27-avr	07-mai	19-mai	03-juin	11-juin	24-juin	15-juil	28-juil	05-août	18-août	25-août	03-oct		
Barerosia Giro 2s	2	4	3	3	3	4	4	4	3	3	4	5		
Adventices	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	1		

Figure 4 : Evaluation du taux de couverture du couvert Giro et des adventices à Graveson

Etude du climat

Des enregistreurs de température et d'humidité ont été placés dans les tunnels dès le début de l'essai. Ces données nous permettent de suivre les conditions climatiques de la culture et de pouvoir observer des différences entre les tunnels avec ou sans couvert d'inter-rangs.

Sur les relevés de température (Fig 5), on constate une ambiance plus fraîche dans le tunnel avec couvert jusqu'au 25 mai. L'écart observé (jusqu'à 2°C du 20 avril au 5 mai) est directement lié aux aspersions et non à l'effet du couvert puisque celui-ci est peu installé à cette période (Fig 4). En juin et juillet, il n'y a aucune différence entre les tunnels. A partir de fin juillet, un nouvel écart est observé (annexe) en faveur du tunnel témoin plus frais. A cette date, les cultures marquent une différence végétative importante qui expliquent cette observation.

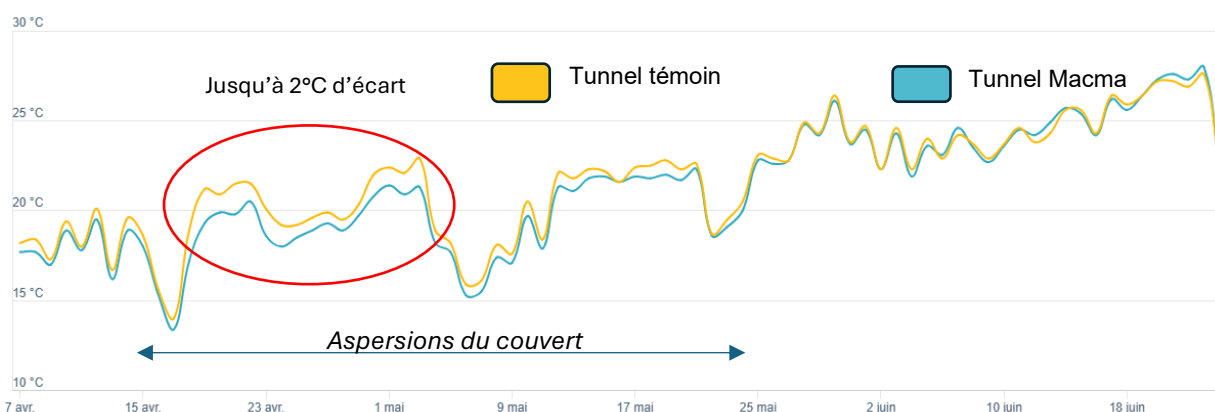


Figure 5 : Evolution comparative des températures moyennes dans les 2 tunnels de l'essai à Graveson

Sur les relevés d'hygrométrie, on constate sans surprise que l'hygrométrie du tunnel avec couvert est plus élevée que le témoin sans couverts sur toute la période où des aspersions sont réalisées. Cet écart est estimé à 5-10%. En fin de culture, à l'image de la température, la situation s'inverse en faveur du tunnel témoin plus végétatif, permettant de créer un climat plus humide (annexe)

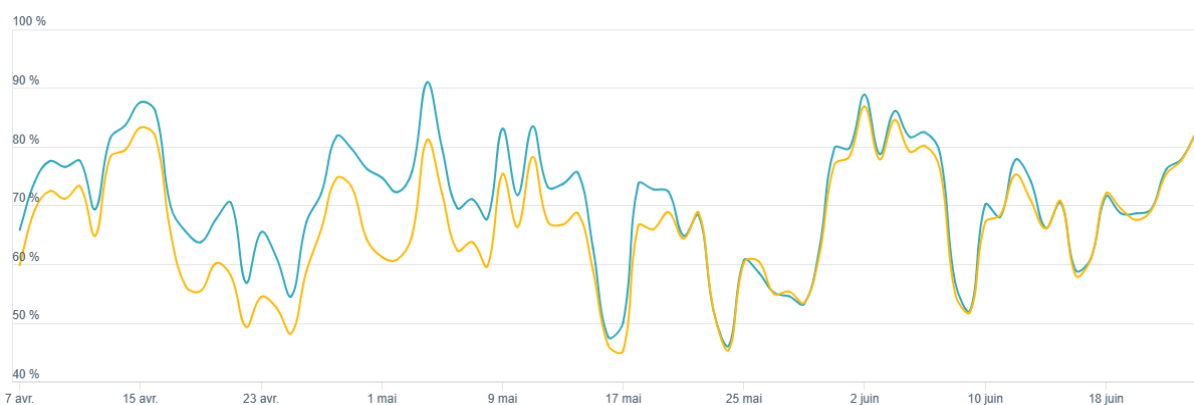


Figure 6 : Evolution comparative de l'hygrométrie relative moyenne dans les 2 tunnels de l'essai à Graveson

Etat sanitaire des cultures :

Le système étant en agriculture biologique, une grande attention était initialement portée à la gestion du climat et des aspersions ce qui a permis de maîtriser convenablement le développement de bioagresseurs.

Sont notés toutefois :

- La présence d'escargots fin avril, un peu plus dans le tunnel Macma
- Du botrytis et de l'alternaria sont apparus mi-mai mais ont vite été régulés, n'entraînant pas de dommage à la culture.

La culture a montré une perte de vigueur à partir de fin juin dans le tunnel Macma, le tunnel témoin étant plus poussant et plus vert. La végétation devient clairement jaunissante fin juillet dans le tunnel avec couvert. Cette observation est à relier à la fois à un manque d'azote probable dans ce tunnel et un défaut d'irrigation : plusieurs points de fuite ont été observés en fin de culture, ce qui a engendré une sous-alimentation dans ce tunnel. Il n'est pas possible d'établir un lien entre cette situation et le couvert d'inter-rang.

Des nitrates effectués dans le sol 2 jours après la plantation montrent une différence importante : on mesure 50 unités d'azote nitrrique dans le tunnel Macma et 250 dans le tunnel témoin. L'écart est assez important et surprenant pour 2 tunnels proches avec le même historique. En fin de culture, le 2 octobre, un nitrates sur les jus pétioles montrent un niveau très faible dans les 2 modalités (890 mg/L pour le témoin et 170 mg/L pour Macma) avec un écart en cohérence aux analyses de sol de début de culture et à l'aspect visuel des plantes.

Des analyses de sève complètes (Novacrop) ont été faites à 3 dates sur la 2e partie de culture (9/7, 29/7 et 8/8), sur jeunes feuilles et vieilles feuilles.

La comparaison des 2 modalités montre des différences majeures sur

- Les nitrates. Les teneurs dans les jeunes feuilles de la modalité Macma sont beaucoup plus importantes que dans le témoin, ce qui est contradictoire avec les Nitrates réalisés en début de culture dans le sol et en fin de culture sur les plantes.
- Le molybdène. En juillet les teneurs sont plus élevées dans les jeunes et vieilles feuilles de Macma. Elles sont plus faibles en août.
- Le zinc et l'aluminium ont des valeurs plus faibles dans la modalité Macma, que ce soit pour les jeunes ou les vieilles feuilles.

Compte tenu de l'état de la culture impactée par d'autres facteurs, et le manque de références pour ces valeurs, il est difficile d'interpréter ces résultats.

Humidité du sol

Le suivi de l'humidité par des sondes capacitatives à 5-15 et 25 cm reflète essentiellement l'arrosage par goutte à goutte. Les aspersions nécessaires à l'installation de l'inter-rangs ont été faites seulement dans le tunnel MACMA : au total 7 apports d'eau par aspersion ont été fait soit 140 mm (tableau 4). Les relevés montrent des courbes d'évolution assez distinctes, notamment avec une perte d'humidité du sol à partir de début juillet dans le tunnel Macma, en cohérence avec les observations de la culture qui s'affaiblit dans ce tunnel. Un défaut d'arrosage est certainement à l'origine de ce problème.

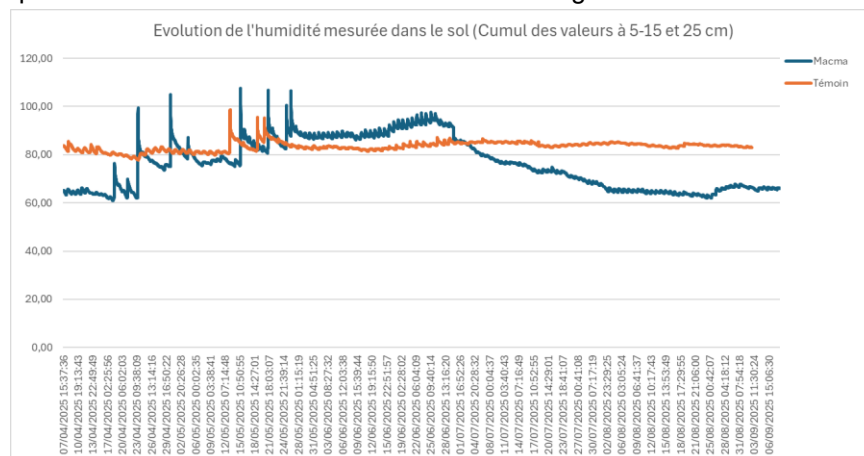


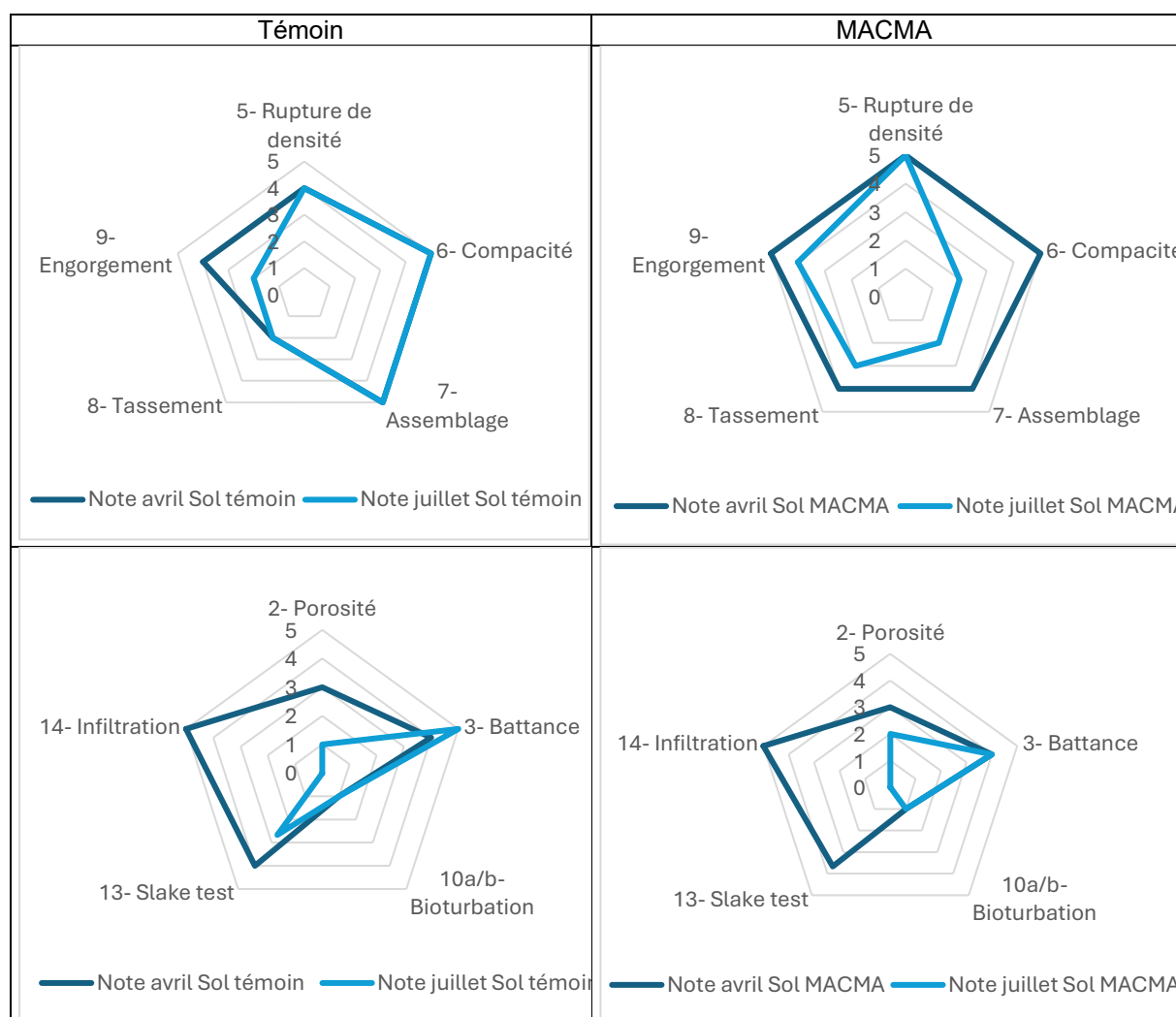
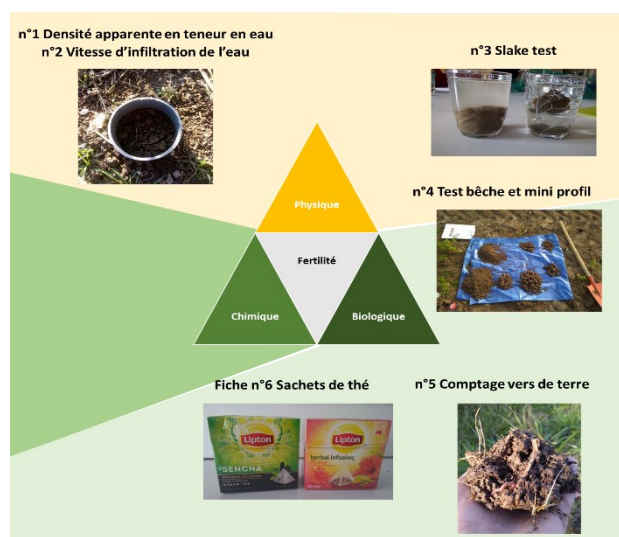
Figure 6 : Evolution comparative de l'humidité du sol dans les 2 tunnels de l'essai à Graveson

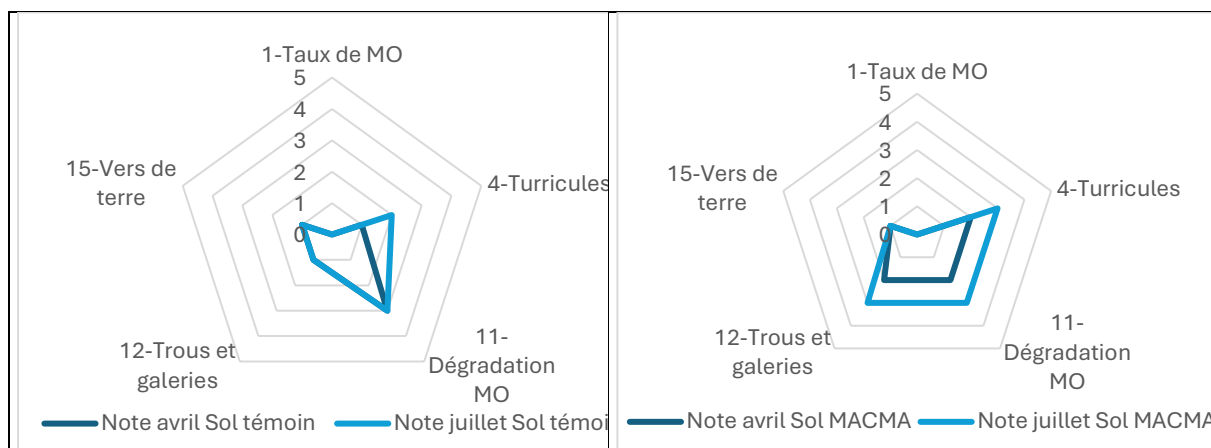
Fertilité biologique du sol :

Afin d'étudier l'effet du couvert sur la fertilité biologique des sols nous avons mesuré l'évolution de l'activité biologique (pédofaune, décomposition...) ainsi que l'évolution de la structure du sol (par la bioturbation et les exsudats racinaires).

Basées sur les fiches techniques indicateurs de la qualité des sols issues du projet ORION, ces manipulations terrain nous ont permis de mettre en évidence plusieurs effets de l'inter-rang.

Deux périodes de mesure ont été réalisées : en début de culture (4 avril, 2j après p°) et en juillet.





Les notes initiales des indicateurs obtenues le 4 avril, montrent déjà des différences importantes entre les tunnels. A la date des mesures, il y a déjà eu une aspersion pour le couvert qui impacte une partie des mesures : le sol dans le tunnel Macma est plus tassé, engorgé et présente un peu plus de trous, de galeries et de turricules. Le type de sol explique ce résultat : sa texture très fine ne supporte pas bien les arrosages qui augmentent la compaction, malgré le semis du couvert. Par contre l'augmentation de l'humidité de surface a certainement augmenté l'activité des vers de terre.

L'évolution en cours de culture montre une perte moins importante de la porosité et une stabilité de la battance. Cependant l'indicateur du slake test est plus fortement dégradé que dans le tunnel témoin illustrant un sol instable

L'indicateur de compacité est fortement réduit entre avril et juillet dans le tunnel Macma contrairement au tunnel témoin. Les trous et galeries évoluent aussi favorablement dans ce tunnel.

5- Conclusion

Le mélange commercial Giro confirme son bon comportement comme plante couvre-sol à l'échelle de tunnels entiers sur toute la durée de culture. Il a montré une bonne résistance au sec dans des conditions où les arrosages étaient peu fréquents (Graveson). Il est par contre moins rapide à couvrir le sol que le trèfle de Perse, ce qui nécessite de réaliser des tontes assez précocement pour qu'il se densifie et concurrence mieux les adventices. La régularité des tontes semble être un élément clé de réussite (meilleur contrôle des adventices à Lambesc qu'à Graveson)

Le climat est modifié par la présence du couvert mais cela est significatif seulement pendant les premiers mois de culture tant que les aspersions sont réalisées. Les relevés climatiques n'ont pas permis de mettre en évidence un rafraîchissement de la culture en été.

L'effet sur le sol et sur le développement de la culture n'a pas pu être bien évalué dans cet essai (lié à d'autres facteurs d'influence) et demandera d'autres études.

Sur le plan sanitaire l'impact des couverts est difficile à quantifier. Les cultures ont subi des niveaux de pression très similaires aux niveaux de pression habituellement constatés et sans grande différence avec le témoin sans couverture pour le site de Graveson (aubergine).

Il est noté sur le site de Lambesc un meilleur confort des ouvriers car la présence du couvert limite fortement la poussière. Il évite également un travail de désherbage mécanique. En revanche, le retard de tonte à Graveson a plutôt nuit au confort de travail à cause de la hauteur excessive du couvert.

La mise en place des couverts d'inter-rang s'est consolidée techniquement mais nous n'avons encore pas suffisamment de données pour en mesurer les effets et leur pertinence technico-économique. Les prochains suivis en 2026 auront pour objectif d'acquérir plus de mesures climatiques et culturales en comparaison d'une conduite classique.

Renseignements complémentaires auprès de :

Claire GOILLON, APREL, 13210 Saint-Rémy de Provence, tel 04 90 92 39 47, goillon@aprel.fr

ANNEXES

Relevés climatiques dans les 2 tunnels d'essai à Graveson

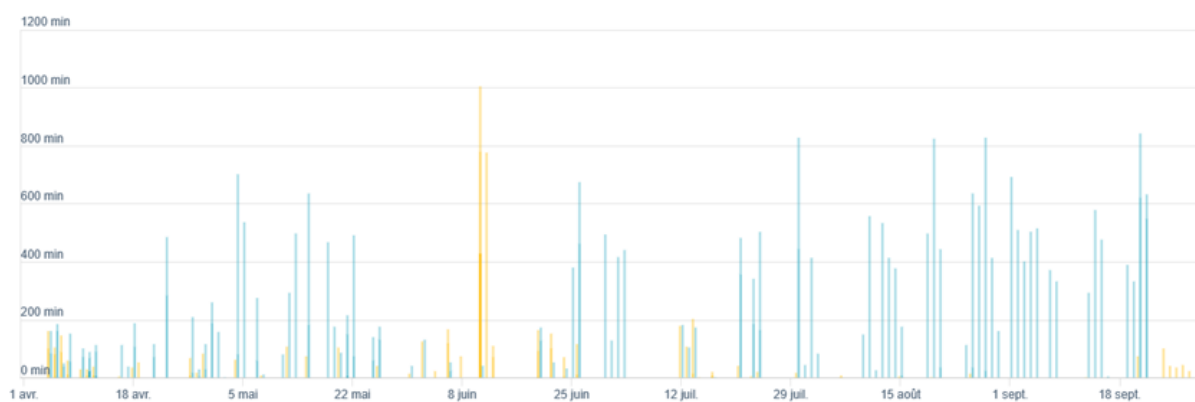
- Températures



- Hygrométrie



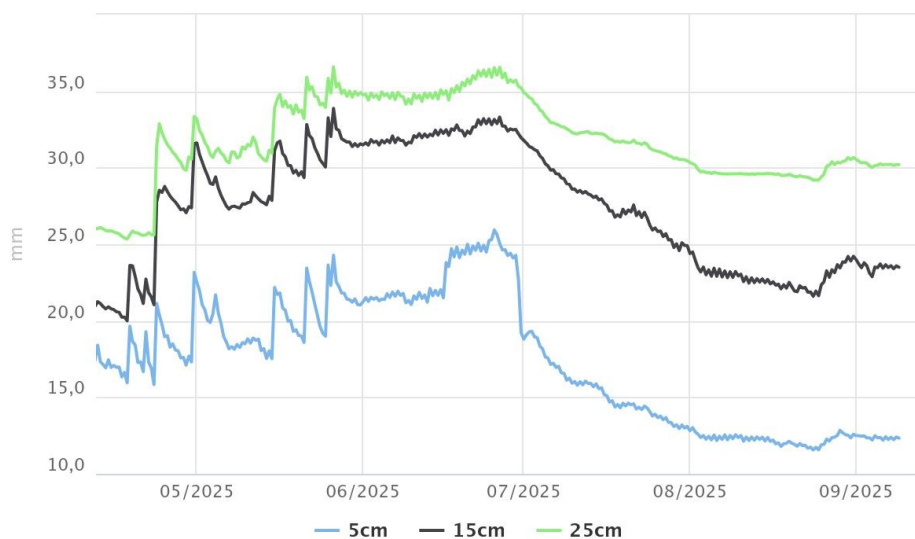
- Humectation



Relevés des sondes capacitives aux 3 profondeurs de sol à Graveson

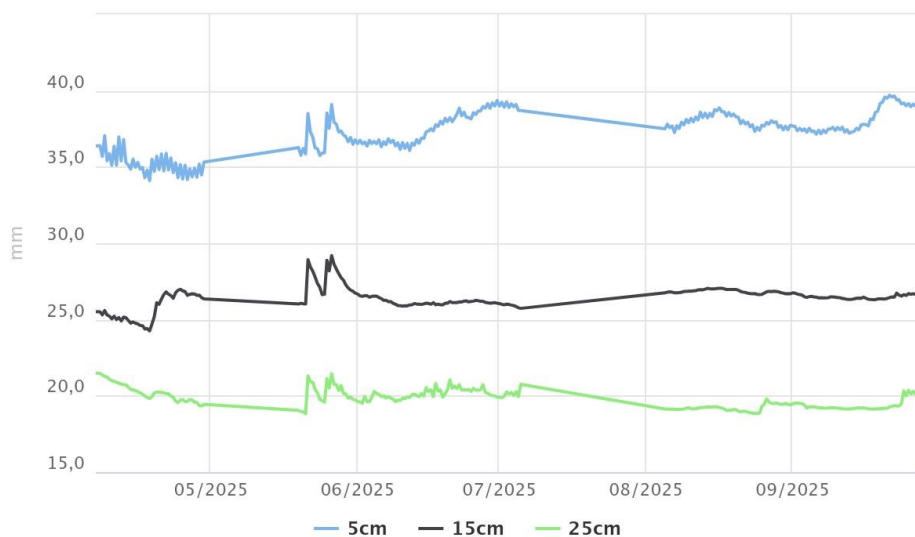
- Tunnel Macma

APREL Sonde aprelfox_01 Humidité



- Tunnel témoin

APREL Sonde aprelfox_02 Humidité



Analyses de sève Novacrop

NovaCropControl			Date de l'échantillon		Étiquette		Total en Sucres %		pH	EC mS/cm	K - Potassium ppm	Ca - Calcium ppm	Mg - Magnésium ppm	Na - Sodium ppm	NH4 - Ammonium ppm	NO3 - Nitrate ppm	N de Nitrate ppm	N - Azote Total ppm	Cl - Chlorure ppm	S - Soufre ppm	P - Phosphore ppm	Si - Silice ppm	Fe - Fer ppm	Mn - Manganèse ppm	Zn - Zinc ppm	B - Bore ppm	Cu - Cuivre ppm	Mo - Molybdène ppm	Al - Aluminium ppm	
9-7-2025 15:33:33	Eggplant Tunnel Macma Feuille (jeune)	0,8	5,8	18,6	6324	1124	5,6	605	10	129	747	169	1521	3815	1893	207	14,70	1,05	4,58	1,01	7,28	1,09	0,03	0,74						
9-7-2025 15:33:35	Eggplant Tunnel Macma Feuille (vieille)	0,7	5,8	14,4	3797	2207	1,7	651	12	78	363	82	869	2488	2368	136	10,70	0,76	9,62	1,27	9,33	1,03	0,02	0,49						
9-7-2025 15:33:46	Eggplant Tunnel Temoin Feuille (jeune)	0,8	5,8	19,9	6214	1406	4,4	705	9	102	438	99	1114	4969	1826	181	14,60	1,11	6,23	1,47	6,56	1,34	0,02	0,94						
9-7-2025 15:33:47	Eggplant Tunnel Temoin Feuille (vieille)	0,5	5,8	16,6	3814	2347	1,6	817	10	97	943	213	1113	4154	1854	130	12,10	1,29	12,92	7,51	7,89	9,07	0,01	1,13						
	Rapport Macma/temoin (jeune)	1,0	1,0	0,9	1,0	0,8	1,3	0,9	1,1	1,3	1,7	1,7	1,4	0,8	1,0	1,1	1,0	0,9	0,6	0,7	0,2	1,2	0,1	0,8	1,5	0,8				
	Rapport Macma/temoin (vieille)	1,4	1,0	0,9	1,0	0,9	1,1	0,8	1,2	0,8	0,4	0,4	0,8	0,6	1,3	1,0	0,9	0,6	0,7	0,2	1,2	0,1	0,8	2,0	0,4					
29-7-2025 14:48:43	Aubergine Tunnel Macma Feuille (jeune)	0,3	6,0	13,8	4286	1344	3,2	537	4	70	657	148	895	3323	1118	241	13,10	0,66	2,94	0,98	9,51	1,02	0,06	0,09						
29-7-2025 14:48:45	Aubergine Tunnel Macma Feuille (vieille)	0,5	6,1	15,5	2838	3061	0,9	1040	8	60	897	202	903	3719	2152	81	9,80	0,63	6,87	1,01	32,06	0,57	0,02	0,32						
29-7-2025 14:48:56	Aubergine Tunnel Temoin Feuille (jeune)	0,4	6,2	13,5	4424	1269	3,5	518	4	135	505	114	1140	3584	1174	296	16,00	0,61	2,75	1,76	8,37	1,43	0,02	0,30						
29-7-2025 14:49:03	Aubergine Tunnel Temoin Feuille (vieille)	0,5	6,0	16,6	4072	2802	1,5	555	7	82	1275	288	1051	3666	2106	107	10,10	0,89	6,91	3,38	31,63	1,84	0,01	0,43						
	Rapport Macma/temoin (jeune)	0,8	1,0	1,0	1,0	1,1	0,9	1,0	1,0	0,5	1,3	1,3	0,8	0,9	1,0	0,8	0,8	1,1	1,1	0,6	1,1	0,7	3,0	0,3						
	Rapport Macma/temoin (vieille)	1,0	1,0	0,9	0,7	1,1	0,6	1,9	1,1	0,7	0,7	0,7	0,9	1,0	1,0	0,8	1,0	0,7	1,0	0,3	1,0	0,3	2,0	0,7						
18-8-2025 13:24:05	Aubergine Tunnel Temoin Feuille (jeune)	0,8	5,8	21,9	6334	1755	3,6	793	4	112	1148	259	1688	5754	1641	195	8,20	0,64	4,63	1,68	12,27	1,64	0,28	0,12						
18-8-2025 13:24:06	Aubergine Tunnel Temoin Feuille (vieille)	0,7	5,8	17,5	4637	2491	1,9	816	6	155	336	76	1329	3770	2482	160	10,30	1,05	10,25	1,93	56,99	0,82	0,77	0,37						
18-8-2025 13:24:08	Aubergine Tunnel Macma Feuille (jeune)	1,1	5,9	18,2	4301	1984	2,2	1060	4	150	54	12	1512	4852	2063	190	9,00	1,03	5,89	1,87	29,58	1,17	1,08	0,16						
18-8-2025 13:24:11	Aubergine Tunnel Macma Feuille (vieille)	1,0	5,8	15,3	3277	2661	1,2	1015	5	99	166	37	1127	3634	2229	131	9,10	0,94	7,96	1,52	51,91	0,67	0,82	0,26						
	Rapport Macma/temoin (jeune)	0,7	1,0	1,2	1,5	0,9	1,7	0,7	1,0	0,7	21,3	21,6	1,1	1,2	0,8	1,0	0,9	0,6	0,8	0,9	0,4	1,4	0,3	0,8						
	Rapport Macma/temoin (vieille)	0,7	1,0	1,1	1,4	0,9	1,5	0,8	1,2	1,6	2,0	2,1	1,2	1,0	1,1	1,2	1,1	1,1	1,3	1,3	1,1	1,2	0,9	1,4						

Photos



18 avril 2025



7 mai 2025



19 mai 2025



11 juin 2025



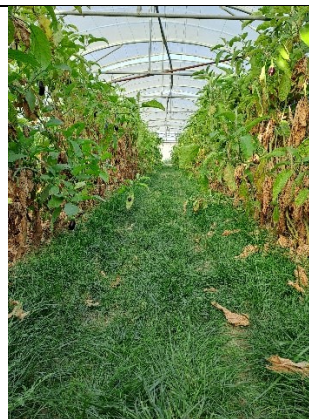
29 juillet 2025



5 août 2025



3 octobre 2025



3 octobre 2025