



Courgette

Améliorer la pollinisation Type long vert – Créneau précoce

2019



Aurélié ROUSSELIN, APREL – Pascal JOURDAN, Guillaume KAIRO, Elois SERVEL, ADAMI – Sylvain PINET, CETA d'Eyguières – Fabrina DELSOIN LAKEN-THOMISME, stagiaire APREL
Essai rattaché au projet n°180520 : APACHE, Améliorer la pollinisation et la nouaison en culture de courgette

1 – Thème de l'essai

Le rendement, ainsi que la qualité, d'une production de courgette sont fortement dépendants de la qualité de la pollinisation et de la nouaison. La courgette est une plante monoïque, c'est à dire qu'elle produit des fleurs mâles et femelles distinctes sur une même plante. A certaines périodes au cours de la production il peut y avoir des manques de fleurs mâles. De plus, dans les créneaux de production précoce sous abris, la faible activité des insectes pollinisateurs peut également être un facteur limitant la pollinisation. Afin de pallier ce manque de pollinisation potentiel, des auxines de synthèse (produit commercial Tonifruit) ont été utilisées pour favoriser la nouaison et le développement de fruits parthénocarpiques (fruit se développant en l'absence de pollinisation). Suite au retrait d'usage du Tonifruit en 2016 et à sa fin d'utilisation en décembre 2017, il devient primordial de trouver des solutions alternatives pour diminuer les défauts de nouaison en production de courgette précoce sous abri.

2 – But de l'essai

Cet essai a pour but d'évaluer l'intérêt de différentes techniques sur l'activité de butinage, la qualité de la production et le rendement d'une culture de courgette précoce sous tunnel plastique. Les 3 techniques testées sont le décalage d'âge de plants, la mise en place d'une ruchette à l'intérieur du tunnel et l'installation de plants de *Lobularia maritima* dans le tunnel.

Le décalage d'âge de plants, avec 10% des plants dont le semis est anticipé de 10 jours, vise à augmenter la disponibilité en pollen, à l'échelle de la parcelle, notamment en début de culture. L'hypothèse est la suivante : les 10% de plants plus âgés produiront des fleurs mâles lors des premières floraisons femelles des plants du reste du tunnel, ce qui permettra la pollinisation de ces premières fleurs. Dans l'évaluation de l'intérêt de cette technique nous serons particulièrement vigilants à déterminer s'il existe des différences de floraison mâle entre les plants dont le semis est anticipé et les autres plants, et sur quelle période se manifestent ces différences. Nous souhaitons également déterminer si cette technique a un impact sur la qualité des fruits et le rendement précoce de la culture.

Les deux autres techniques visent à augmenter l'activité des pollinisateurs : mise en place d'une ruchette dans le tunnel et mise en place d'alysses maritimes. Les abeilles sont actives à partir de 16°C (Velthuis and van Doorn, 2006), ainsi la mise en place d'une ruchette au sein du tunnel plutôt qu'à l'extérieur, peut sans doute permettre d'augmenter l'activité de butinage des abeilles en les faisant bénéficier de quelques degrés supplémentaires. De plus, l'activité des abeilles au sein du tunnel est moins dépendante du vent et de l'ouverture des portes et des ouvrants du tunnel. Nous cherchons donc à savoir si l'activité de butinage est augmentée en général et plus spécifiquement les jours où le climat extérieur n'est pas favorable. Les fleurs de courgette ne sont ouvertes que quelques heures en matinée, ainsi les ressources en pollen et nectar pour les pollinisateurs ne sont disponibles que sur une courte période. L'alyse maritime, *Lobularia maritima*, a été choisie pour sa floraison précoce, pour ses capacités à bien se développer sous abris (Lambion and Koch, 2018) et parce qu'elle n'héberge pas de bioagresseurs de la courgette, l'idée est d'augmenter l'attractivité du tunnel pour les pollinisateurs tout au long de la journée en proposant des ressources complémentaires aux fleurs de courgette. Nous souhaitons savoir si l'alyse maritime s'installe bien dans le tunnel à proximité des courgettes, si elle fleurie rapidement, si elle est attractive pour des pollinisateurs et si l'activité de butinage dans le tunnel s'en trouve impactée.

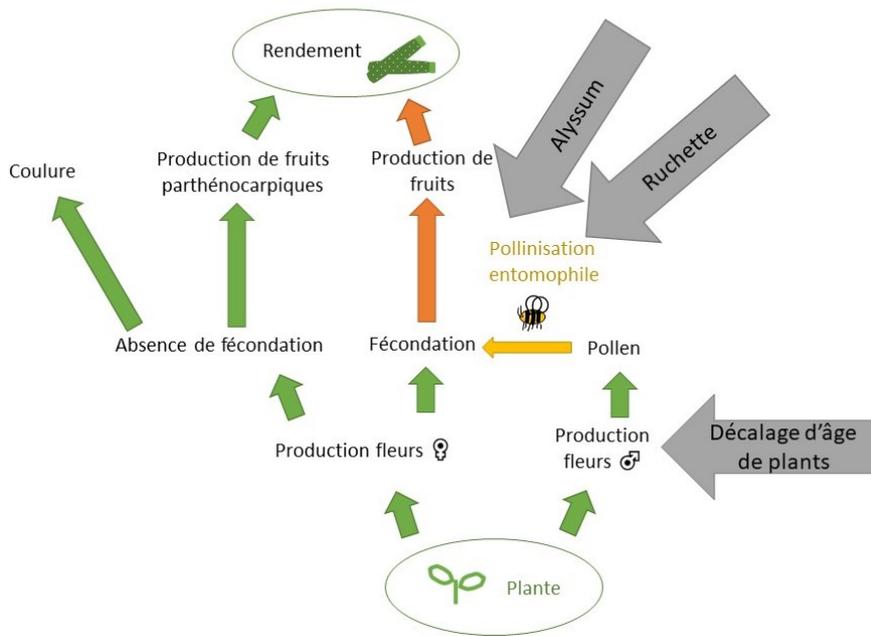


Figure 1 : Schéma présentant les mécanismes d'élaboration du rendement en culture de courgette et positionnement des techniques testées

3 – Facteurs et modalités étudiés

L'essai est mis en place chez un producteur de la région PACA dans 4 tunnels différents pour faciliter la mise en place du dispositif. La variété utilisée dans cet essai est Gloria, une variété de référence dans la région pour le créneau défini. Chacun des tunnels comprend une des modalités suivantes :

- **Témoin**
- **Mélange d'âges de plants** : 10% de plants de courgette de la même variété ayant passés 10 jours de plus en pépinière, plantés à la même date que les autres plants du tunnel.
- **Ruchette** : mise en place d'une ruchette d'abeilles dans le tunnel.
- **Alyssum** : mise en place de *Lobularia maritima*

4 – Matériel et méthodes

4.1. Site d'implantation

Lieu : Aureille, chez M. Ndiaye

Structure : tunnel plastique 8m x 80m

Protection thermique : voile de forçage plastique en début de culture

Plantation : deux rangs doubles et deux rangs simples : 156 plants x 6 lignes (espacement sur le rang 0.5m)

Age des plastiques : 2018

Précédent cultural : tomate

Pollinisation : M. Gruez, apiculteur, a un rucher de production à 100 m au nord des tunnels

Parcelle en AB

4.2. Matériel végétal

Variété du producteur : Gloria, la variété de référence dans le créneau plantation précoce sous abri, sa culture se développe notamment en raison de sa tendance parthénocarpique. Cette variété n'est donc pas idéale pour déceler des défauts de qualité de fruits liés à des problèmes de pollinisation.

4.3. Dispositif expérimental

L'essai est mis en place dans un bloc de 7 tunnels. Les 5 tunnels situés à l'ouest sont utilisés pour l'expérimentation (Figure 2).

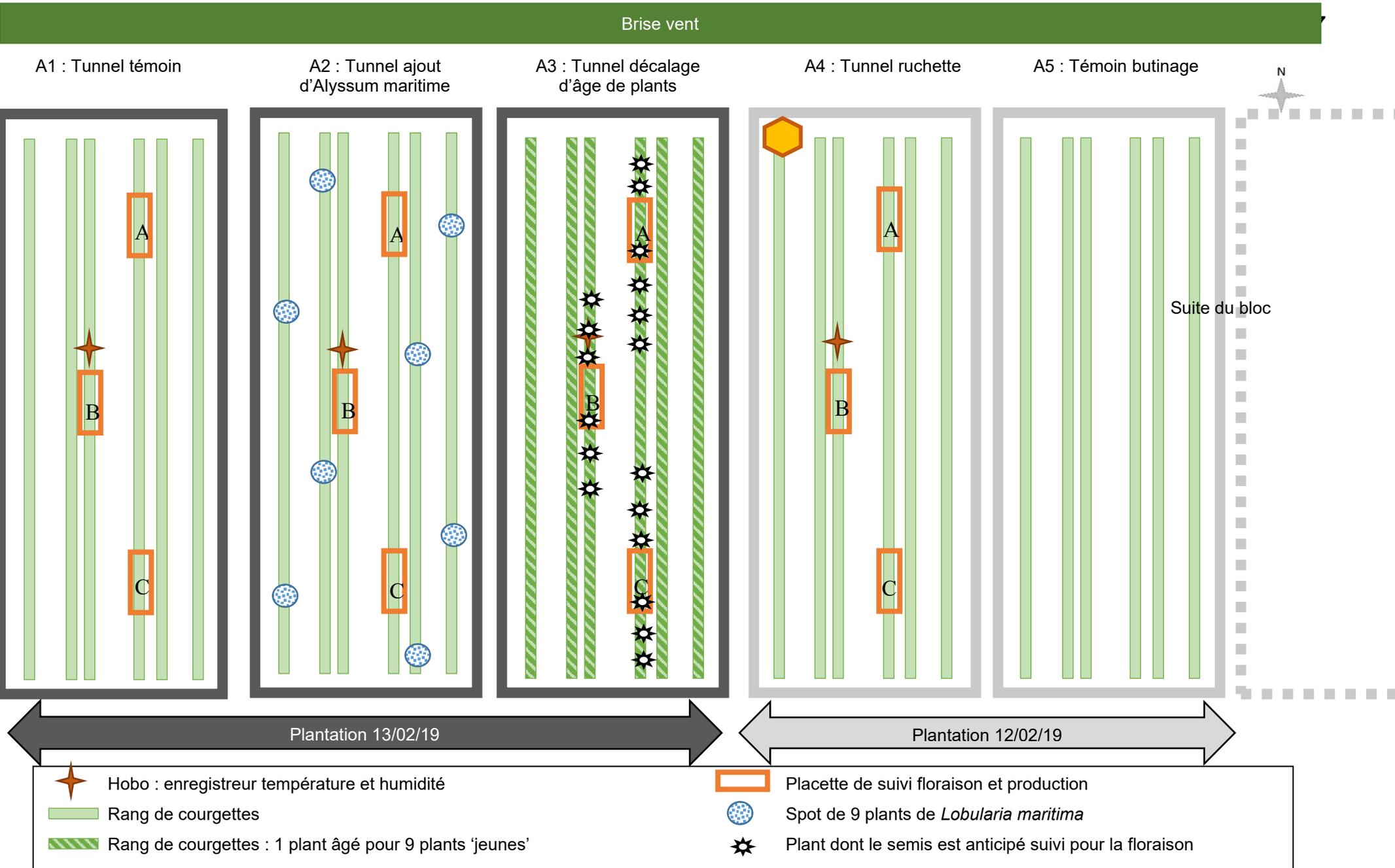


Figure 2: Schéma du dispositif expérimental

Modalité Alyssum maritime (Tunnel 2)



8 spots de 9 bouchons d'alyssum sont plantés dans le tunnel (Figure 3), le jour de la plantation des courgettes. Les spots sont installés directement sur le rang, en remplacement d'un plant de courgette, soit 8 plants de courgette en moins à l'échelle du tunnel.

Figure 3: Photographies des plants d'Alyssum maritime à la plantation (13-02-19)

Modalité décalage d'âge de plants (Tunnel 3)

A la plantation, les plants âgés sont implantés de façon régulière dans le tunnel à raison de 1 plant âgé pour 9 plants « jeunes » (Figure 4).



1 plant âgé pour 9 plants « jeunes » à la plantation (103 plants âgés : 1/10 + 6 plants (bout de lignes)

Figure 4: Photographie des plants à la plantation : plant jeune à gauche (2 vraies feuilles, plus une taillée), plant âgé à droite (1 à 2 vraies feuilles plus deux taillées) et schéma d'implantation des plants dans le tunnel 3

Modalité ruchette dans le tunnel (Tunnel 4)



Une ruchette est installée dans le tunnel le 19/03/19, la ruche est positionnée à l'ouest, pour faciliter l'orientation des abeilles le soir, une fenêtre est créée avec un écarteur au niveau de la ruche afin de permettre aux abeilles de sortir butiner à l'extérieur du tunnel afin de trouver les ressources complémentaires nécessaire à la ruche.

Figure 5: Photographie de l'implantation de la ruche

4.4. Observations et mesures

Trois placettes d'observation par tunnel sont définies pour les notations plante : floraison, rendement et qualité des fruits (Figure 2). L'activité de butinage et la détermination des propriétés nectarifère des fleurs sont réalisées de façon hebdomadaire du 26/03/2019 au 14/05/2019 (8 visites). La population de la ruche utilisée pour la modalité « ruchette sous tunnel » est évaluée au moment de la mise en place le 19/03/2019 et à la fin de l'essai le 14/05/2019.

○ Floraison des courgettes

Notation hebdomadaire du nombre de fleurs mâles en formation (taille supérieure à 3cm) à ouverte par plant. La notation est réalisée sur les 6 premières plantes de chaque placette. Pour le tunnel mélange d'âge de plants, 6 plantes « jeunes » sont notées par placette, et 3 x 6 plantes âgées sont notées dans le tunnel (Figure 2).

○ Rendement et qualité des courgettes

Les récoltes sont suivies sur 3 placettes de 10 plantes par tunnel, de façon quotidienne pendant les 3 premières semaines de récolte, puis une fois par semaine. Les fruits récoltés par le producteur entre deux récoltes notées sont évalués par comptage des cicatrices et extrapolation à partir des récoltes précédentes et suivantes. Les fruits commerciaux sont comptés et pesés. Les éventuels défauts sont notés, avec une attention particulière pour les défauts pouvant être liés à une mauvaise pollinisation : fruits pointus. Les déchets sont également comptés, pesés et classés par catégorie.

○ Activité de butinage

L'activité de butinage est évaluée hebdomadairement pendant 8 semaines (8 visites). Les mesures sont réalisées à heure fixe entre 9h30 et 11h30 (heure d'été). L'activité de butinage est évaluée par comptage du nombre d'abeilles sur 100 fleurs ♀ et 100 fleurs ♂ dans chacun des tunnels de l'essai. Une première mesure est réalisée de 9h30 à 10h30 et une seconde de 10h30 à 11h30. La température sous tunnel ainsi que les conditions météorologiques sont notées lors de chaque visite afin de permettre l'interprétation des données d'activité de butinage.

○ Propriétés nectarifères des fleurs de courgettes

Des mesures du volume de nectar et du pourcentage de sucre des fleurs ♀ et ♂ sont réalisées à l'issue des mesures d'activité de butinage. Lors de chacune des visites 5 fleurs ♀ et 5 fleurs ♂ sont ensachées en début de matinée, avant que la présence d'abeilles ne soit observée afin d'éviter que ces fleurs ne soient butinées. En fin de matinée, du nectar est prélevé dans chacune des fleurs à l'aide d'un capillaire gradué afin de déterminer le volume recueilli. Lors des premières mesures et jusqu'à fin avril, le nectar est prélevé par capillarité. De faible quantité de nectar ayant été récolté en comparaison des volumes mesurés dans les essais (ADAPI and APREL, 1992), les mesures suivantes sont réalisées avec les capillaires et aspiration. Après le prélèvement, le pourcentage de sucre de chacune des fleurs est mesuré à l'aide d'un réfractomètre.

○ Evaluation de la population de la ruche d'abeilles

La population de la ruche d'abeilles de la modalité « ruchette sous tunnel » est mesurée au début et à la fin de l'essai grâce à la méthode ColEval. La quantité d'abeilles et de couvain est évaluée visuellement par détermination du pourcentage de la surface des cadres de ruche couverte par les abeilles et le couvain (Maisonasse et al., 2016).

4.5. Traitement statistique des résultats

L'analyse statistique des données est réalisée avec le logiciel R version 3.6.1 (R Core Team, 2019), package agricolae (de Mendiburu, 2019).

Pour les données de floraison mâle, une analyse de variance à chaque date est réalisée, suivie si nécessaire d'un test de comparaison multiple. Une analyse de variance est réalisée sur les rendements finaux, suivie d'un test de comparaison multiple.

5 – Résultats

5.1. Conduite culturale

La vigueur de la culture a été forte, sauf dans le tunnel 2, où un déficit de vigueur a rapidement été constaté. Les premiers pucerons ont été observés le 19/03, la pression a été forte tout au long de la culture, particulièrement dans le tunnel 1. Les premières taches d'oïdium ont été observées le 29/03, en fin de culture la pression a été très élevée.

5.2. Faisabilité technique des différentes modalités :

- Mélange d'âge de plants : augmente un peu le temps de plantation si on souhaite une répartition homogène des plants âgés dans le tunnel

- Mise en place des Alyssum :

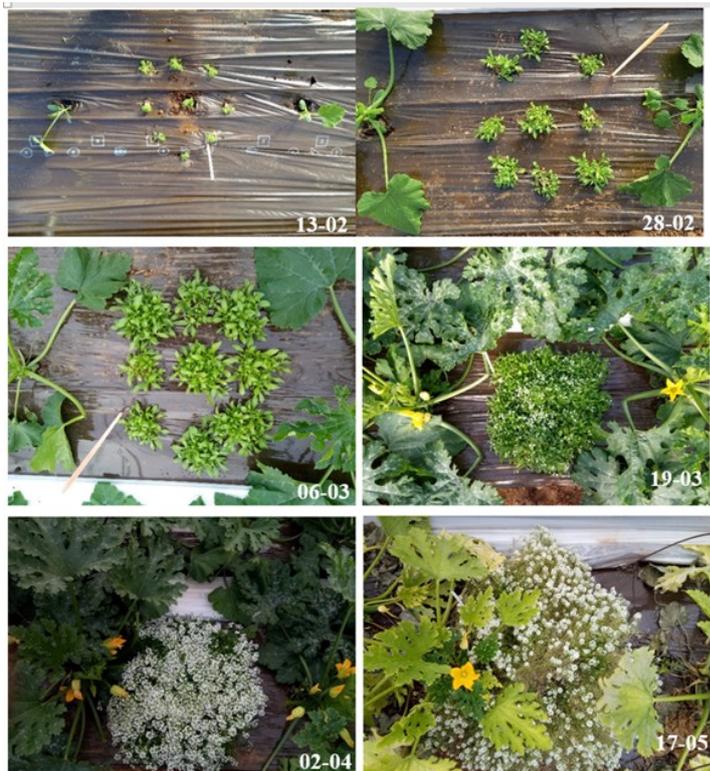


Figure 6: Photographies de l'implantation des spots d'Alyssum au cours de l'essai

La mise en place des spots d'Alyssum supprime 8 plants de courgette du tunnel, soit pour un rendement cumulé moyen dans ce tunnel de 6 kg/m² une perte de 32 kg de courgette sur l'ensemble du tunnel. Les Alyssums se sont très bien installées dans le tunnel. La floraison a débuté le 6 mars, soit en même temps que les premières fleurs femelles de courgette. La floraison s'est étalée sur toute la durée de la culture (Figure 6). A partir du 6 mars et sur tout le début de culture, les feuilles de courgette recouvrant les spots d'Alyssum ont été pliées ou sectionnées, afin de permettre le développement des Alyssum. Nous n'avons pas observé d'hyménoptères pollinisateurs sur les Alyssum, cependant des syrphes ont été observées à plusieurs reprises.

- Mise en place de la ruchette dans le tunnel :

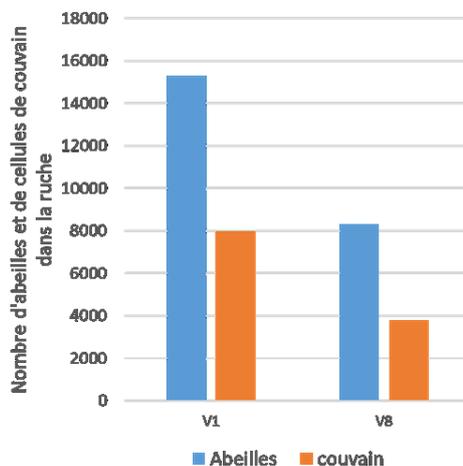


Figure 7: Population de la colonie d'abeilles au début (19-03) et à la fin (14-05) de l'essai.

La ruchette mise en place dans le tunnel le 19 mars est choisie parmi 3 ruchettes dont les colonies sont évaluées par la méthode ColEval. La colonie est évaluée le jour même.

L'aménagement d'une ouverture dans la bâche au niveau de la ruchette par la mise en place d'un écarteur a permis une bonne circulation des abeilles entre le tunnel et l'extérieur. Le coût de cette technique correspond au coût de location d'une ruchette pour la pollinisation soit généralement 50€ pour 3 à 4 semaines.

Concernant l'état de santé de la colonie d'abeille utilisée, un impact négatif du positionnement dans le tunnel est observé avec le constat de la perte de la moitié de la population d'abeilles et couvain en 8 semaines (Figure 7). Il faut cependant noter que l'évaluation a été faite le jour du déplacement de la ruchette, afin d'évaluer l'effet du positionnement

dans le tunnel et non du déplacement + environnement tunnel il aurait été souhaitable de réaliser l'évaluation initiale de la colonie après 3-4 jours dans le tunnel. De plus, les conditions du printemps ont été assez défavorables au développement des colonies d'abeilles. D'autre part, nous avons laissé la ruchette en place pendant 8 semaines, alors que généralement un renouvellement de la ruchette pour ne pas impacter trop fortement la colonie est conseillé au bout de 3-4 semaines. Le fait de rester dans le tunnel sur une plus longue période que celle conseillée à sans doute aggraver l'impact sur la colonie d'abeilles.

5.2. Climat

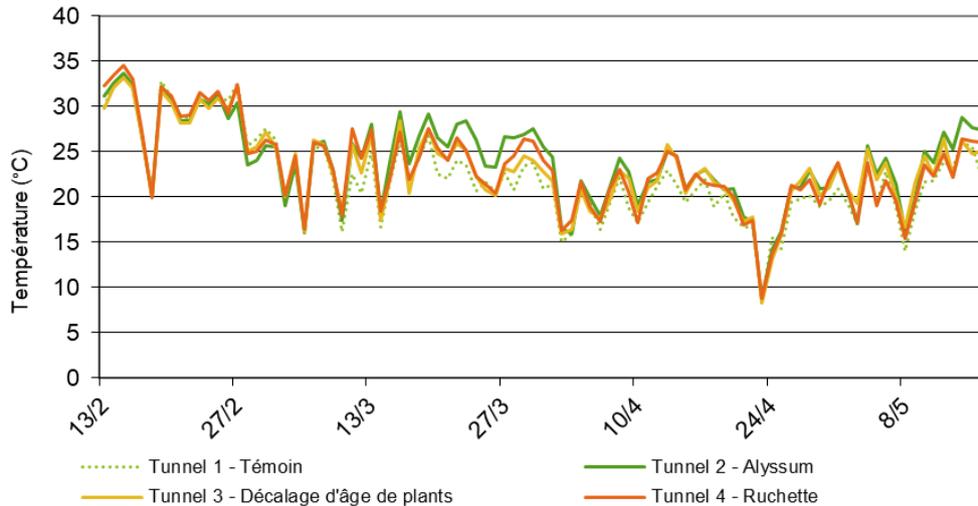


Figure 8: Amplitudes thermiques journalières pour les 4 tunnels au cours de l'essai

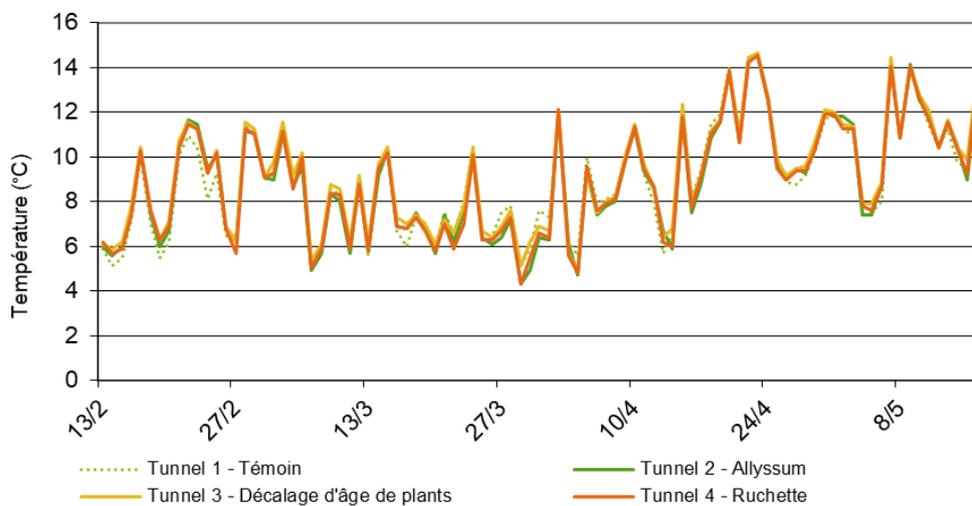


Figure 9: Températures journalières minimales pour les 4 tunnels au cours de l'essai

Les températures journalières diffèrent peu entre les 4 tunnels. On note que la culture a subi des amplitudes thermiques journalières importantes (Figure 8), sur la durée de la culture du 13/02 au 16/05, elles sont en moyenne de 23,2°C, avec un minimum de 8,3°C et un maximum de 34,6°C. Les températures maximales en début de culture (jusqu'au 3 mars) sont supérieures à 35°C, avec des pics ponctuels au-delà de 40°C, ces températures excessives ont pu impacter la croissance végétative. Au cours de la floraison des températures inférieures à 10°C peuvent impacter la nouaison et provoquer des déformations des fruits (Erard, 2002), or jusqu'au 15 avril les minimales journalières sont fréquemment en dessous de 10°C (Figure 9).

Les fleurs de courgette sont ouvertes pour une courte période de quelques heures de 6h à 12h environ. Les abeilles n'ont donc que quelques heures pour réaliser la pollinisation. Or cette fenêtre pour la pollinisation est encore réduite par les conditions de température qui ne permettent pas aux abeilles de butiner pendant les 6h d'ouverture des fleurs. En effet, les abeilles butinent généralement lorsque la température est supérieure à 16°C, par conséquent la fenêtre de butinage dans le tunnel est généralement de 3 à 4h, et nulle certains jours (Figure 10). Pour les tunnels qui reposent sur le rucher extérieur pour leur pollinisation la fenêtre de pollinisation de la culture est encore réduite.

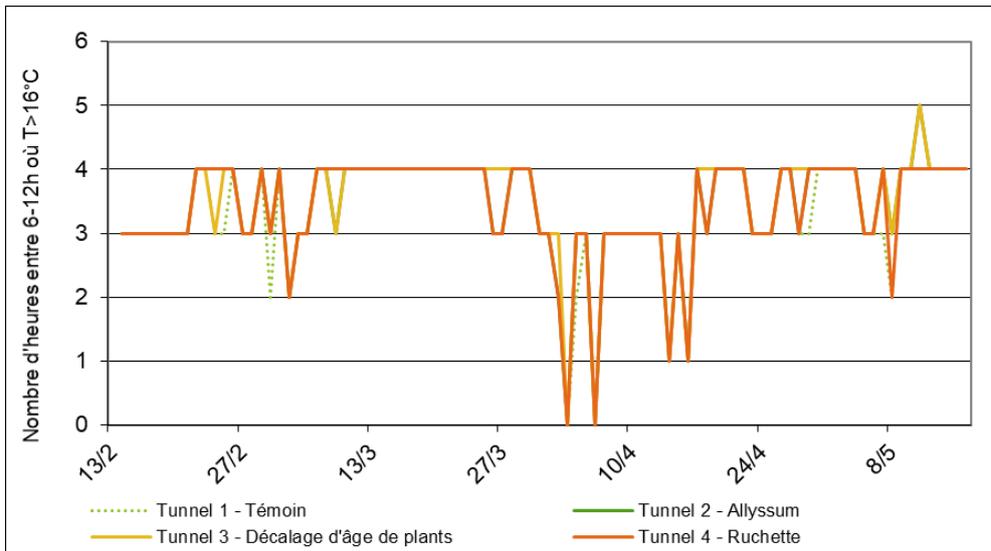


Figure 10: Nombre d'heures entre 6-12h (heure solaire) où la température dans le tunnel est supérieure à 16°C

5.3. Floraison

La dynamique de floraison mâle est similaire dans les 4 tunnels. Une quasi-absence de fleurs mâles durant les deux premières semaines de floraison femelle, six semaines de floraison mâle, puis à partir du 24/04 moins d'une fleur mâle par plante. Ainsi avant le 06/03, puis à partir du 24/04, quelle que soit l'activité des pollinisateurs, la pollinisation semble compromise par la faible quantité de pollen disponible à l'échelle de la parcelle.

Le 20 mars et le 27 mars sont les seules dates pour lesquelles il y a des différences statistiques entre les modalités : le 20 mars, les plants âgés du tunnel en mélange ont significativement moins de fleurs mâles (en rouge sur la Figure 11) que les plants jeunes du tunnel mélange, les plants du tunnel avec les Alyssum et les plants du tunnel avec la ruchette. Le 27 mars, les plants âgés du tunnel en mélange ont significativement moins de fleurs mâles que les plants du tunnel avec les Alyssum.

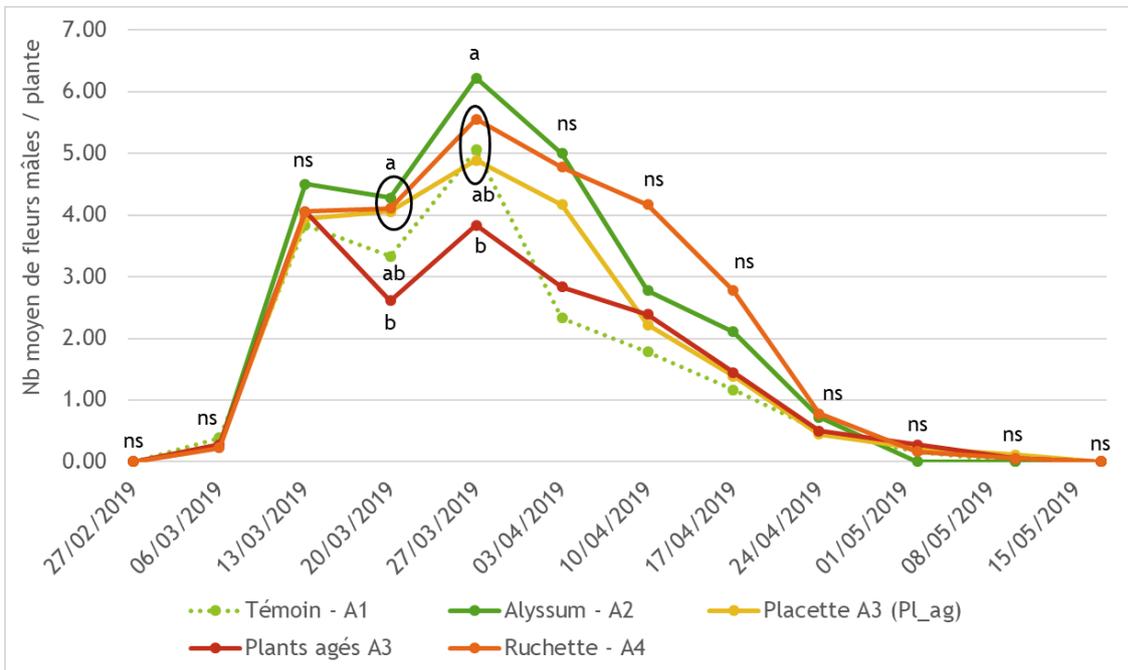


Figure 11: Evolution du nombre de fleurs mâles par plants sur la durée de la culture par modalité : pour le tunnel en mélange, les plants jeunes sont notés : Placette A3, les plants âgés (10 jours de pépinières de plus) sont notés : Plants âgés.

Ces données de floraison mâle nous permettent d'ores et déjà de conclure sur l'intérêt éventuel de la technique du mélange d'âge de plants. Les plants jeunes et âgés du tunnel 3 ont une dynamique de floraison similaire, contrairement à l'hypothèse de départ selon laquelle la présence de plants plus âgés permettrait

d'avoir une floraison mâle plus précoce dans le tunnel. De plus, les plants plus âgés ont significativement moins de fleurs que les plants jeunes lors de la notation du 20 mars. Il est probable que la dynamique de floraison mâle des plants dépende plus fortement des conditions climatiques que de la date du semis (à dix jours d'intervalle), et que des plants poussant dans les mêmes conditions voient leur floraison mâle se synchroniser.

5.4. Activité de butinage et propriétés du nectar des fleurs

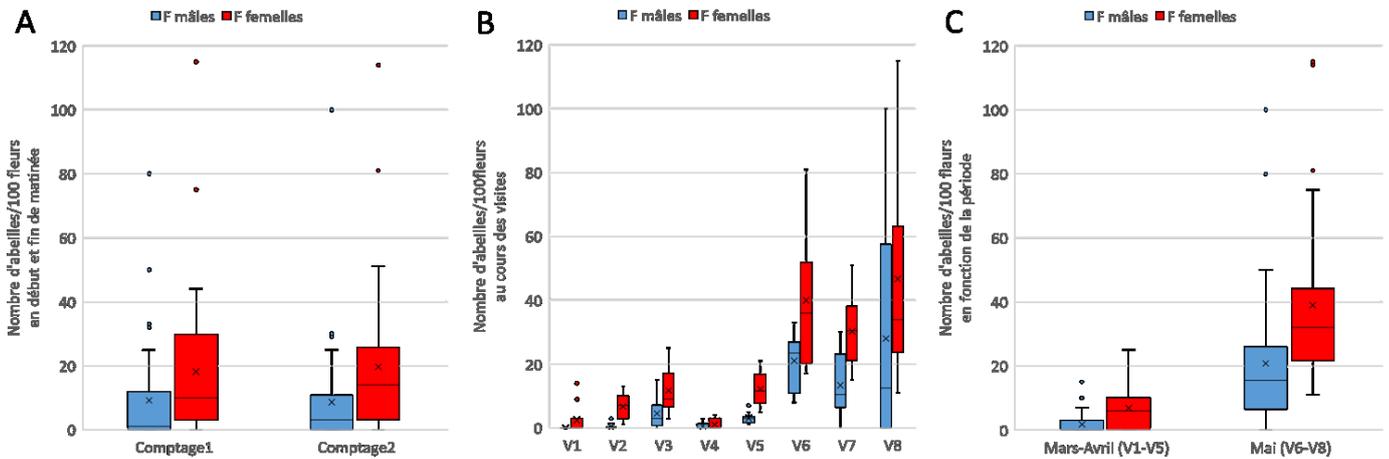


Figure 12: Activité de butinage sur les fleurs mâles et femelles au cours du temps. Les plots bleus et rouges représentent respectivement le nombre d'abeilles sur 100 fleurs mâles et 100 fleurs femelles. La figure 12A représente le nombre d'abeilles sur les fleurs mâles et femelles en première partie de matinée (comptage 1 entre 9h30 et 10h30) et en deuxième partie de matinée (comptage 2 entre 10h30 et 11h30) toutes visites et modalités confondues (n=40/plot). La figure 12B représente l'évolution du nombre d'abeilles sur les fleurs au cours des visites toutes modalités confondues (n=10/plot). La figure 12C représente le nombre d'abeilles sur les fleurs selon les 2 grandes périodes qui se distinguent (V1-V5 et V6-V8) toutes modalités confondues (n=50 pour la première période et n=30 pour la seconde période).

Les résultats, toutes modalités confondues et quel que soit le type de fleur, ne montrent pas de différence d'activité de butinage entre le comptage de début et de fin de matinée de chaque date de visite (Figure 12A). Des différences sont notées selon les visites mettant en évidence 2 grandes périodes. L'activité de butinage est beaucoup plus importante lors des 3 dernières visites (fin avril à mi-mai) (Figure 12 B&C). Les conditions intérieures de température n'expliquent pas ces différences puisque, mis à part au moment de la visite V4 (16/04/2019) où les températures sous tunnel étaient inférieures à 14°C, les températures intérieures lors des autres visites étaient favorables à une activité de butinage (>16°C). Les conditions climatiques extérieures peuvent expliquer cette différence avec des températures fraîches avec des précipitations ou un vent fort ayant limité l'activité des insectes pollinisateurs en provenance de l'extérieur des tunnels.

Sur l'ensemble de l'essai, la comparaison entre fleurs ♀ et ♂ est réalisée pour l'activité de butinage et les propriétés du nectar. Une activité plus importante des abeilles sur les fleurs femelles est systématiquement observée (Figure 12). L'étude du nectar montre des volumes prélevés de 0 à 31 microlitres et des teneurs en sucres avoisinant les 35% (Figure 13). Aucune différence de volume ou de taux de sucre du nectar n'est observé entre les fleurs ♀ et ♂. De ce fait, la différence d'activité de butinage entre les 2 types de fleurs ne peut être attribuée aux propriétés du nectar. La différence de morphologie des fleurs ♀ et ♂ pouvant conditionner l'accessibilité au nectar par les abeilles pourrait expliquer la différence de fréquentation observée.

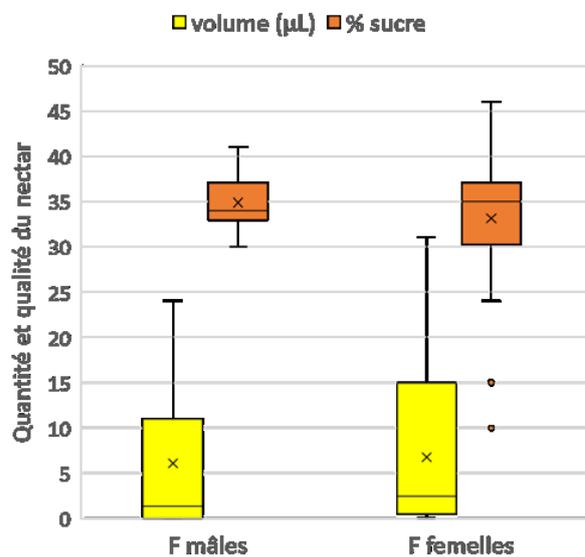


Figure 13: La figure représente le volume de nectar (jaune) et le % de sucre (orange) dans les fleurs mâles et femelles toutes dates confondues (n=40/plot).

Les présences d'abeilles sur les fleurs dans les différents tunnels sont comparées pour évaluer l'efficacité des mesures mises en œuvre pour accroître l'activité de butinage et les rendements (ajout d'une plante ressource ou introduction d'une ruche d'abeilles mellifères directement sous tunnel). L'ajout d'Alyssum maritimes comme plante ressource n'affecte pas l'activité de butinage (Figure 14). La présence d'une ruche sous tunnel a pour conséquences une activité légèrement plus importante sur les fleurs femelles jusqu'à fin avril (Figure 14B) et une activité beaucoup plus importante à la fois sur les fleurs ♀ et ♂ de fin avril à mi-mai (Figure 14C). Hormis la modalité « ruchette », il est intéressant de noter un gradient d'activité de butinage selon la disposition des tunnels avec une activité croissante d'Est en Ouest (tunnel Témoin en bordure du bloc) d'avantage marqué de fin avril à mi-mai (Figure 14C).

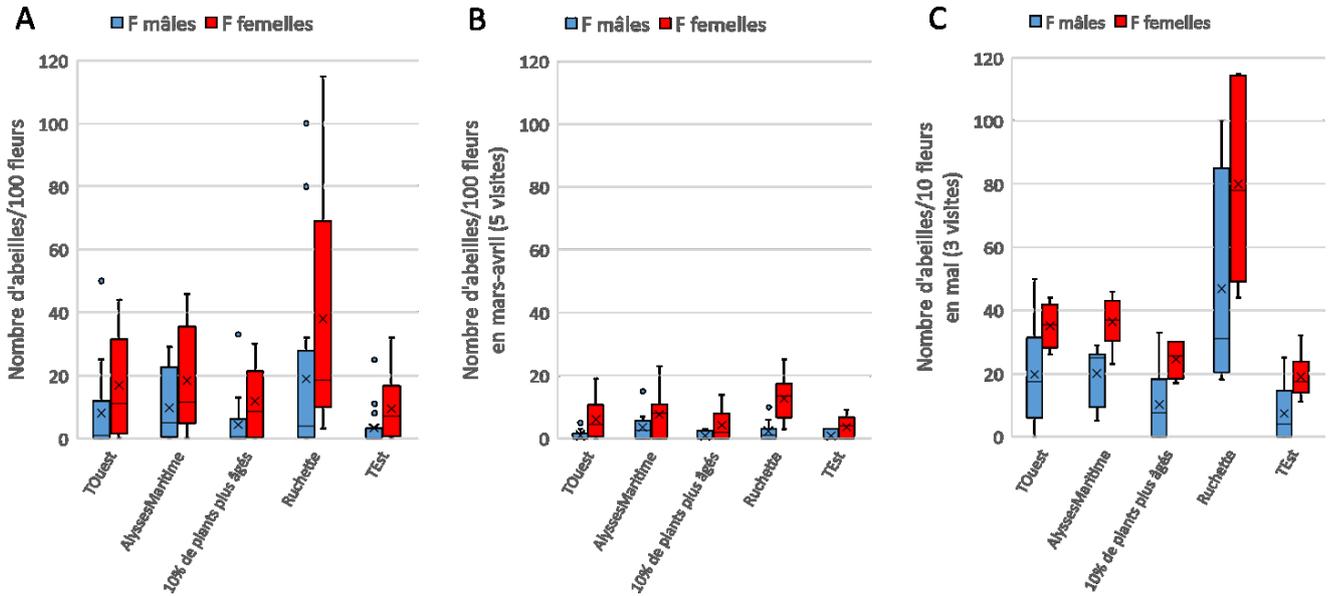


Figure 14: Activité de butinage sur les fleurs mâles et femelles selon la modalité. La figure 14A représente le nombre d'abeilles sur les fleurs mâles et femelles selon la modalité toutes dates confondues (n=16/plot). La figure 14B représente le nombre d'abeilles sur les fleurs selon la modalité de V1 à V5 (n=10/plot). La figure 14C représente le nombre d'abeilles sur les fleurs selon la modalité de V6 à V8 (n=6/plot).

5.5. Production

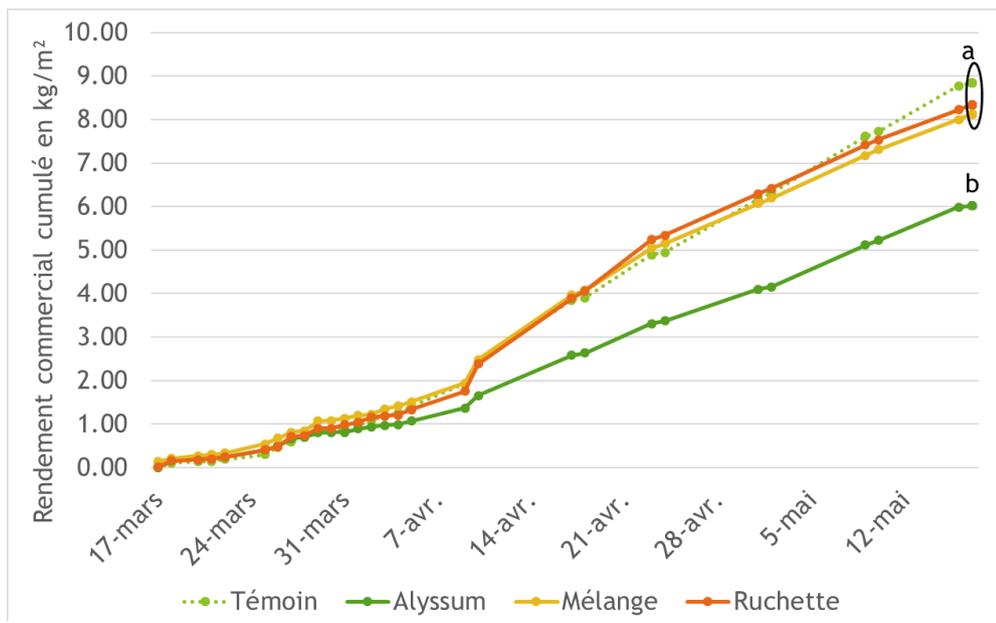


Figure 15: Rendement commercial cumulé pour les 4 modalités

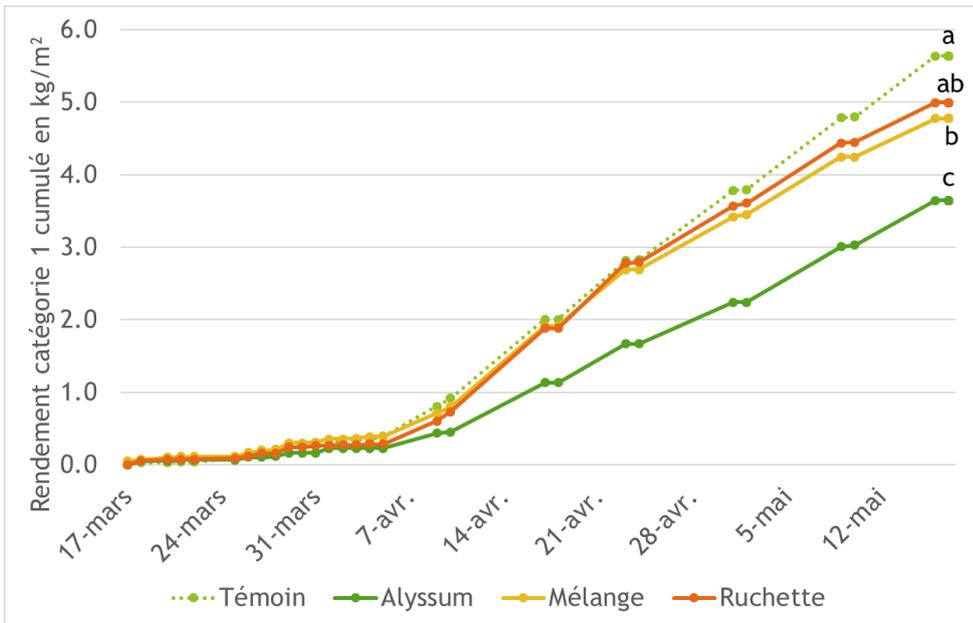


Figure 16: Rendement catégorie 1 cumulé pour les 4 modalités

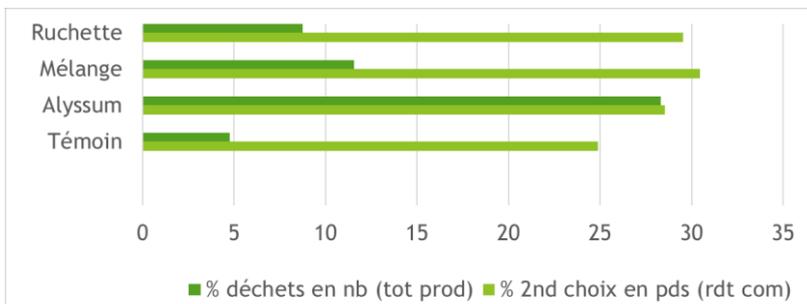


Figure 17: Pourcentages finaux de déchets et de 2nd choix

Dans le cadre de cet essai, le déclassement en catégorie a été extrêmement strict, dès que les fruits étaient légèrement pointus, ils ont été déclassés, ce choix a été fait car la variété Gloria a une tendance parthénocarpique, ainsi même en l'absence de pollinisation des fruits peuvent se développer. On observe qu'il n'y a pas de différence statistique de rendement commercial cumulé final pour des modalités mélange, témoin et ruchette (Figure 15). Par contre le rendement commercial cumulé de la modalité Alyssum est statistiquement inférieur à ceux des autres modalités, ce résultat n'est probablement pas dû à la modalité en elle-même, un élément d'explication pour ce rendement plus faible est la vigueur notablement plus faible dans ce tunnel comparativement aux autres tunnels du bloc. Un manque de vigueur dans ce tunnel avait déjà été constaté par le producteur sur des cultures précédentes.

Le rendement catégorie 1 (Figure 16) montre la même tendance. Cependant, le tunnel témoin (tunnel 1) semble présenter un rendement catégorie 1 supérieur aux modalités Alyssum et Mélange.

Le pourcentage de second choix paraît légèrement plus faible dans le tunnel 1- Témoin. Le pourcentage de déchets paraît plus faible dans le tunnel 1 – Témoin et plus important dans le tunnel 2 – Alyssum.

Compte tenu des données de butinage, le seul tunnel pour lequel nous pouvions nous attendre à un impact positif sur le rendement et la qualité de fruits est le tunnel ruchette. Or le rendement et la qualité des fruits de ce tunnel ne sont pas améliorés par rapport aux autres tunnels, ceci s'explique par le fait que l'activité des abeilles dans le tunnel ruchette est surtout augmenté sur la seconde période (mois de mai), or à cette période il n'y a quasiment plus de fleurs mâles dans la culture. A l'inverse, lorsque les fleurs mâles sont présentes, l'activité de butinage n'est pas fortement plus importante dans le tunnel ruchette. Ainsi malgré une activité de butinage plus importante, la pollinisation n'est pas améliorée à cause de l'absence de pollen sur la parcelle.

6 – Conclusions

Les techniques mises en place cette année n'ont pas permis d'impacter le rendement ou le taux de fruits présentant des défauts de pollinisation.

Les alyssum se sont bien implantées dans le tunnel et on fleurit rapidement. Cependant aucune abeille n'a été observée sur les fleurs, peut-être les spots étaient de trop petites tailles ou trop peu nombreux pour être attractifs. Il serait peut-être intéressant d'envisager d'autres espèces végétales plus attractives pour les abeilles.

Le mélange d'âge de plants complique un peu la plantation afin d'avoir une répartition homogène des plants âgés dans le tunnel et ne permet pas d'avoir des fleurs mâles sur les plants ayant 10 jours de plus de pépinière lors des premières floraisons femelles des plants d'âge normal. Cette technique ne paraît pas présenter d'intérêt.

La ruche d'abeilles dans le tunnel présente l'intérêt d'avoir un potentiel de pollinisateurs en début de culture lorsque le tunnel est tenu fermé à cause des températures froides ou du vent. Cependant en début de culture, l'activité de butinage dans ce tunnel n'est que légèrement augmentée par rapport aux autres tunnels. L'activité de butinage est favorisée en seconde moitié de culture, mais il n'y a alors plus beaucoup de pollen disponible sur la parcelle. Aucun effet positif n'a été constaté sur la production.

Références

ADAPI, and APREL (1992). Essai courgettes ADAPI-APREL.

Erard, P. (2002). La courgette (Paris: CTIFL).

Lambion, J., and Koch, L. (2018). Gestion de l'enherbement et biodiversité fonctionnelle en maraîchage biologique : le projet PLACOH. Maraîchage Bio Infos.

Maisonnasse, A., Hernandez, J., Le Quintec, C., Cousin, M., Beri, C., and Kretzschmar, A. (2016). Evaluation de la structure des colonies d'abeilles, création et utilisation de la méthode ColEval (Colony Evaluation). Innov. Agron. 53, 27–37.

de Mendiburu, F. (2019). agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research.

R Core Team (2019). R: A language and environment for statistical computing. (Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing).

Velthuis, H.H.W., and van Doorn, A. (2006). A century of advances in bumblebee domestication and the economic and environmental aspects of its commercialization for pollination. Apidologie 37, 421–451.

Renseignements complémentaires auprès de :

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

JOURDAN Pascal, ADAPI

Action A323

<p>Réalisé avec le soutien financier de :</p>	 <p>FranceAgriMer ÉTABLISSEMENT NATIONAL DES PRODUITS DE L'AGRICULTURE ET DE LA MER</p> <p><i>La responsabilité de FranceAgriMer ne saurait être engagée</i></p>	 <p>Liberté • Égalité • Fraternité RÉPUBLIQUE FRANÇAISE MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION</p> <p><i>avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale «Développement agricole et rural »</i></p> <p><i>La responsabilité du Ministère chargé de l'agriculture ne saurait être engagée</i></p>
--	--	---

Annexe : données climatiques complémentaires

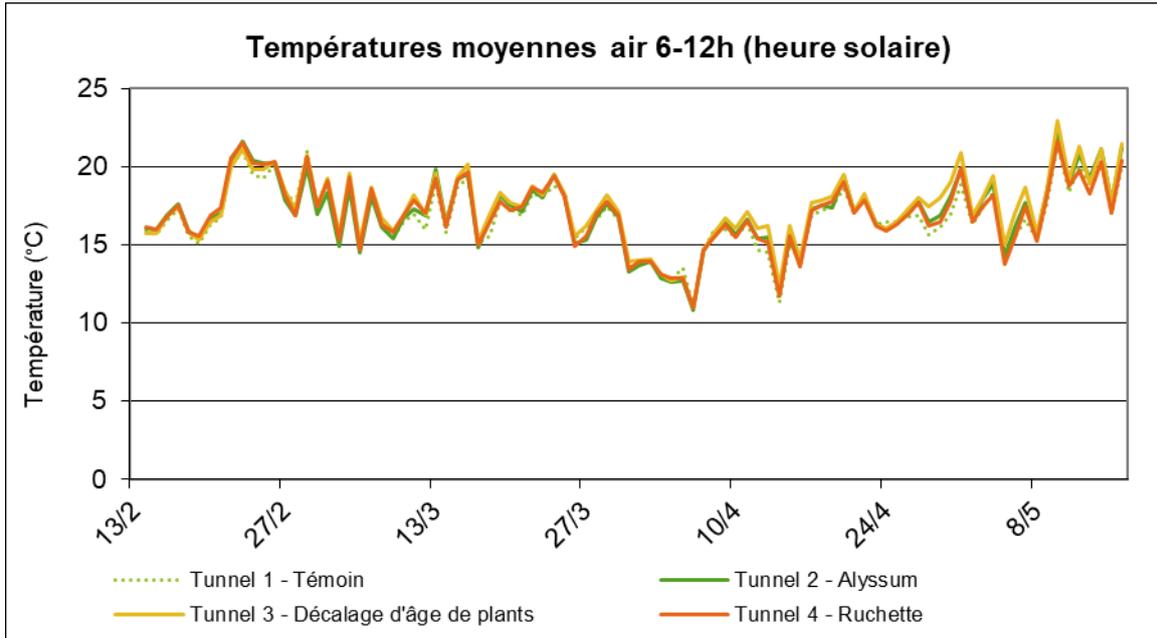


Figure 18: Températures moyennes journalières entre 6h et 12h

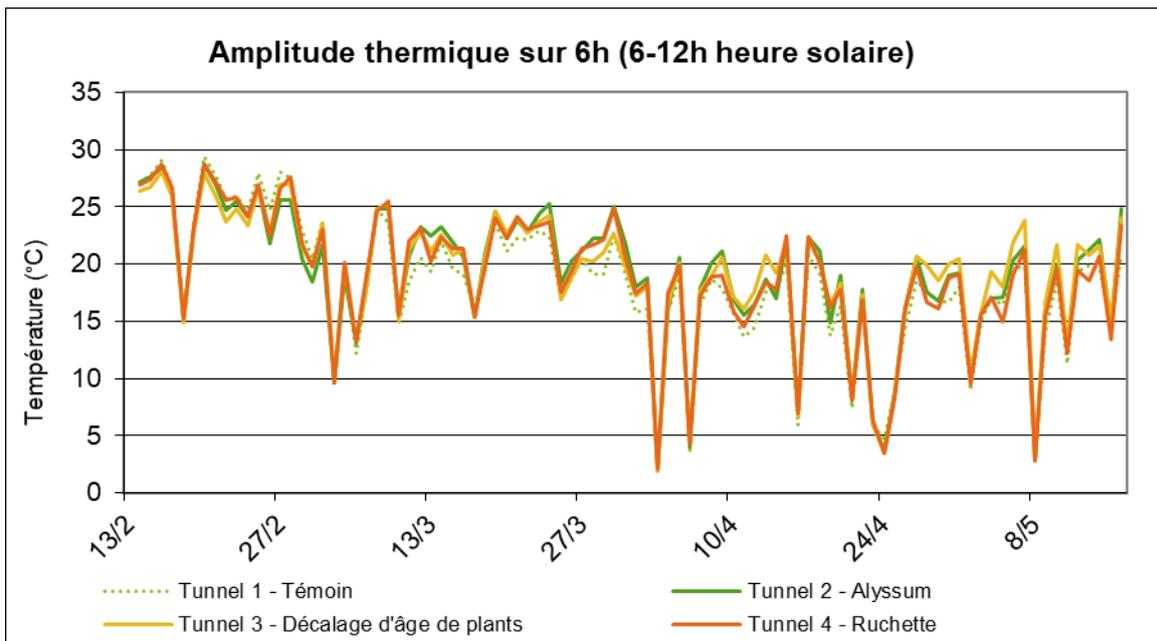


Figure 19: Amplitude thermique journalière entre 6h et 12h (heure solaire)