



Melon

Protection Biologique Intégrée en culture sous abri

2020



Aurélie ROUSSELIN, Elodie DERIVRY, APREL - Antoine DRAGON, CETA du Soleil - Aurélie CAILLOL, Mathilde CHABOT, stagiaires APREL

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 seconde année du projet DEPHY ECOPHYTO AGRECOMEL

1- Thème 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.

2- But de l'essai

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...).

3- 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 et d'avoine sur les bords du tunnel. Objectif : Attirer les pucerons des fèves et des graminées pour permettre l'installation précoce de prédateurs et parasitoïdes de pucerons avant le débâchage de la culture.
	Installation d'alyse. Objectif : Offrir une ressource en pollen et nectar aux auxiliaires (syrphes et parasitoïdes)
	Si présence importante, lâchers d' <i>Aphidius colemani</i> .
Acariens tétranyques	Au débâchage, apports de sachets de <i>Neoseiulus californicus</i> (0,1 sachets/m ²).
	Gestion des foyers à l'aide de <i>Neoseiulus californicus</i> en vrac.
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 n'ayant pas de problème de nématodes, une observation des racines en fin de culture est prévue, mais aucun levier spécifique n'est mis en place pour la gestion des nématodes.

4- Matériel et méthodes

4.1- 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 (salade ou épinard) et alternance de Cucurbitacées et Solanacées en été. Le suivi des cultures d'été 2019 est détaillé dans la Fiche APREL 19-061.

Tunnel 1

2019		2020		2021
Melon	Courgette	Salade	Tomate grappe	Salade

Tunnel 2

2019		2020		2021
Tomate ancienne	Salade1	Salade2	Melon	Epinard

4.2- 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.

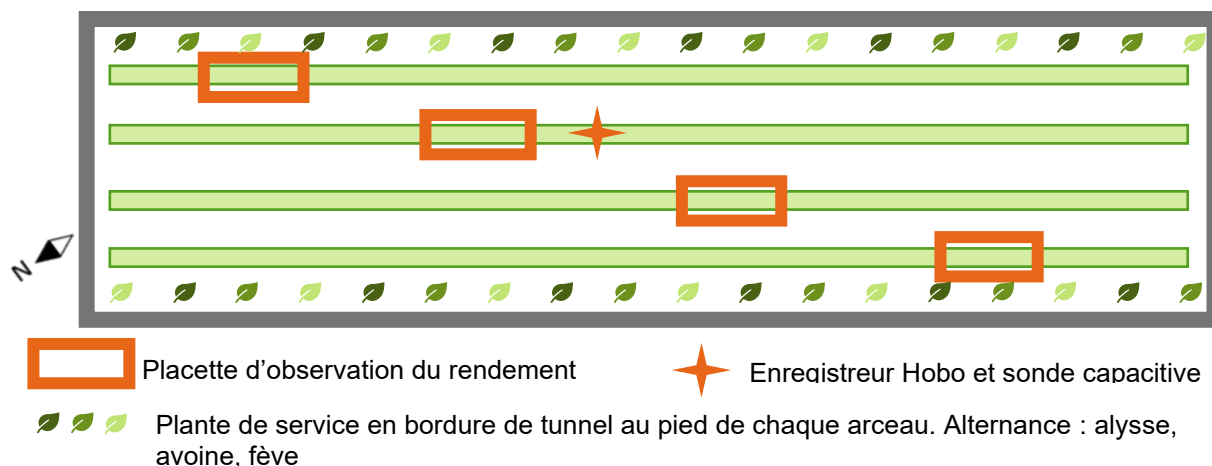


Figure 1 : Schéma du tunnel de melon 2020 - Tunnel 2

4.3- Observations et mesures

• Sur la culture de melon

▪ Suivi de la pression en bioagresseurs : Chaque semaine à partir du retrait du P17 une observation est réalisée sur 8 placettes flottantes d'1 mètre linéaire.

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

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.

En fin de culture (10/07/20), une cartographie de la pression en nématodes est réalisée à l'aide de l'échelle de Zeck (échelle de 0 à 10), la présence de nécroses racinaires est également notée sur une échelle de 0 à 10. Pour réaliser cette cartographie les systèmes racinaires de 28 plants de melon sont observés.

- Suivi du statut nutritif de la culture : Un suivi Nitratest de la disponibilité en azote du sol est réalisé de façon hebdomadaire du 6 mai jusqu'au début des récoltes. Un suivi Pilazo est réalisé en parallèle pour évaluer le statut azoté de la culture. Des mesures de NBI, chlorophylles, anthocyanes et flavonoïdes sont également réalisées en parallèle, à l'aide de la pince Dualex®, les mesures sont effectuées sur 24 jeunes feuilles adultes à chaque date de mesure.

- Suivi du rendement et de la qualité de fruits : 4 placettes de 12 m linéaires, 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. La tenue après récolte d'un lot de 10 fruits est évaluée, la fermeté de la chair est mesurée après 9 jours.

- Suivi du statut hydrique de la culture : L'humidité du sol au cours de la culture est suivie à l'aide d'une sonde capacitive.

- 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 cultures de salade, d'épinard et de tomate**

- Suivi de l'état sanitaire des cultures : Un suivi phytosanitaire des cultures est réalisé tous les 15 jours en se basant sur les protocoles du BSV.

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

4.4- Conduite de la culture de melon

Variété : Arkade

Porte-greffe : TZ148

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

Sol : Calcaro-argileux

Travail de sol : Rotobèche 25-30 cm, sous-solage 50 cm, herse rotative

Fertilisation : 1.5 T/ha de tourteau de ricin + 2 t/ha de 6-3-11 Ovinalp + 7-7-10 DCM en localisé sur le rang (150 g/m²)

Semis : 17/02/20 (en pépinière)

Plantation : 24/03/20

Début de récolte : 08/06/20

Fin de récolte : 29/06/20

Densité : 0.5 plant/m²

Irrigation : Goutte à goutte, pilotage à la tarière

4.5- 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

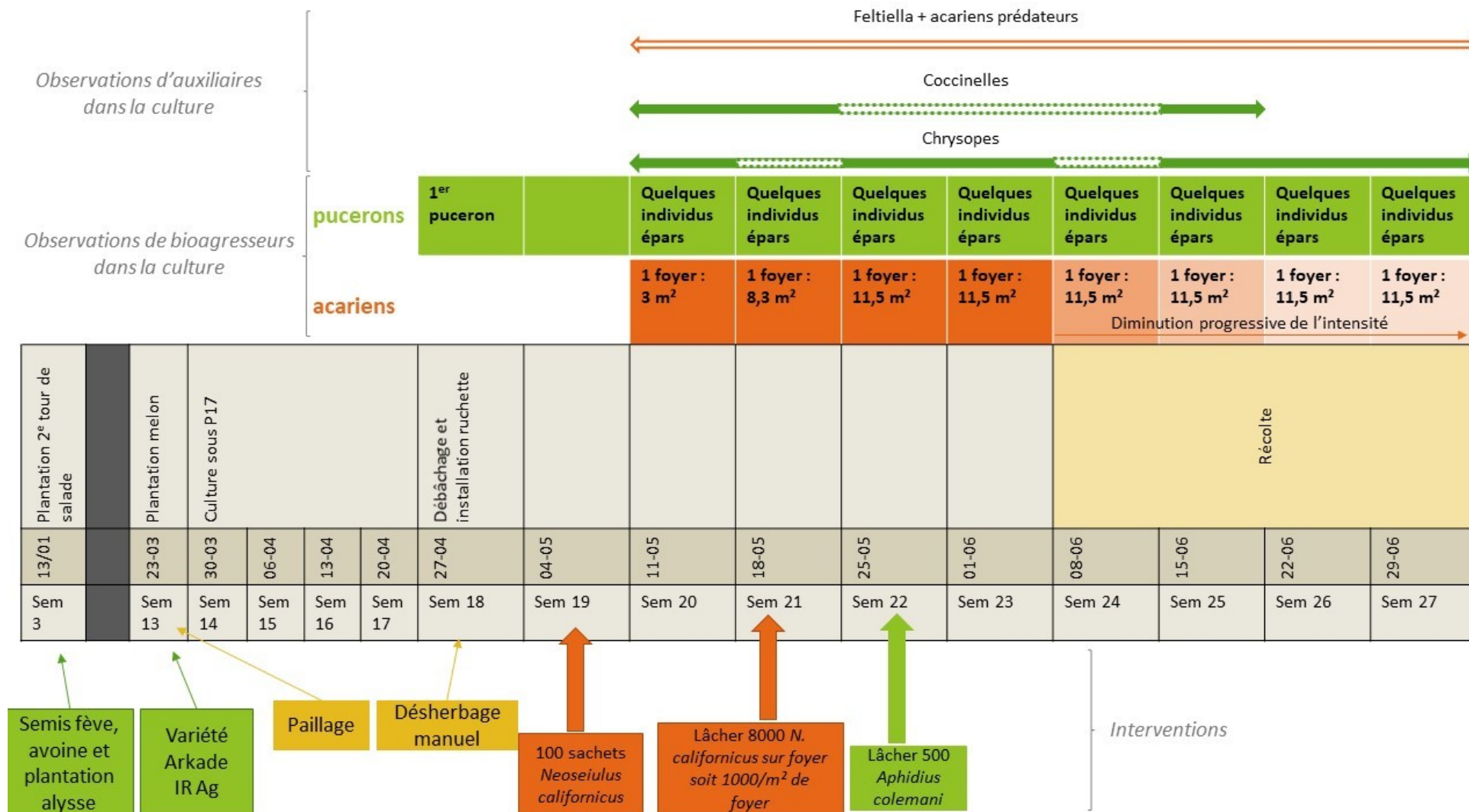


Figure 2 : Schéma de bilan de déroulement de la culture de melon

5. Résultats

5.1- Conditions de culture

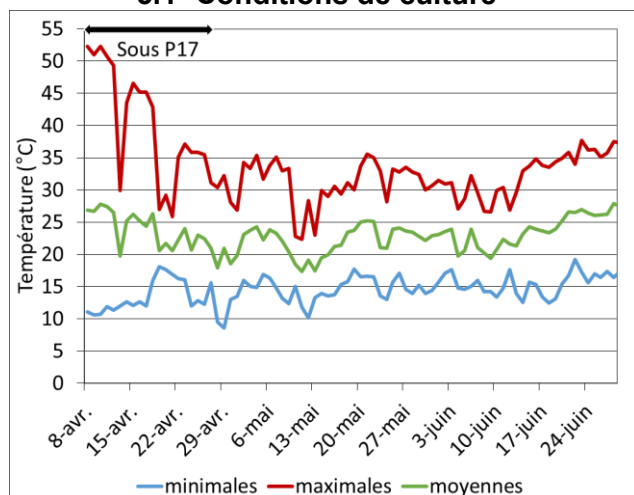


Figure 3 : Evolution des températures au cours de la culture de melon

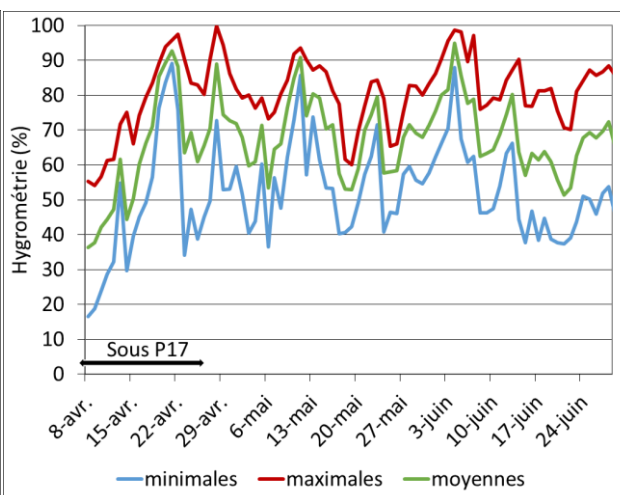


Figure 4 : Evolution de l'hygrométrie au cours de la culture de melon

Du 24 mars (plantation) au 27 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 assez habituelles pour ce créneau d'abri, avec des températures moyennes comprises entre 20 et 25°C.

5.2- Protection contre les ravageurs

5.2.1- 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. Un lâcher de parasitoïdes a été réalisé en complément.

Des plantes de service sont mises en place. Par rapport à la stratégie 2019, où seules des fèves un arceau sur deux avaient été testées, avec un semis 2 semaines avant la plantation de la culture de melon, en 2020 les plantes de service ont été diversifiées (3 espèces : fève, avoine, alysse) et leur mise en place a été anticipée.

Les plantes de service ont été mises en place entre les deux rotations de salade, afin de bénéficier du bassinage de la seconde culture de salade pour leur développement et également de temps pour se développer, accueillir des pucerons et permettre l'installation des auxiliaires bien avant le débâchage de la culture de melon. Les plantes de service sont semées (avoine et fève) ou plantées (alysse) le 16/01/20.

En terme d'implantation, afin de limiter les risques de concurrence avec les cultures, les plantes de service sont mises en place sur les bords des tunnels au pied de chaque arceau. Les 3 espèces sont alternées un arceau sur 3.

Sur les 114 emplacements avec semis ou plantation d'une plante de service, 95 abritent une plante de service au 22/04. La germination ou la reprise après plantation des plantes de service ont donc été très satisfaisantes, avec 83 % de développement. L'avoine est l'espèce qui s'est le moins bien implantée avec seulement 58% d'implantation (Figure 7). Il n'y a pas eu de problème de concurrence vis-à-vis de la culture de salade ou de la culture de melon (Figure 5).

Tableau 2 : nombre de plantes de service de chaque espèce

Espèce	Nb plants 22/04
Alysse	36
Avoine	21
Fève	38



Figure 5 : Photographies des plantes de service (07/04/20)

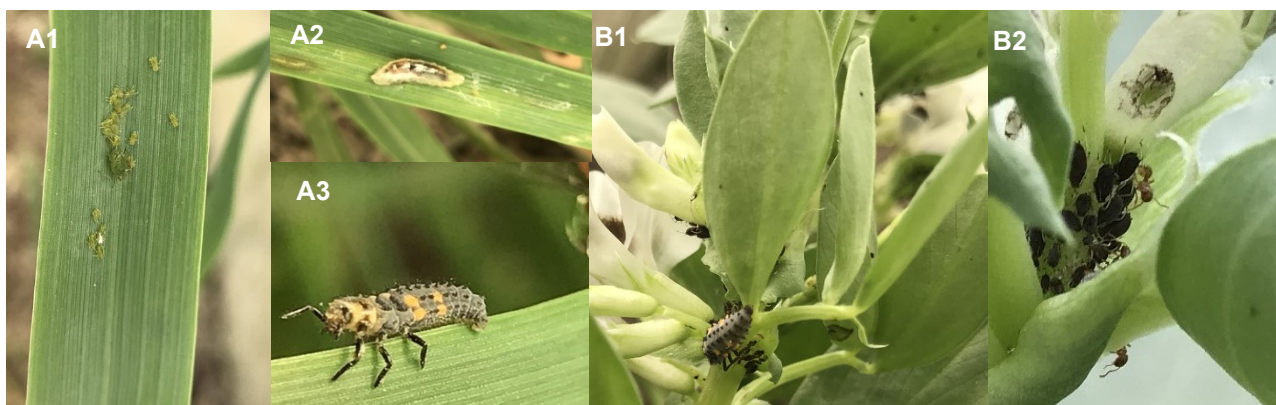


Figure 6 : Photographies des pucerons et auxiliaires sur les plantes de service avant le débâchage des melons. A) Photographies des plants d'avoine 07/04/20 : A1 - pucerons ; A2 - larve de syrpe ; A3 - larve de coccinelle. B) Photographies des plants de fève 17/04/20 : B1 - larves de coccinelle ; B2 - pucerons et fourmis

Dès début avril des pucerons sont observés sur l'avoine, avec la présence de larves de coccinelles et de larves de syrphes (Figure 6A). La présence de pucerons sur avoine baisse au cours du mois d'avril. Lors de la notation réalisée le 22/04, 66% des plants d'avoine du tunnel portent des pucerons des céréales et sur 52% des plants du tunnel des coccinelles sont observées. L'avoine apparaît dans les conditions de l'essai très favorable à l'installation précoce de prédateurs de pucerons. Il n'y a quasiment pas de parasitoïdes observés sur avoine. Les populations de pucerons sur avoine diminuent, début mai il ne reste que quelques pucerons épars, mais des coccinelles sont observés sur les plants d'avoine. Au 21/05 les plants d'avoine sont desséchés.

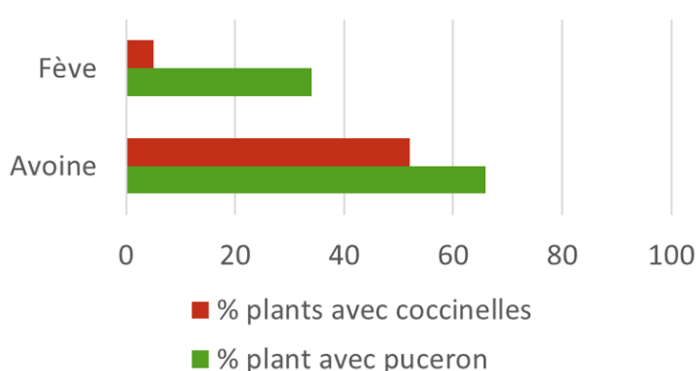


Figure 7 : Pourcentage des plantes de service (avoine et fève) portant des pucerons et des coccinelles (observation du 22/04/20)

Début avril, les premiers pucerons sont observés sur les fèves. Lors de la notation réalisée le 22/04, 34% des plants de fèves du tunnel portent des pucerons, sur seulement 5% des plants des coccinelles sont observées. Les fourmis sont très présentes autour de ces pucerons, ce qui a pu gêner les prédateurs. La présence de pucerons sur fève augmente fin avril. Quelques auxiliaires sont observés début mai : syrphes et coccinelles. Mi-mai quelques momies dorées sont observées.

Lors de l'observation du 29/04, qui correspond au débâchage de la culture, de nombreuses syrphes adultes sont observées sur les alysses. Les adultes de syrphes sont observés chaque semaine sur les alysses jusqu'à fin juin.

A partir de fin mai, les avoines et les fèves sont sèches, des pucerons sont observés sur les chénopodes spontanés, des œufs de chrysopes et des larves de coccinelles sont observés sur ces adventices (Figure 8).

Ainsi, les prédateurs de pucerons ont pu successivement trouver des proies de substitution tout d'abord sur l'avoine (début avril à mi-mai), puis sur les fèves (mi-avril à mi-mai), puis sur les chénopodes (fin mai), ainsi qu'une ressource complémentaire en pollen et nectar (alysse en fleurs bien avant le débâchage des melons).

Les observations hebdomadaires des plants de melon montrent une pression relativement faible en pucerons tout au long de la culture. L'intensité est restée très faible, majoritairement en classe 1 (moins de 5 individus par feuille) et quelques rares feuilles en classe



Figure 8 : Photographies de pucerons, œufs de chrysopes et de coccinelles sur chénopode (26/05/20)

2 (entre 6 et 25 individus par feuille). Les deux semaines suivant le débâchage quasiment aucun puceron n'est observé. Les deux semaines suivantes des pucerons épars commencent à être présents, avec quelques feuilles en classe 2. Comme les prédateurs étaient assez présents dans le tunnel, mais qu'il n'y a quasiment pas eu de parasitoïdes observés, un lâcher de parasitoïdes a été réalisé à raison de 0.5 individu / m². Aucune autre intervention n'a été réalisée car la culture est rentrée en récolte semaine 24 et la fréquence et l'intensité de la pression pucerons sont restées faibles, moins de 30% d'organes infestés.

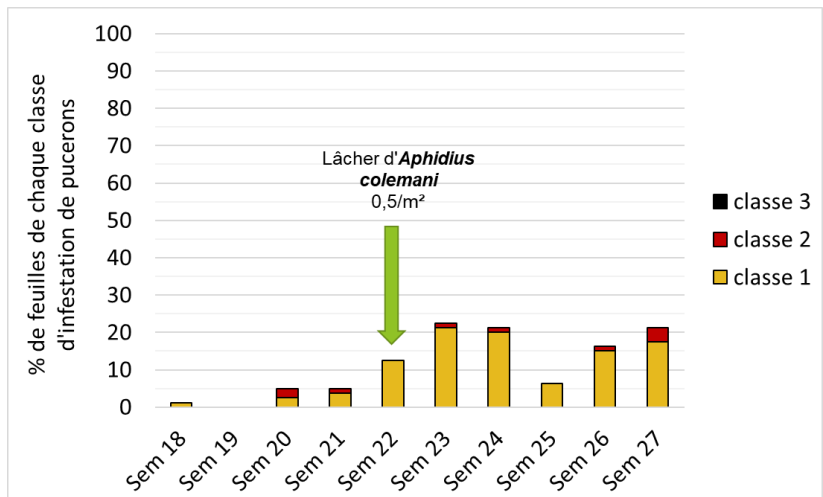


Figure 9 : Intensité et fréquence des pucerons dans la culture de melon

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
16/01	Avoine semée	300 g de graines	0.59 € HT/tunnel	1 h / 1000 m ²
	Fève semée	170 g de graines	1.78 € HT/tunnel	
	Alysse maritime plantée	38 mottes	1.10 € HT/tunnel	
Coût / 1 000 m²			3.47 € HT/ tunnel	1 h / 1000 m²
Coût / ha			34.7 € HT/ ha	10h / ha

Tableau 4 : Date et coût des apports d'auxiliaires et des traitements réalisés pour la gestion des pucerons

Date	Apports auxiliaires	Dose/m ²	Estimation coût € HT/m ²	Temps de main d'œuvre estimé
27/05	<i>Aphidius colemani</i>	0.54 individus/m ²	0.025 € HT/m ²	0.1 h / 1000 m ²
Coût / ha			250 € HT/ ha	1h / ha

5.2.2- Acariens tétranyques

La stratégie de gestion des acariens tétranyques repose sur un lâcher préventif de 0.1 sachet/m² de *Neoseiulus californicus* au moment du retrait du P17.

En 2019, la mise en place des sachets avait été déclenchée suite à la détection des premiers individus. Plusieurs foyers s'étaient ensuite développés dans la culture, c'est pourquoi le lâcher a été anticipé en 2020.

Un foyer a été repéré en semaine 20, comme observé sur la Figure 10 (classe 3 semaine 20), la semaine ayant suivi l'installation des sachets. Ce foyer représentait alors 3 m². La semaine suivante le foyer a plus que doublé de superficie (8.3 m²).

A titre exploratoire un lâcher massif de *Neoseiulus californicus* en vrac a été réalisé sur ce foyer à raison de 1000 individus/m², soit 8000 individus sur le foyer (23/05). La semaine suivante le foyer représentait 11.5 m². Le foyer est resté actif pendant les deux semaines qui ont suivi le lâcher massif, sans pour autant s'étendre au-delà des 11.5 m². Puis l'intensité d'infestation a fortement diminué sur les 4 dernières semaines de culture. Lors de l'observation du 15/06 (Semaine 25), il ne reste que quelques acariens phytophages épars dans la zone du foyer. La semaine suivante (22/06), de jeunes apex redémarrent dans la zone du foyer. Des dégâts sur les

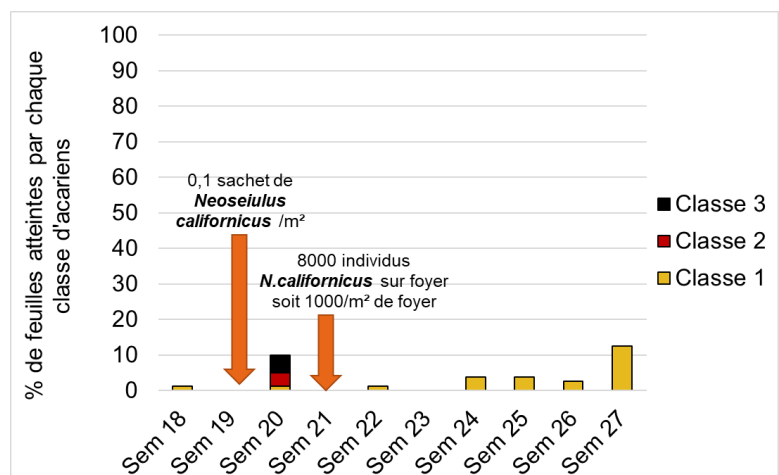


Figure 10 : Intensité et fréquence des acariens tétranyques dans la culture de melon

plantes sont observés sur la zone initiale du foyer sur une superficie de 3.8 m². 1 fruit a présenté des marques liées à l'attaque d'acariens.

Ainsi le lâcher massif semble avoir permis de nettoyer le foyer. Le contrôle du foyer, ainsi que les sachets mis en place dans tout le tunnel ont sans doute permis que les acariens phytophages du foyer n'essaient pas dans le tunnel.

Tableau 5 : Date et coût des apports d'auxiliaires réalisés pour la gestion des acariens tétranyques

Date	Apports auxiliaires	Dose/m ²	Estimation coût € HT/m ²	Temps de main d'œuvre estimé
06/05	<i>Neoseiulus californicus</i>	0,11 sachet/m ²	0,051 € HT/m ²	0.5 h / 1000 m ²
23/05	<i>Neoseiulus californicus</i>	1 000 individus/m ² de foyer soit 8 000 individus	45.7 € HT pour le foyer soit 0.049 € HT/m ²	0.05 h / foyer
Coût / ha			1 000 € HT/ ha	5.5 h / ha

5.3- Protection contre les pathogènes

Il n'y a pas eu de pathogène observé sur cette culture. Le pathogène principal sur ce créneau est l'oïdium, il y a eu deux signalements dans le BSV PACA sur la saison de melon sous abri 2020. Dans le bulletin du 27 mars, des taches sont signalées sur 1 parcelle sous abri chauffé hors réseau. Au stade récolte, 2 parcelles sont signalées avec la présence d'oïdium dans le bulletin du 5 juin. La pression en pathogènes a donc été globalement faible sur la saison d'abri 2020. Aucune intervention n'a été réalisée contre ce bioagresseur sur la parcelle d'essai.

5.4- Pression en bioagresseurs telluriques

Poteau	rang 1	rang 2	rang 3	rang 4	rang 1	rang 2	rang 3	rang 4
NORD	55	0	0	0	0	0	0	0
	46	0	0	0	0	4	1	2
	37	0	0	0	0	0	0	0
	28	0	0	0	1	2	1	0
	19	0	0	0	0	0	0	2
	10	0	0	0	0	3	1	2
SUD	1	0	0	0	0	0	0	0

Figure 11: Cartographie des systèmes racinaires (10/07/20), à gauche : indice de galles racinaires, échelle de Zeck de 0 à 10 du niveau d'infestation par les nématodes, à droite : indice de nécroses racinaires, échelle de 0 à 10

Aucune action spécifique n'est mise en place contre les nématodes, la parcelle n'ayant pas un historique de pression. Sur les 28 systèmes racinaires observés en fin de culture, une seule galle de nématodes est observée, le niveau de pression en nématodes est donc très faible.

Des nécroses racinaires sont observées sur 36% des plants en fin de culture, l'intensité est généralement faible, une seule plante présente une intensité moyenne.

5.5- Résultats agronomiques

Tableau 6 : Résultats agronomiques de la culture

Variété	Rdt Cat.I précoce (kg/m ²)	Poids moyen précoce (g)	Rendement brut (kg/m ²)	Nb de fruits brut/m ²	Rdt cat.1 final (kg/m ²)	Rdt cat.1 final (en T/ha)	Rdt com (en T/ha)	Poids moyen final (g)
Arkade	0.9	912	3.0	3.1	2.8	27.8	29.0	955.1

Les résultats agronomiques de la culture sont relativement satisfaisants avec 29 T/ha, ce qui est inférieur au rendement de référence donné à dire d'expert sur ce créneau : 30 T/ha, soit une perte de 3%, bien inférieur au seuil maximal de 10% de perte fixé dans les objectifs du système. Au niveau de la répartition des calibres, le calibre majoritaire est le calibre 12 (62%). Le 11 et le 12 représentent conjointement 78% des fruits, ce qui est supérieur au seuil minimal de 60% fixé dans les objectifs du système.

Il n'y a pas eu de dégâts notables de bioagresseurs sur la qualité de fruits ou la production, le foyer d'acarien est resté localisé, avec une zone 3.8 m² où un fruit présentait des dégâts. 2.8% des fruits sont non commercialisables à cause de pourritures.

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, ainsi qu'une observation de la tenue en conservation. Le taux de sucre moyen est

de 13,7°Brix, ce qui est un peu faible, mais supérieur au seuil minimal de 11°Brix fixé dans les objectifs. Le Brix varie de 10 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 2.2kg/0,5cm². Aucun fruit n'est vitrescent. Les fruits présentent une assez bonne tenue en conservation (Figure 14).

Tableau 7 : Résultats agronomiques, classification des fruits

% déchets	% cat I	% cat II
2.8	93	4.3

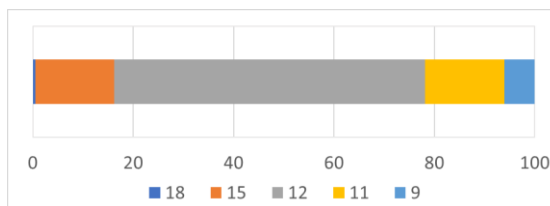


Figure 12 : Répartition du calibre (en %)

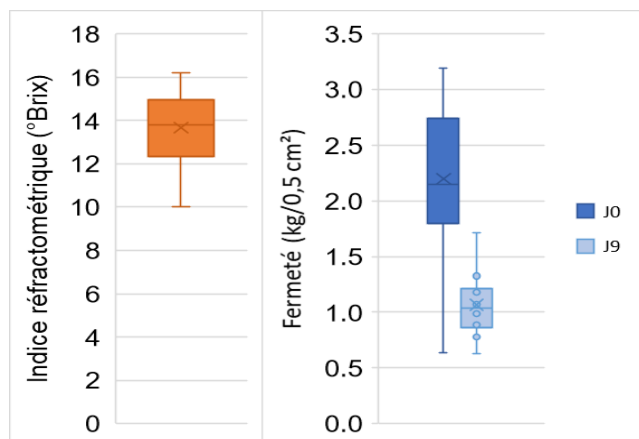


Figure 13 : Mesures qualitatives. A gauche : indice réfractométrique à la récolte, à droite fermeté de la chair à la récolte et après 9 jours



Figure 14 : Suivi de la tenue à la conservation, à gauche : entrée en conservation, à droite après 9 jours à 12°C

5.6- Suivi des statuts hydriques et nutritifs de la culture de melon

5.6.1. Suivi teneur en eau du sol

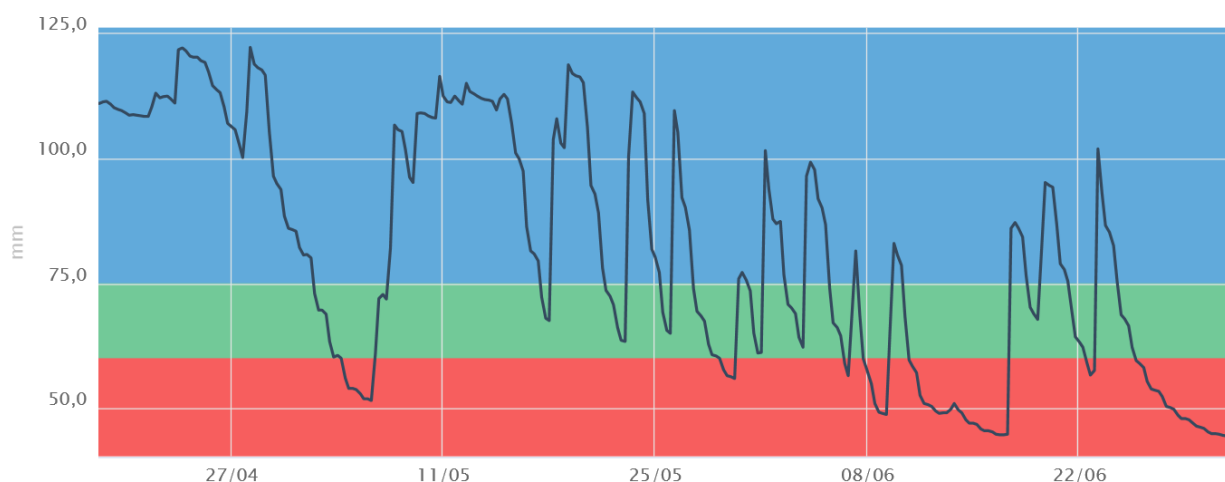


Figure 15 : Courbe de la teneur en eau du sol (données issues des enregistrements de la sonde capacitive)

Un confort hydrique est maintenu jusqu'à fin avril, pour le développement végétatif de la culture. A ce moment, la culture est bien charpentée avec des fleurs femelles, à l'exception d'une ligne qui a subi un problème de goutte-à-goutte. Une restriction hydrique, avec un arrêt des arrosages pendant une semaine du 28 avril au 6 mai, a été appliquée le temps de la nouaison, pour favoriser l'accroche des fruits au détriment de la plante. Les arrosages ont ensuite repris pour accompagner le grossissement des fruits, en laissant ressuyer le sol, pour éviter que les plantes ne s'emballent trop. Ensuite à l'approche de la récolte, une réduction des apports est opérée.

5.6.2. Suivi N et K au niveau du sol

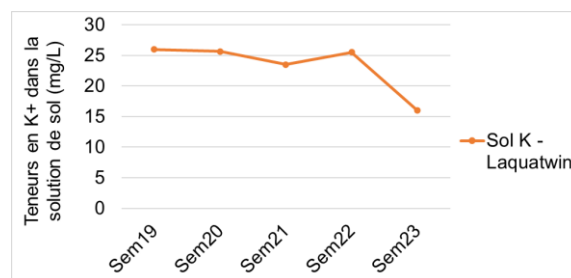
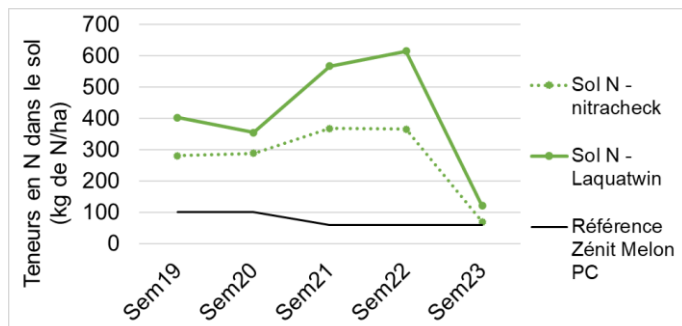


Figure 16 : Teneurs en N dans le sol au cours de la culture avec deux appareils : Nitracheck (appareil de référence) et Laquatwin N

Figure 17 : Teneurs en K+ dans le filtrat de solution de sol

Au niveau de l'azote du sol (Figure 16), la culture est restée en conditions de confort azoté jusqu'à la récolte, en prenant comme référentiel la grille Zénit pour le melon de plein champ. Pour les données potassium, il n'existe pas de référentiel permettant d'interpréter les données.

5.6.3. Suivi statut nutritif des plantes

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

Pour le potassium, les mesures ont été réalisées à titre exploratoire, il n'existe pas de référentiel pour interpréter ces données. Concernant les mesures réalisées au Dualex, le NBI sur la face inférieure des jeunes feuilles adultes semble diminuer au cours de la culture, ce qui avait déjà été observé sur les données de 2019. Le teneur en chlorophylle semble plus élevé sur la première date de mesure, puis est assez stable au cours du temps. Les teneurs en flavonoïdes et anthocyanes semblent augmenter légèrement au cours du temps.

Il est intéressant de noter les différences de gammes de mesure Dualex entre 2019 et 2020 (Figure 21). La plantation 2019 était plus précoce que celle de 2020, mais les récoltes des deux années ont commencé à la même date : 08/06. Au cours des deux années les mesures Dualex ont été réalisées au cours du mois précédant la récolte en 2019 : 03/05, 07/05, 15/05 et 28/05 et 2020 : 06/05, 13/05, 20/05, 26/05 et 02/06. Les gammes de valeurs en flavonoïdes sont proches sur les deux cycles de culture. Cependant, les teneurs en chlorophylles et les valeurs de NBI sont plus élevées en 2019 qu'en 2020. A l'inverse, les teneurs en anthocyanes sont plus élevées en 2020 qu'en 2019. Ces différences peuvent résulter de différences variétales, mais aussi de différences de statut nutritif des cultures. Une corrélation entre des apports d'azote et une pression plus élevée en pucerons est fréquemment évoquée dans la littérature (Aqueel & Leather, 2011; Chau et al., 2005; Stafford et al., 2012). La plus forte pression en pucerons observée sur la culture de 2019 par rapport à 2020, résulte peut-être en partie du statut azoté plus élevé de la culture.

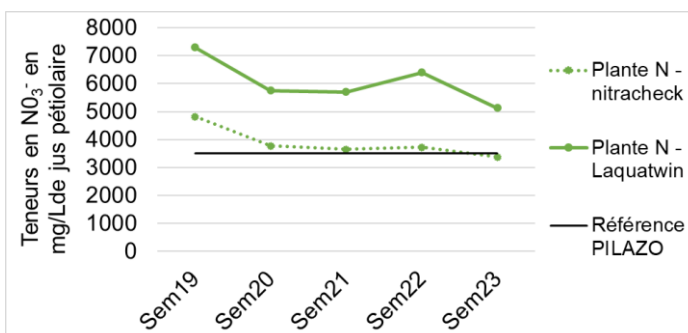


Figure 18 : Teneurs en NO₃⁻ du jus pétioleaire. Mesures réalisées avec deux appareils : Nitracheck (appareil de référence) et Laquatwin N

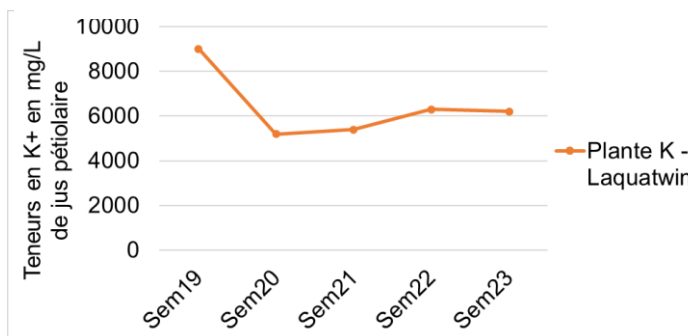


Figure 19 : Teneurs en K⁺ du jus pétioleaire

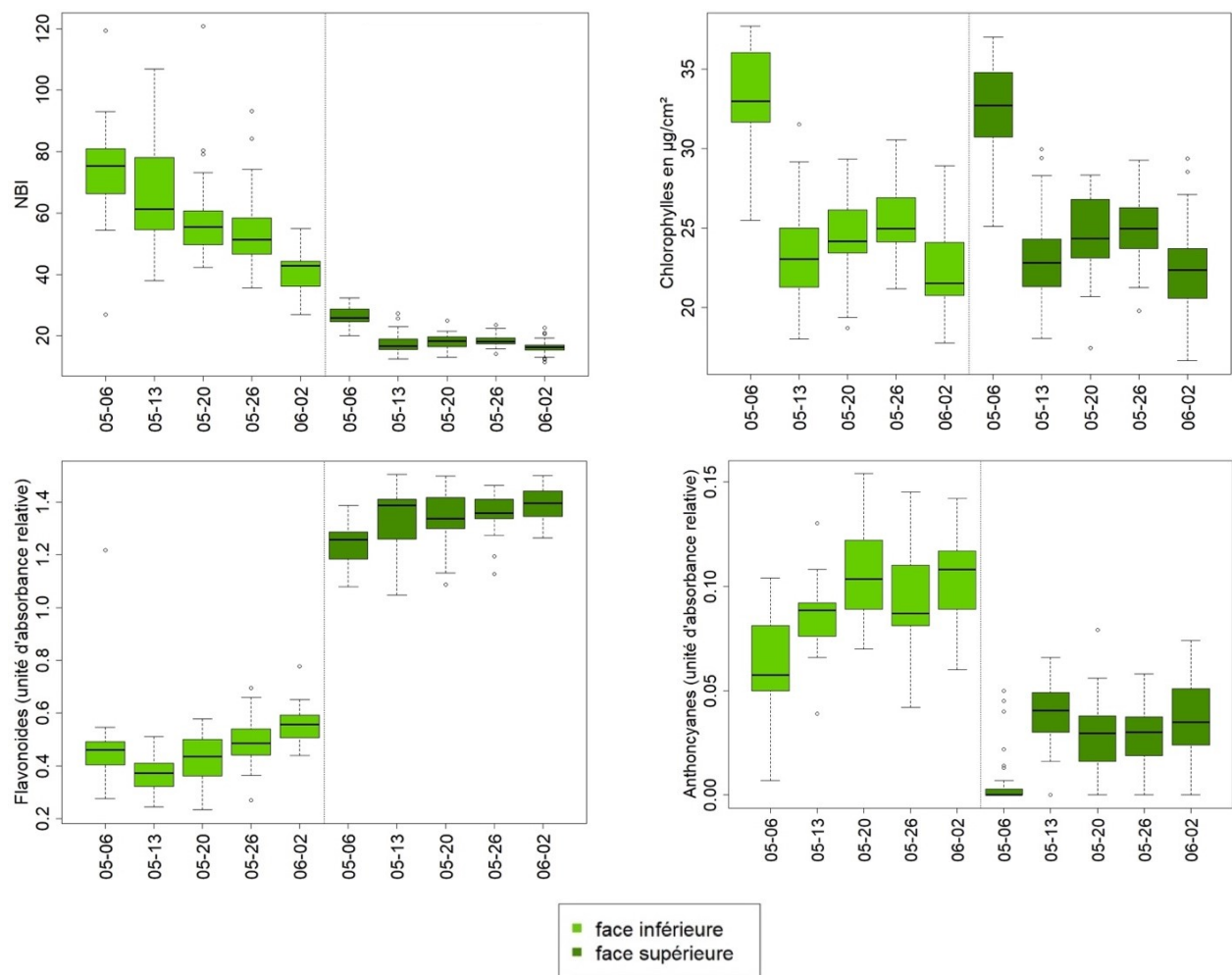


Figure 20 : Mesures NBI (Nutrient Balance Index), teneurs en chlorophylles, teneurs en anthocyanes et teneurs en flavonoïdes réalisées au Dualex

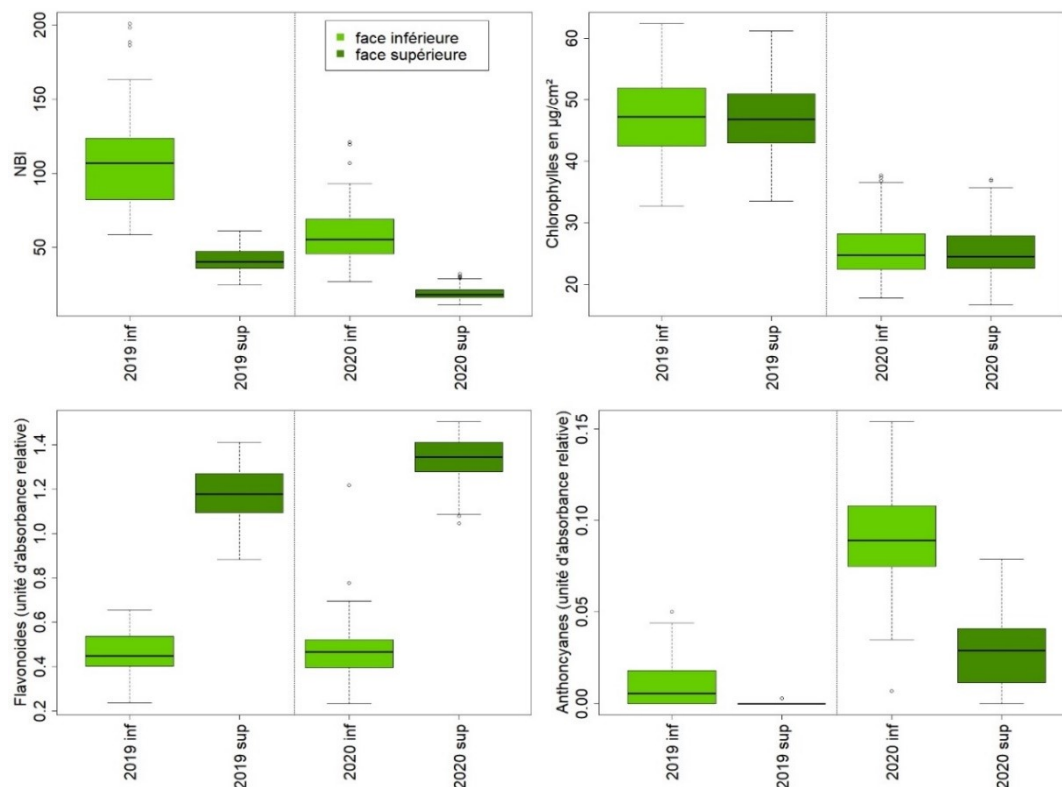


Figure 21 : Comparaison des valeurs de mesures du Dualex 2019-2020

5.7 - Comparaison des IFT de la culture de melon – stratégie DEPHY / IFT de référence

Sur le tunnel d'essai, qui est mené en agriculture biologique, 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 2020 défini à dire d'experts est de 4.5 et se décompose comme suit : 2.5 IFT insecticide et 2 IFT fongicide. L'IFT biocontrôle de référence est de 1.

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 5.5) confirment que la réduction de l'IFT n'a pas impacté directement le rendement. Le rendement est proche de celui de la référence.

5.8.-Suivi des autres cultures de la rotation

5.8.1. Tunnel 1 :

a) Culture de salades (2019-2020)

Deux cultures de batavia blonde ont été réalisées.

La première batavia, variété Naturabella, a été plantée mi-novembre 2019, récoltée début février 2020. La culture s'est dans l'ensemble bien déroulée, avec tout de même une présence importante d'escargots en bord de tunnel, ainsi qu'une faible pression en Botrytis à partir de début janvier.

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

L'IFT biocontrôle est de 1 : cible mollusques.

La seconde batavia, variété Zoraga, a été plantée fin février 2020, récoltée mi avril 2020. La culture s'est dans l'ensemble bien déroulée, avec peu d'attaques de bioagresseurs, à part la visite de quelques pucerons et un peu de pourritures de collet (botrytis et sclérotinia) restant à un niveau faible.

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

L'IFT biocontrôle est de 1 : cible mollusques.

b) Culture de tomate (2020)

La culture a été plantée début mai 2020, la variété est Climberley, la culture s'est dans l'ensemble bien déroulée.

Des *Macrolophus pygmaeus* ont été lâchés à la plantation. Les populations de *Macrolophus* se sont installées progressivement, avec des populations faibles jusqu'à début juin et des populations élevées à partir de début juillet. Des *Dicyphus* ont également été observés sur la culture à partir de mi-juin, avec des niveaux de populations moyens. Les aleurodes ont été présents dans la culture dès mi-mai, la pression est restée faible en intensité tout au long de la culture.

La confusion sexuelle contre *Tuta absoluta* a été mise en place avant la plantation, et renouvelée 1 fois, permettant une bonne gestion de la population du ravageur. Les premières *Tuta* sont observées début août, les populations sont faibles jusqu'à la mi-août, puis moyennes. Les mineuses ont été présentes à partir de mi-juin, avec des populations faibles jusqu'en juillet, puis moyennes au cours du mois d'août. Quelques dégâts de noctuelles sur fruits sont observés fin août.

Les acariens phytophages ont été présents dans la culture à partir de début juin, avec une augmentation progressive de leur fréquence et de leur intensité. La pression est faible jusqu'à fin juin, moyenne de début juillet à début août, puis élevée en fin de culture. Des *Phytoseiulus persimilis* sont observés fin août.

Il n'y a pas eu de pression oïdium.

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

L'IFT biocontrôle est de 5 : 1 à cible pathogènes, 4 à cible insectes.

c) Culture de salade (2020-2021)

Une culture de salade batavia rouge a été réalisée, variété Marinski, plantée fin novembre 2020, récoltée début mars 2021. La culture s'est développée correctement, mais a connu des pertes assez importantes de pourritures du collet, phénomène assez généralisé en partie lié aux conditions climatiques d'abord poussantes en début d'hiver, puis ventées et froides en janvier.

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

L'IFT biocontrôle est de 1 : cible mollusques.

5.8.2. Tunnel 2 :

a) Culture de salade (2019-2020)

Deux cultures de salades ont été réalisées.

La première batavia, variété Naturabella, a été plantée fin octobre 2019, récoltée début janvier 2020. La culture s'est dans l'ensemble bien déroulée, avec tout de même une présence importante d'escargots en bord de tunnel, ainsi que la présence de jeunes chenilles au stade 7 à 10 feuilles.

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

L'IFT biocontrôle est de 1 : cible mollusques.

La seconde salade, variété Figaro, a été plantée le 20 janvier 2020, récoltée mi mars 2020. La culture s'est dans l'ensemble bien déroulée, malgré une pression en botrytis moyenne. Dès le stade 10-13 feuilles du botrytis est observé. Des pourritures du collet (botrytis + sclerotinia) sont observées au stade pomaison.

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

L'IFT biocontrôle est de 1 : cible mollusques.

b) Culture d'épinard (2020-2021)

Une culture d'épinard a été réalisée, variété Merkat, a été plantée 7 octobre 2020, 2 coupes ont été réalisées, la deuxième avec le pied entier mi-mars 2021. La culture a connu peu de problématiques gênantes, seuls quelques pucerons ont été observés en cours de culture sans être préjudiciables, et quelques rares chenilles. Les mollusques n'ont pas fait de dégâts notables cette année, une application en préventif d'un produit de biocontrôle à cible mollusque a été réalisé.

L'IFT hors biocontrôle est de 0.

L'IFT biocontrôle est de 1 : cible mollusques.

6. Conclusion

Tableau 8 : Bilan de performances du système sur la culture de melon

	2019	2020
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
Non utilisation de produits CMR	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%
Maintenir la qualité des fruits		
Taux de sucres moyen supérieur à 11° Brix	Brix moyen 15.9°	Brix moyen 13.7°
Aucun fruit sous 10° Brix (sur 20 mesurés)	Aucun	Aucun
Minimum 60% de calibre 12 (800 à 1150 g) et 11 (1150 à 1350 g)	36 % de calibres 12 et 11	78% de calibre 12 et 11
Maîtriser les coûts de protection		
Maximum 2 fois les coûts de protection du système de référence	14,1 fois	5,1 fois

La culture de melon 2020 s'est bien déroulée avec une faible pression en bioagresseurs. Il n'y a pas eu de pression oïdium. Quelques pucerons épars ont été observés, mais il n'y a pas eu de développement de foyers. Cette faible pression en pucerons, en comparaison à la pression 2019, peut résulter de :

- la résistance de la variété (Vat), mais la variété de 2019 était également Vat
- la bonne installation des prédateurs de pucerons dans le tunnel (coccinelle, syrphes, chrysopes) favorisée par les plantes de service (avoine, alysse, fève), installation plus précoce et plus importante qu'en 2019
- le statut azoté équilibré de la culture, NBI plus faible qu'en 2019

Malgré le lâcher préventif d'acariens prédateurs en sachets, un foyer d'acariens s'est développé, le lâcher massif d'acariens prédateurs ciblé sur le foyer a permis de contrôler celui-ci.

Le rendement et la qualité de fruits de la culture sont satisfaisants.

Le coût de la protection alternative reste important par rapport à une protection chimique.

Pour 2021, l'objectif est de renouveler l'implantation précoce des 3 espèces de plantes de service pour valider leur intérêt pour l'installation des prédateurs de pucerons. La question de maintenir les lâchers préventifs d'acariens prédateurs se pose si l'objectif est de limiter les coûts de la protection à hauteur de 2 fois les coûts de la protection chimique. Une piste à envisager serait de jouer sur le climat en apportant davantage

d'hygrométrie défavorable au développement des acariens tétranyques, par des bassinages à un stade où l'humidité ne causerait pas de pourriture sur fruit, Une gestion des foyers de pucerons et d'acariens par retrait manuel des feuilles les plus touchées dès détection des foyers est envisagée.

Références

Aqueel, M. A., & Leather, S. R. (2011). Effect of nitrogen fertilizer on the growth and survival of *Rhopalosiphum padi* (L.) and *Sitobion avenae* (F.) (Homoptera : Aphididae) on different wheat cultivars. *Crop protection*, 30, 216-221.

Chau, A., Heinz, K. M., & Davies, F. T. (2005). Influences of fertilization on *Aphis gossypii* and insecticide usage. *Journal of Applied Entomology*, 129, 89-97.

Fiche APREL 19-061, Melon : Protection Biologique Intégrée en culture sous abri 2019

Stafford, D. B., Tariq, M., Wright, D. J., Rossiter, J. T., Kazana, E., Leather, S. R., Ali, M., & Staley, J. T. (2012). Opposing effects of organic and conventional fertilizers on the performance of a generalist and a specialist aphid species. *Agricultural and Forest Entomology*, 14(3), 270-275. <https://doi.org/10.1111/j.1461-9563.2011.00565.x>

Renseignements complémentaires auprès de :

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

Action A447

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