



Melon

Protection Biologique Intégrée en culture sous abri

2023



Aurélie ROUSSELIN, Hermine SARTHOU, Antoine DOURDAN, Constance CATILLON (stagiaire), APREL
Loïc BASNONVILLE, CETA du Soleil

Essai réalisé dans le cadre du projet DEPHY ECOPHYTO AGRECOMEL : Transition vers des systèmes agro-écologiques innovants en culture de melon, coordonné par le CTIFL. Partenaires : APREL, SUDEXPE, CEFEL, INVENIO, ACPEL.

Compte rendu des observations réalisées dans le cadre de la cinquième année du projet DEPHY ECOPHYTO AGRECOMEL

1. Contexte et objectifs de l'essai

La production de melon est réalisée dans différents contextes pédoclimatiques et agronomiques et connaît une pression sanitaire importante et variée. Afin de satisfaire l'attente sociétale de réduction de l'usage des produits phytopharmaceutiques, des expérimentations sont réalisées dans l'ensemble des zones de production dans le cadre du projet AGRECOMEL. Les objectifs de ce projet sont :

- Protéger durablement les cultures de melon grâce à une gestion agroécologique.
- Réaliser une économie substantielle d'intrants phytosanitaires, avec une réduction de l'IFT chimique de 60 à 100%. Les produits classés CMR (cancérogènes, mutagènes, reprotoxiques) sont bannis.
- Proposer des systèmes de culture économiquement viables.

Le projet se compose d'un réseau de 6 sites à l'échelle nationale, 5 sites réalisent des essais en système de culture de plein champ avec une rotation céréalière. Le site suivi par l'APREL est un site de production de melon sous abri en rotation maraîchère. La production de melon sous abri rencontre des problèmes sanitaires spécifiques par rapport à la culture de plein champ. Les principaux bioagresseurs du melon sous abri sont : les pucerons, les acariens et l'oïdium.

Cet essai consiste à évaluer une stratégie de protection contre les bioagresseurs en culture de melon sous abri. Les objectifs de ce système sont :

- Réduire les intrants phytosanitaires
- Maintenir le rendement
- Maintenir la qualité des fruits
- Maîtriser les coûts de protection

Afin d'atteindre ces objectifs, l'utilisation de plantes de service et les intrants de biocontrôle sont privilégiés (auxiliaires, produits de biocontrôle...).

2. Facteurs et modalités étudiés

Pour les 3 bioagresseurs principaux, la stratégie mise en place dans l'essai est la suivante :

Pucerons	Choix d'une variété Vat (résistance intermédiaire à la colonisation par <i>Aphis gossypii</i>).
	Semis de fèves, d'avoine, de blé et de souci sur les bords du tunnel. Objectif : Permettre l'installation précoce de prédateurs et parasitoïdes de pucerons.
	Gestion des foyers de taille limitée : arrachage des organes atteints.
	Si présence importante, lâchers d' <i>Aphidius colemani</i> .
Acariens	Gestion des foyers de taille limitée : arrachage des organes atteints puis lâcher en vrac de <i>Neoseiulus californicus</i> .
	Gestion des foyers importants : lâcher en vrac de <i>Neoseiulus californicus</i> .
Oïdium	Choix d'une variété présentant une résistance intermédiaire à l'oïdium
	Si détection, traitements à base de soufre.

Les nématodes sont également des bioagresseurs importants de la culture de melon sous abri. La parcelle de l'essai ne présente pas de problème de nématodes (voir observations racinaires réalisées en 2019-2022), aucun levier spécifique n'est mis en place pour la gestion des nématodes.

3. Matériel et méthodes

3.1. Site d'implantation

L'essai est implanté dans une exploitation maraîchère des Bouches du Rhône (13) en Agriculture Biologique. Deux tunnels sont suivis dans le cadre de l'essai, avec un focus sur la culture de melon. Les deux tunnels sont suivis depuis le printemps 2019, ils sont sur une rotation légumes feuilles en hiver et alternance de Cucurbitacées et Solanacées en été. Le suivi des cultures 2019-2022 est détaillé dans les Fiches APREL 19-061, 20-063, 21-017 et 22-036.

TUNNEL 1

2019		2020		2021		2022		2023	
Melon	Courgette	Salade	Tomate grappe	Salade	Tomate ancienne	Mâche	Melon	Sorgho	Persil
									Tomate grappe

TUNNEL 2

2019		2020		2021		2022		2023	
Tomate ancienne		Salade (2 cycles)	Melon	Epinaud	Melon	Salade	Tomate ancienne	Salade	Melon

3.2. Dispositif expérimental

Cet essai est un essai système, un ensemble de leviers sont donc mis en place et la performance globale du système est évaluée. Le dispositif expérimental est composé des deux tunnels suivis.

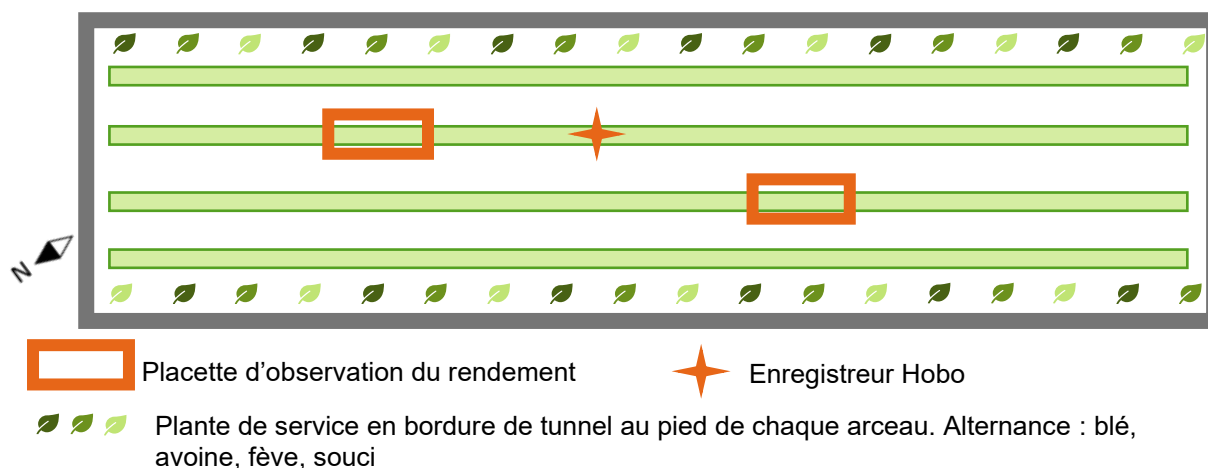


Figure 1 : Schéma du tunnel de melon 2023 - Tunnel 2

3.3. Observations et mesures

- Sur la culture de melon

- Suivi de la pression en bioagresseurs : Chaque semaine à partir du 28 mars une observation est réalisée sur 8 placettes flottantes d'1 mètre linéaire. Pour les ravageurs, une notation par classe est réalisée sur 5 jeunes feuilles et 5 feuilles âgées (Tableau 1).

Tableau 1 : Classes d'infestation des ravageurs par feuille

Échelle	Pucerons	Acariens phytophages
Classe 0	Absence	Absence
Classe 1	< 5 individus	Quelques individus épars
Classe 2	6 à 25 individus	Petits foyers
Classe 3	> 25 individus	Foyers importants + Entoilage

Les auxiliaires observés sur les placettes sont également notés.

Pour les pathogènes, l'évaluation de la pression est réalisée à l'échelle de la placette d'observation :

- Classe 0 : pas de tache
- Classe 1 : quelques taches éparses sur le mètre linéaire
- Classe 2 : quelques taches éparses et 25% à 50% de la surface foliaire atteinte en moyenne sur les feuilles
- Classe 3 : plus de 50% de la surface foliaire atteinte

- Suivi du statut nutritif de la culture : Un suivi Pilazo est réalisé de façon hebdomadaire du 16 avril au début des récoltes pour évaluer le statut azoté de la culture.

- Suivi du rendement et de la qualité de fruits : 2 placettes de 10 plantes, sont récoltées, les fruits sont pesés et calibrés. Sur 20 fruits, le taux de sucre est mesuré à l'aide d'un réfractomètre, et la fermeté de la chair est mesurée à l'aide d'un pénétromètre. Les fruits n'ont pas pu être évalués en conservation en raison d'un dysfonctionnement du système de froid de la cellule de stockage au cours de l'essai.

- Suivi des conditions de culture : Les conditions climatiques dans l'abri sont mesurées à l'aide d'un enregistreur de température et d'hygrométrie (Hobo).

- Enregistrement des interventions : Les lâchers et les traitements sont notés.

- **Sur les autres cultures de la rotation**

- Suivi de l'état sanitaire des cultures : Un suivi phytosanitaire des cultures est réalisé tous les 15 jours.

- Enregistrement des interventions : Les lâchers et les traitements sont notés.

3.4. Conduite de la culture de melon

Variété : Arlequin

Porte-greffe : RS841

Abri : Tunnel plastique 8 x 116 m = 928m², orientation Nord Est - Sud-Ouest, 4 rangs de culture

Sol : Calcaro-argileux

Précédent : Salade

Semis : 17/01/23 (en pépinière)

Plantation : 25/02/23 - mise en place P17 (voile thermique)

Retrait du P17 (voile thermique) : 08/04/23

Début de récolte : 24/05/23

Fin de récolte : 07/06/23

Densité : 0.63 plant/m²

Irrigation : Goutte à goutte, pilotage à la tarière

3.5. Traitement statistique des résultats

Dans cette expérimentation en protection biologique intégrée, l'étude porte sur la performance globale du système.

La stratégie est donc évaluée en fonction des objectifs sur la culture de melon :

- Réduire les intrants phytosanitaires :
 - Réduction de l'IFT hors biocontrôle d'au moins 60% par rapport à un IFT de référence régional en agriculture conventionnelle défini à dire d'experts en fin de saison en tenant compte du créneau de plantation et des pressions en bioagresseurs de l'année.
 - Non utilisation de produits classés CMR (cancérogènes, mutagènes, reprotoxiques).
- Maintenir le rendement : perte de rendement maximale de 10% par rapport à la référence.
- Maintenir la qualité des fruits :
 - Taux de sucres moyen supérieur à 11° Brix, aucun fruit en dessous de 10° Brix.
 - Minimum 60% de calibre 11 et 12.
- Maîtriser les coûts de protection : le coût de protection du système AGRECOMEL ne doivent pas excéder deux fois le coût de protection du système de référence.



2023

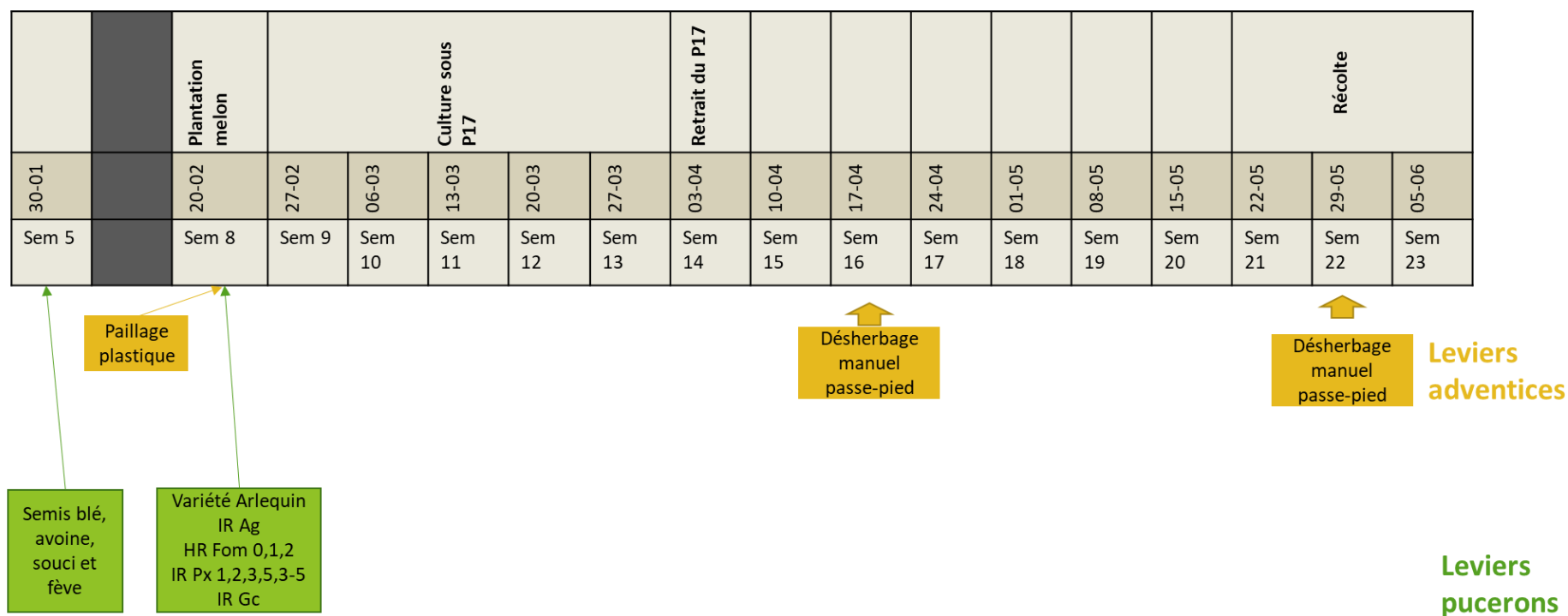


Figure 2 : Schéma de bilan de déroulement de la culture de melon

4. Résultats
4.1. Conditions de culture

Du 25 février (plantation) au 9 avril, la culture est recouverte d'une protection thermique (P17). En début de culture, les températures maximales journalières sous le P17 sont régulièrement au-dessus de 45°C, ce qui est assez élevé pour des plants de melon.

Les températures sur le reste de la culture sont un peu fraîches pour ce créneau d'abri, avec des températures moyennes comprises entre 15 et 25°C.

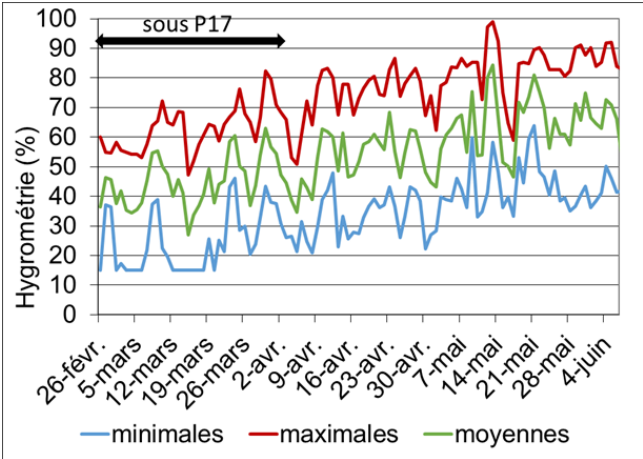


Figure 4 : Evolution de l'hygrométrie au cours de la culture de melon

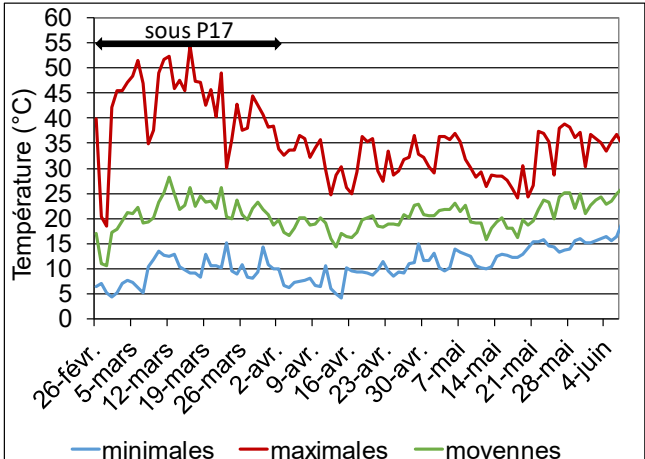


Figure 3 : Evolution des températures au cours de la culture de melon

4.2. Protection contre les ravageurs
4.2.1. Pucerons

La stratégie de protection mise en place contre les pucerons repose sur de la protection préventive avec le choix d'une variété portant une résistance intermédiaire (gène Vat) et la mise en place de plantes de service en bordure de tunnel, afin de faciliter l'installation d'auxiliaires indigènes.

Les plantes de service sont mises en place après la récolte des salades. Afin de limiter les coûts, le choix est fait en 2023 de réaliser des semis sur place des plantes de service, plutôt que des plantations. Afin de limiter les risques de concurrence avec la culture, les plantes de service sont mises en place sur les bords des tunnels au pied de chaque arceau. Les 4 espèces : blé, avoine, fève et souci, sont alternées un arceau sur 4. Sur les 114 emplacements avec semis d'une plante de service, 90 abritent une plante de service au 13 mars (Tableau 2). La germination des plantes de service a donc été satisfaisante, avec 79 % de développement. Le souci et le blé, avec une proportion de plants manquants supérieure à 30%, se sont moins bien implantés que l'avoine et les fèves. Le développement des plants a été lent. Le développement des plantes de service a été insuffisant pour que celles-ci hébergent des pucerons (moins de 20% des plantes portant des pucerons pour la fève, le blé et l'avoine sur l'ensemble

Tableau 2 : nombre de plantes de service de chaque espèce

Espèce	Nb plants	% de plants manquants
Blé	20	31%
Avoine	28	3%
Fève	25	11%
Souci	17	39%



Figure 5 : Photographies des bords de tunnel au 4 avril

des observations (Figure 5 et Figure 6). Très peu d'auxiliaires sont observés sur les 4 espèces de plantes de service. De plus, les adventices se sont développées en bordure de tunnel (Figure 5). Le semis des plantes de service a été trop tardif, il aurait été préférable d'anticiper le semis avant la plantation de salade (03/11/22).

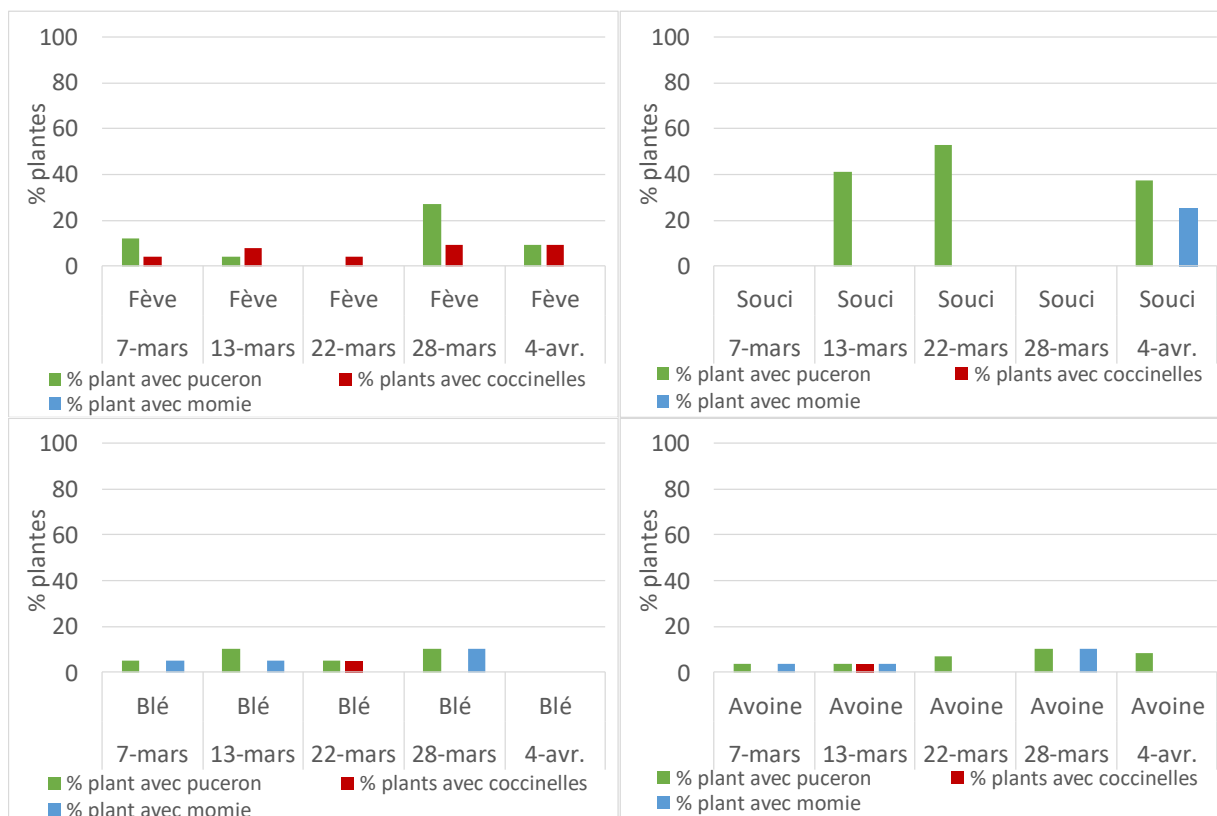


Figure 6 : Pourcentage des plantes de service portant des pucerons, des coccinelles ou des momies de parasitoïdes (observations du 07/03/23 au 04/04/23)

Les premiers pucerons sont observés sur la culture de melon au 20 avril (Figure 7). Leurs fréquence et intensité restent faibles jusqu'au début des récoltes (24 mai). Au début des récoltes la fréquence est de 48% avec 11% de classe 2 et 4% de classe 3. Les récoltes étant commencées, selon la règle de décision, aucune intervention n'est réalisée. Il n'y a pas eu d'impact sur la récolte.

Les coûts de la stratégie restent relativement modérés, aucune action corrective n'ayant été réalisée. Les coûts se limitent à la mise en place des plantes de service : 40.2 € HT/ ha de graines, auxquels il faut ajouter les coûts de main d'œuvre, estimée à 10h/ha.

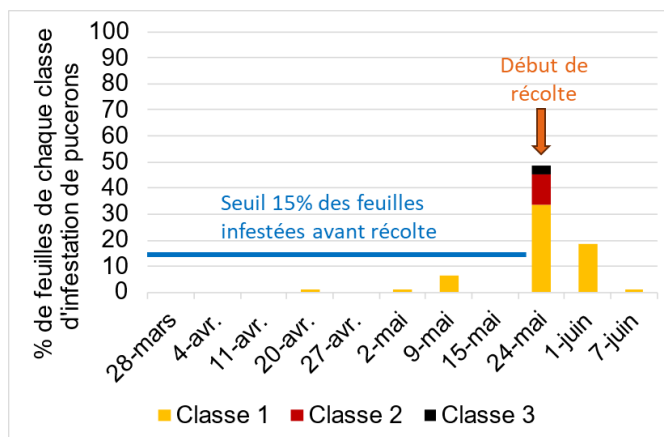


Figure 7 : Intensité et fréquence des pucerons dans la culture de melon

Tableau 3 : Estimation de coûts de mise en place des plantes de service

Date	Plante de service	Dose/tunnel	Estimation coût € HT/tunnel	Temps de main d'œuvre estimé
31/01	Avoine	150 g de graines	0.29 € HT/tunnel	1 h / 1000 m ²
	Blé	180 g de graines	0.12 € HT/tunnel	
	Fève	150 g de graines	1.75 € HT/tunnel	
	Souci	3 g de graines	1.86 € HT/tunnel	
Coût / 1 000 m ²			4.02 € HT/ tunnel	1 h / 1000 m ²
Coût / ha			40.2 € HT/ ha	10h / ha

4.2.2. Acariens tétranyques

La stratégie de gestion des acariens tétranyques 2023 reposait sur des interventions en cas de détection avant le début des récoltes. Les premiers acariens ont été observés le 24 mai, jour de début des récoltes.

Dans le BSV PACA, des acariens sont signalés sur melon dès le 7 avril, puis tout au long de la saison, avec des intensités d'attaque moyennes à faibles.

La stratégie 2023 a permis de limiter les coûts compte tenu de l'absence de pression sur la parcelle. Cependant, il serait judicieux de réfléchir à une stratégie préventive de gestion de ce ravageur, les coûts étant susceptibles d'exploser en cas de forte pression avec une stratégie uniquement curative.

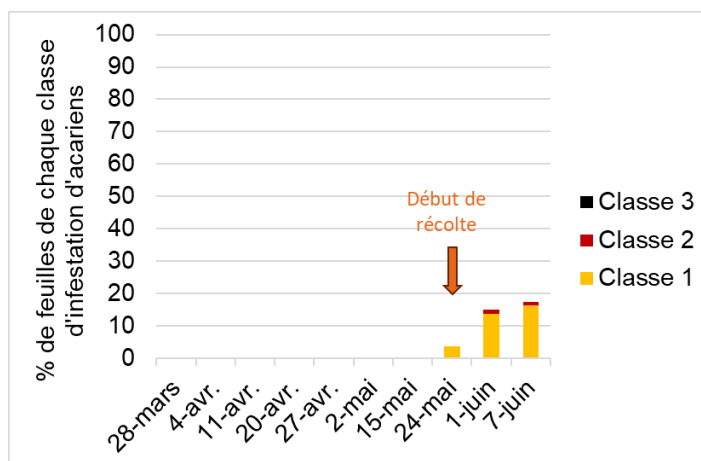


Figure 8 : Intensité et fréquence des acariens tétranyques dans la culture de melon

4.3. Protection contre les pathogènes

Le principal pathogène sur la culture de melon sous abri est l'oïdium. Il n'y a pas eu d'oïdium observé sur la culture. Dans le BSV PACA, il y a eu une pression faible signalée toute la saison.

Dans le tunnel d'essai, il y a eu une attaque de mildiou en fin de culture : les premières taches ont été observées le 31/05. Le 07/06 le mildiou est généralisé dans le tunnel : classe 2 (classe 3 sous les ouvrants). Le mildiou a été peu impactant car la récolte était déjà bien avancée. Dans le BSV, il y a eu un signalement de mildiou sous abri le 9 juin sur une parcelle avec un niveau de pression élevé.

Aucune intervention n'a été réalisée contre les pathogènes sur la parcelle d'essai.

4.4. Résultats agronomiques

Tableau 4 : Résultats agronomiques de la culture

	Résultats précoces au 29/5		Résultats finaux au 7/6				
	Rdt Cat.I (kg/m ²)	Poids moyen (g)	Rdt brut (kg/m ²)	Nb fruits brut / m ²	Rdt Cat.I (kg/m ²)	Rdt cat.1 (T/ha)	Poids moyen (g)
Arlequin	3,3	1019	3,8	3,8	3,8	38.0	1004

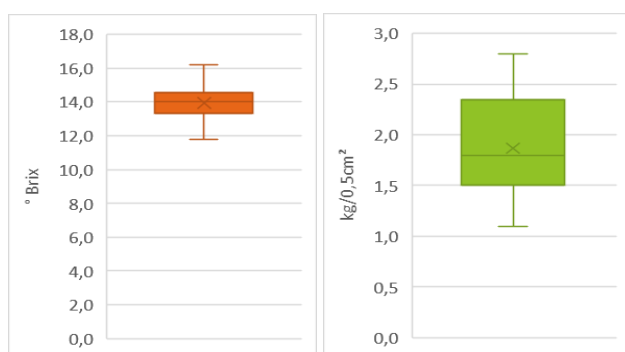


Figure 9 : Mesures qualitatives. A gauche : indice réfractométrique à la récolte, à droite fermeté de la chair à la récolte

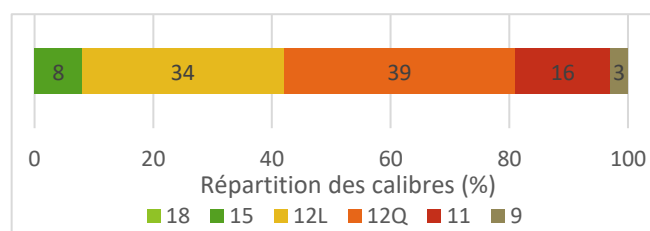


Figure 10 : Répartition du calibre (en %)

Les résultats agronomiques de la culture sont très satisfaisants avec 38,0 T/ha, ce qui est supérieur au rendement de référence donné à dire d'expert sur ce créneau : 30 T/ha. Il faut cependant garder en tête que les rendements mesurés dans l'essai sont des rendements optimisés : au milieu des rangs de melon, pas d'effet de bordure, pas de prise en compte des zones non productives dans le tunnel (bout de rangs). Au niveau de la répartition des calibres, le calibre majoritaire est le calibre 12 (73%). Le 11 et le 12 (12L et 12Q) représentent conjointement 89% des fruits, ce qui est supérieur au seuil minimal de 60% fixé dans les objectifs

du système. Les classes de calibre utilisées en 2023 sont les nouvelles classes de calibre, elles diffèrent de celles utilisées de 2019 à 2022.

Il n'y a pas eu de dégâts notables de bioagresseurs sur la qualité de fruits ou la production, la pression pucerons n'a pas provoqué la présence de miellat sur les fruits. Seulement 0,6 % des fruits sont non commercialisables dont 0,4 % des fruits étaient pourris et 0,2% trop petits.

La qualité des fruits a été contrôlée via la mesure des taux de sucres par réfractométrie et la mesure de la fermeté de la chair (Figure 9). Le taux de sucre moyen est de 14,0°Brix, ce qui est correct et supérieur au seuil minimal de 11°Brix fixé dans les objectifs. Le Brix varie de 11,8 à 16,2, il n'y a pas de fruit mesuré sous la valeur minimale de 10°Brix. La fermeté moyenne de la chair à la récolte est 1,9kg/0,5cm². Aucun fruit n'est vitrescent.

4.5. Suivi du statut nutritif de la culture de melon

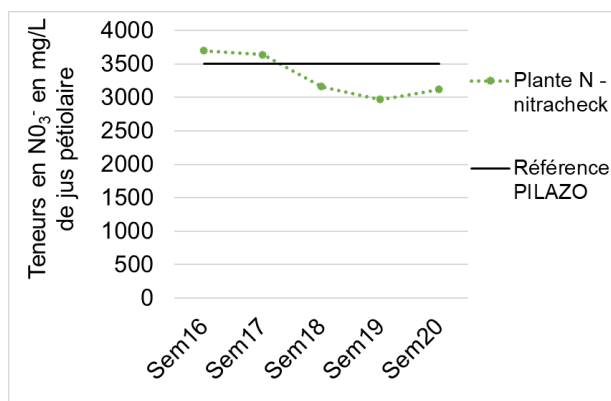


Figure 11 : Teneurs en NO₃⁻ du jus pétioleaire.

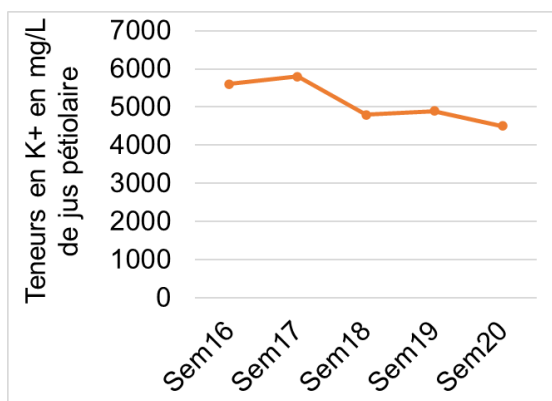


Figure 12 : Teneurs en K⁺ du jus pétioleaire

Les mesures PILAZO réalisées au cours de la culture avec le Nitracheck donne des valeurs assez proches de la référence PILAZO. La culture a donc eu un statut azoté plutôt équilibré.

Pour le potassium, les mesures ont été réalisées à titre exploratoire, il n'existe pas de référentiel pour interpréter ces données.

4.6. Comparaison des IFT de la culture de melon – stratégie DEPHY / IFT de référence

Sur le tunnel d'essai, l'IFT hors biocontrôle est de 0 pour la culture de melon.

Pour définir l'IFT de référence à dire d'experts en agriculture conventionnelle, en tenant compte du créneau de plantation et de la pression en bioagresseurs de l'année, un groupe de conseillers melon du Sud-Est de la France a été réuni. Ils ont défini, suivant les conditions climatiques de l'année, une pratique représentative de ce qu'ils observent sur le terrain. Il faut garder en tête que cet IFT de référence en agriculture conventionnelle n'est donc pas un cas concret mais plutôt une représentation globale des pratiques, il est donc évident que cet IFT de référence ne tient pas compte de spécificités liées aux conditions pédoclimatiques propres à la parcelle, qui peuvent influencer la pression en bioagresseurs. L'IFT hors biocontrôle de référence en agriculture conventionnelle pour le créneau précoce de 2023 défini à dire d'experts est de 2,5 est se décompose comme suit : 2,5 IFT insecticide et 0 IFT fongicide. L'IFT biocontrôle de référence est de 3.

Le système Agrecomel étudié par l'APREL est en agriculture biologique. L'objectif de réduction de l'IFT de la culture de melon par rapport à un système conventionnel est atteint. Les résultats de cet essai mettent en avant une protection satisfaisante en se passant de traitements. Les enregistrements agronomiques (voir 4.4) confirment que la réduction de l'IFT n'a pas impacté directement le rendement. Le rendement est proche de celui de la référence.

4.7. Suivi des autres cultures de la rotation

4.7.1. Tunnel 1 :

4.7.1.1. Culture de persil (2022-2023)

Une culture de persil frisé a été réalisée, plantée le 25 septembre 2022, une première coupe a été réalisée entre décembre 2022 et janvier 2023, une seconde coupe a été réalisée fin février.

L'IFT hors biocontrôle de la culture de persil est de 0.

L'IFT biocontrôle est de 0.

4.7.1.2. Culture de tomate (2023)

La culture a été plantée le 20 mars avec la variété climberley (Syngenta). La culture est palissée avec 6 rangs par tunnel de 8m de large.

Les *Macrolophus pygmaeus* ont été lâchés en culture après la plantation avec une installation correcte, leur présence est restée bonne tout au long de la culture.

La confusion sexuelle a été posée lors de la pose des ficelles de tuteurage et non renouvelée.

Une petite attaque de mildiou sur feuille a eu lieu début juin suite aux pluies de fin mai. *Tuta absoluta* est très présente dès début juillet suite à l'absence de renouvellement de la confusion sexuelle mais aussi suite à une pression supérieure à celle observée les années précédentes. Les acariens tétranyques sont très présents fin juillet et le resteront jusqu'à fin août. Les acariens tétranyques entraîneront l'affaiblissement de la culture menant à son arrachage fin août, 3 à 4 semaines avant la date prévue.

L'IFT hors biocontrôle de la culture de tomate est de 1 (cible insectes).

L'IFT biocontrôle est de 2 (cible insectes).

4.7.2. Tunnel 2 : Culture de salade (2022-2023)

Une culture de feuille de chêne blonde, variété Kineta (Rijk Zwaan), a été réalisée, plantée le 3 novembre 2022, récoltée le 20 janvier (cycle de 78 jours).

L'IFT hors biocontrôle de la culture de salade est de 0.

L'IFT biocontrôle est de 1 : cible mollusques.

6. Conclusion

Tableau 5 : Bilan de performances du système sur la culture de melon

	2019	2020	2021	2022	2023
Réduire les intrants phytosanitaires					
Réduction d'au moins 60% de l'IFT hors biocontrôle par rapport à l'IFT de référence	Réduction 100% IFT hors biocontrôle	Réduction 100% IFT hors biocontrôle	Réduction 100% IFT hors biocontrôle	Réduction 100% IFT hors biocontrôle	Réduction 100% IFT hors biocontrôle
Non utilisation de produits CMR	Pas de CMR utilisé	Pas de CMR utilisé	Pas de CMR utilisé	Pas de CMR utilisé	Pas de CMR utilisé
Maintenir le rendement de la culture					
Perte de rendement maximale de 10% par rapport au rendement de référence	Perte de 15 %	Perte de 3%	Rendement supérieur à référence 2021	Rendement supérieur à référence 2022	Rendement supérieur à référence 2023
Maintenir la qualité des fruits					
Taux de sucres moyen supérieur à 11° Brix	Brix moyen 15,9°	Brix moyen 13,7°	Brix moyen 13,8°	Brix moyen 14,6°	Brix moyen 14,0°
Aucun fruit sous 10° Brix (sur 20 mesurés)	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun
Minimum 60% de calibre 12 (800 à 1150 g) et 11 (1150 à 1350 g)	36 %	78 %	78 %	62 %	89% (nouvelles classes de calibre)
Maîtriser les coûts de protection					
Maximum 2 fois les coûts de protection du système de référence	14,1 fois	5,1 fois	2,8 fois	3,8 fois	0,2 fois

La culture de melon en 2023 s'est globalement bien déroulée, avec des pressions faibles en bioagresseurs. Le rendement et la qualité de fruits de la culture sont satisfaisants.

Le levier génétique est la pierre angulaire de la stratégie. Malgré les pressions signalées en puceron et oïdium dans le BSV PACA, les pressions dans le tunnel d'essai ont été très faibles jusqu'aux récoltes.

Les plantes de service mises en place pour la gestion des pucerons se sont relativement mal implantées en 2023. Le choix s'est porté sur des semis qui auraient dû être anticipés à l'automne, d'autant plus que la plantation de la culture de melon a été plus précoce que les années précédentes. Les plantes de service n'ont pas permis une installation précoce des auxiliaires indigènes.

Les autres leviers mobilisés par le système sont des actions correctives en cas de pression. Ainsi en 2023, dans le contexte de faibles pressions, les coûts de protection ont été limités.

En 2024, le travail sera poursuivi dans un nouveau projet COCOMEL (2023-2026 CASDAR Co-Innovation) qui tout en continuant le travail sur la réduction des intrants phytosanitaires, élargira la réflexion aux réductions des apports en eau et engrais. Le comportement de plusieurs variétés dans le système bas intrants COCOMEL sera comparé.

Renseignements complémentaires auprès de :

Action A524

ROUSSELIN, Aurélie, APREL, 13210 St Rémy de Provence, tel 04 90 92 39 47, rousselin@aprel.fr

Réalisé avec le soutien financier de :



Action du plan Ecophyto piloté par les ministères en charge de l'agriculture, de l'écologie, de la santé et de la recherche, avec l'appui technique et financier de l'Office français de la Biodiversité