Courgette

Améliorer la pollinisation
Type long vert – Sous abri

2020

Aurélie ROUSSELIN, Marlène RISTORTO, APREL –Guillaume KAIRO, ADAPI - Jean-Luc DELMAS, CETA Durance Alpilles

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). À la suite du retrait d'usage du Tonifruit en 2016 et à sa fin d'utilisation en décembre 2017, il est primordial de trouver des solutions alternatives pour diminuer les défauts de nouaison en production de courgette 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 de printemps sous tunnel plastique. Les deux techniques testées sont :

- Choix du pollinisateur : comparaison de l'ajout d'une ruchette d'abeilles ou d'une ruchette de bourdons sur la qualité des fruits et le rendement
- Choix variétal : effet variétal sur la floribondité mâle et le potentiel parthénocarpique de la culture.

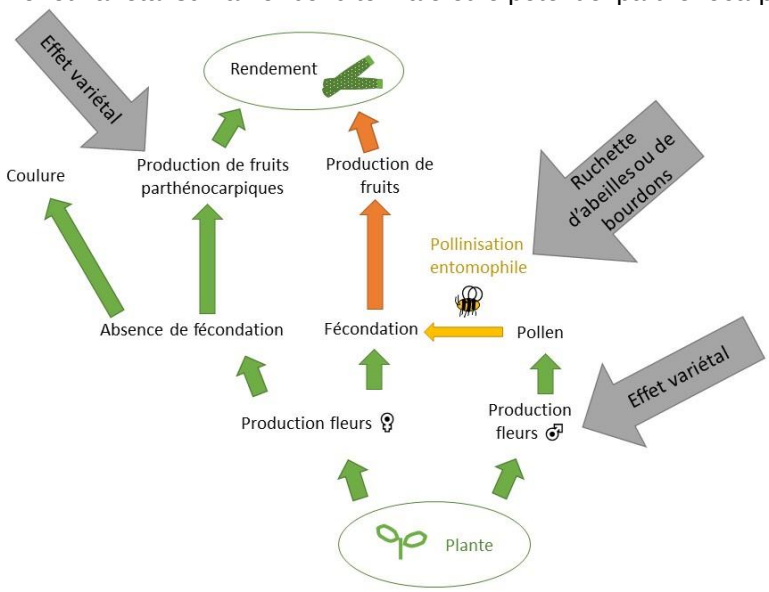


Figure 1 : Schéma présentant les mécanismes d'élaboration du rendement en culture de courgette et positionnement des techniques testées

3 – Facteurs et modalités étudiés

Dans cet essai deux facteurs sont étudiés :

- Facteur apport de pollinisateurs dans le tunnel avec 2 modalités :
  - Ruchette d'abeilles, renouvelée (après 4 semaines)
  - Ruchette de bourdons, non renouvelée
- Facteur variétal avec 4 modalités : Lola, Gloria, Cronos, Twitter

4 – Matériel et méthodes

4.1 – Site d'implantation

L'essai est implanté dans une exploitation de Noves (Bouches du Rhône), suivie par le CETA Durance Alpilles.

4.2 – Matériel végétal

Pour le travail sur le facteur apport de pollinisateurs, la variété utilisée est celle du producteur : Lola (Clause). Cette variété est sensible aux problèmes de nouaison.
Pour le travail sur le facteur variétal, les 4 variétés sont celles figurant dans les préconisations variétales 2020 de l'APREL pour le créneau de plantation de mars (Tableau 1).

Tableau 1 : Variétés de courgette de l'essai

Variété	Semencier
Lola (variété du producteur)	Clause
Gloria	Clause
Cronos	Syngenta
Twitter	Gautier

4.3 – Dispositif expérimental

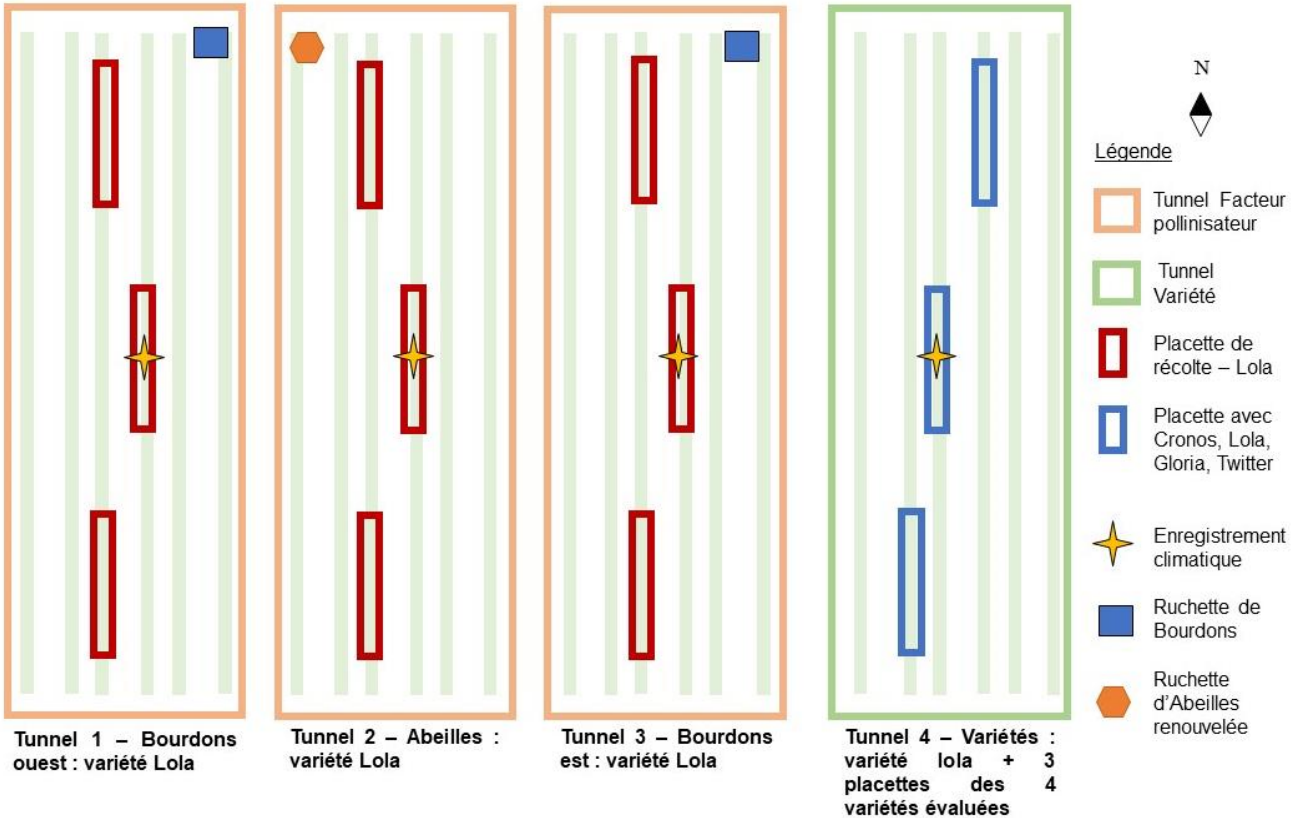


Figure 2 : Schéma du dispositif expérimental

L'essai est mis en place dans 4 tunnels d'un même bloc.
Le facteur apport de pollinisateurs est mis en place dans les tunnels 1 à 3, avec une modalité par tunnel. Pour ce facteur, des observations précédentes suggèrent une possible dérive des abeilles selon un gradient est-ouest (Fiche APREL 19-037), deux tunnels sont donc dédiés à la modalité bourdons, de part et d'autre du tunnel ruchette abeilles.

- Tunnel 1 : bourdons ouest - variété Lola : mise en place de la ruchette 17/04/20 (non renouvelée)
- Tunnel 2 : abeilles : variété Lola : mise en place de la ruchette 15/04/20 et renouvellement le 19/05/20
- Tunnel 3 : bourdons est - variété Lola : mise en place de la ruchette 17/04/20 (non renouvelée)

Le facteur variétal est évalué dans le tunnel 4, avec dans ce tunnel 3 placettes de 6 plantes pour chacune des 4 variétés étudiées.

4.4 – Observations et mesures

- Floraison des courgettes

Notation hebdomadaire du nombre de fleurs mâles et femelles en formation à ouverte par plant. La notation est réalisée sur 6 plantes par placette, à raison de 3 placettes par tunnel pour les tunnels 1 à 3 et de 3 placettes par variété pour le tunnel 4.

- Activité de butinage

L'activité de butinage est évaluée le matin avec des observations 1 à 3 fois par semaine du 21/04 au 09/06. Il y a eu 15 dates d'observation. L'activité de butinage est évaluée par comptage du nombre d'abeilles sur 50 fleurs mâles (♂) et 50 fleurs femelles (♀) dans chacun des tunnels de l'essai. Pour chaque matinée d'observation, 1 à 4 séries de comptage sont réalisées, pour un total de 34 séries d'observations.

- Evaluation du potentiel parthénocarpique

Dans le tunnel 4, 3 séries d'évaluation du potentiel de parthénocarpie des variétés ont été réalisées : le 11 Mai, le 18 Mai et le 25 Mai 2020.
La veille de leur floraison, des fleurs femelles sont repérées et fermées. Deux observations (longueur du fruit hors pédoncule et forme du fruit) sont réalisées à J4 et J7.

- Rendement et qualité des courgettes

Pour les tunnels 1 à 3, les récoltes sont suivies sur 3 placettes de 10 plantes par tunnel de façon hebdomadaire. 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.

- Evaluation de la population des ruches d'abeilles

Les populations des ruches d'abeilles sont mesurées au moment de la mise en place et au moment du retrait (4 à 5 semaines après) 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 (Maisonnasse et al., 2016). Les colonies introduites sous tunnels étaient constituées de 3 cadres de couvain ouvert et fermé et d'1 cadre de réserves, tous les 4 recouverts d'abeilles. Lors de l'essai, les colonies ont reçu, toutes les 2 semaines, un complément alimentaire sous forme d'une pâte de nourrissement sucrée (candi) de 2 kg.

4.5 – Conduite de l'essai

Semis : 19/02/20
Plantation : 11/03/20
Début de récolte : 16/04/20
Fin de récolte : 09/06/20
Abri : tunnel plastique 8mx80m orienté Nord/Sud
Densité : 1.5 plant/m² (2 rangs simples et 2 rangs doubles)

4.6 – 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. 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. Des tests non paramétriques (Kruskal-Wallis) sont réalisés sur les données d'activité de butinage, suivis si nécessaire de tests de comparaison multiple.

5 – Résultats

5.1. Conduite culturale

Les variétés présentent des vigueurs et des besoins en azote différents. On peut remarquer que le témoin de production (Lola) est une plante plus vigoureuse, nécessitant une fertilisation azotée peu importante. Les variétés Gloria et Twitter présentent une plus faible vigueur avec des besoins en azote plus élevés. Sur l'ensemble du cycle cultural, il n'y a pas eu de gros problèmes sanitaires : les pucerons ont été maitrisés par deux traitements, l'oïdium par des traitements à base de soufre. Dès les premières chaleurs (autour de la fin du mois de mai), une baisse de vigueur importante a été notée sur l'ensemble de la culture.

5.2. Climat

Les températures moyennes sont assez proches dans les 4 tunnels (Figure 2), bien que le tunnel 4 semble avoir des températures maximales un peu plus élevées que le tunnel 1 (annexe 1).
Les fleurs de courgette sont ouvertes sur une courte période de quelques heures de 6h à 12h environ. Les pollinisateurs n'ont donc que quelques heures pour réaliser la pollinisation. Sur le terrain, il est observé que les abeilles commencent à butiner vers 12-13°C, ainsi sur les créneaux de culture précoce, la fenêtre de

pollinisation peut être encore réduite pour les pollinisateurs à cause des températures basses en début de matinée (Figure 2).
L'humidité relative dans les tunnels est ponctuellement élevée (annexe 1), ce qui peut avoir nuit à la germination du pollen (GRAPP Méditerranée, 1990).

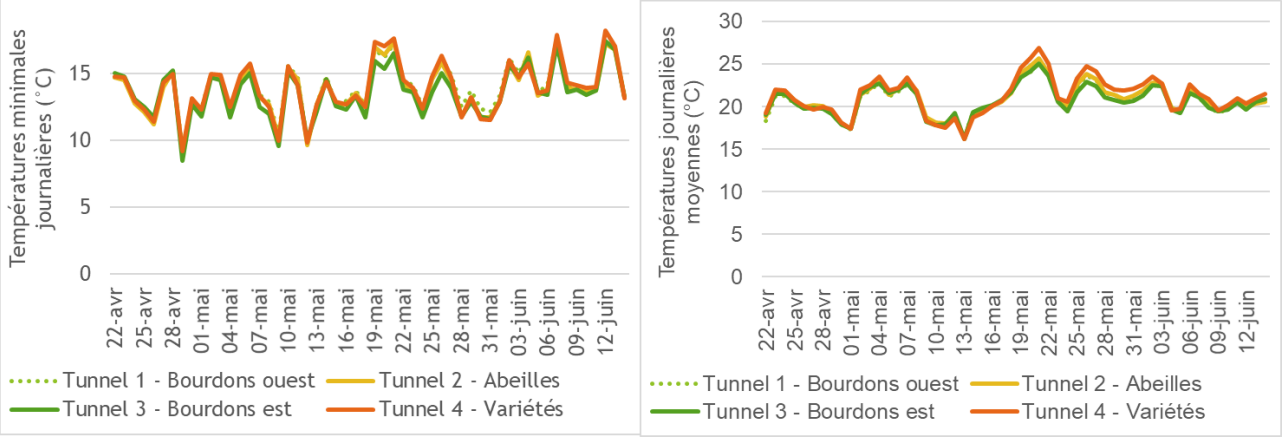


Figure 2 : Températures minimales journalières (gauche) et températures moyennes journalières pour les 4 tunnels de l'essai

5.3. Effet du facteur « apport de pollinisateurs »

➢ Floribondité mâle

La dynamique de floraison mâle est similaire dans les 3 tunnels d'étude du facteur « apport de pollinisateurs », il n'y a pas de différence statistique. La culture débute avec un faible nombre de fleurs mâles par plante, puis 4 semaines de floraison mâle importante, enfin, à partir du 13/05, le nombre de fleurs mâles moyen est compris entre 1 et 2 par plante. Le nombre de fleurs mâles n'est donc a priori pas limitant pour la pollinisation dans les conditions de l'essai.

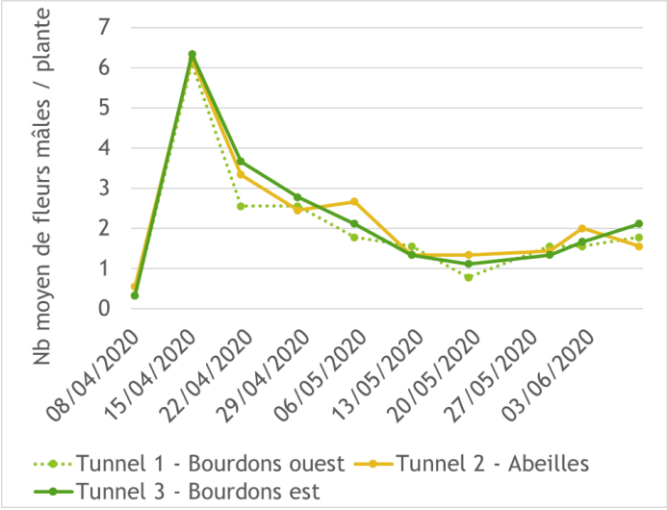


Figure 3 : Evolution du nombre de fleur mâles au cours du temps en facteur « apports de pollinisateurs »

➢ Activité de butinage des pollinisateurs

Le principal pollinisateur observé est l'abeille.
Au cours de l'ensemble des observations, l'activité des bourdons a été quasiment nulle dans chacun des tunnels. Les bourdons représentent seulement 1 % des pollinisateurs observés sur les fleurs femelles et 7% des pollinisateurs observés sur les fleurs mâles. Malgré la mise en place d'une ruchette de bourdons dans les tunnels 1 et 3, quasiment aucun bourdon n'est observé sur les fleurs de courgette. Les conditions ne semblent pas défavorables au butinage, puisque des abeilles sont observées. La faible activité des bourdons est donc probablement due à un manque d'activité des colonies introduites. En début de culture ce manque d'activité peut résulter d'un mauvais positionnement des ruchettes, en effet en conditions précoces on évite un positionnement de la ruchette de bourdons près de la porte (zone plus froide), la colonie de bourdons introduite a donc pu se détériorer rapidement. En seconde moitié de culture, les ruchettes de bourdons n'ont pas été renouvelées, alors qu'un renouvellement après 4 semaines est généralement préconisé.
L'activité de butinage des abeilles a été très variable au cours de la culture, avec une activité plus faible jusqu'au 14 mai, puis une activité plus importante sur la seconde moitié de la culture. L'activité de butinage des abeilles est plus importante sur les fleurs femelles (16 abeilles pour 100 fleurs en moyenne) que sur les fleurs mâles (5 abeilles pour 100 fleurs), ce résultat est cohérent avec les observations antérieures (Fiche APREL 19-037) et la littérature (Nepi and Pacini, 1993).

Les tunnels 2 - Abeilles et 3 - Bourdons est ont des activités de butinage des abeilles similaires sur les fleurs mâles et les fleurs femelles. Le tunnel 1 - Bourdons ouest se démarque avec significativement moins d'activité des abeilles que le tunnel 2 sur les fleurs femelles et que les tunnels 2 et 3 sur les fleurs mâles. Même si nous n'avons pas la possibilité d'identifier l'origine des abeilles, il semblerait que les abeilles de la ruchette du tunnel 2 soient allées butiner en nombre vers le tunnel situé à l'est.

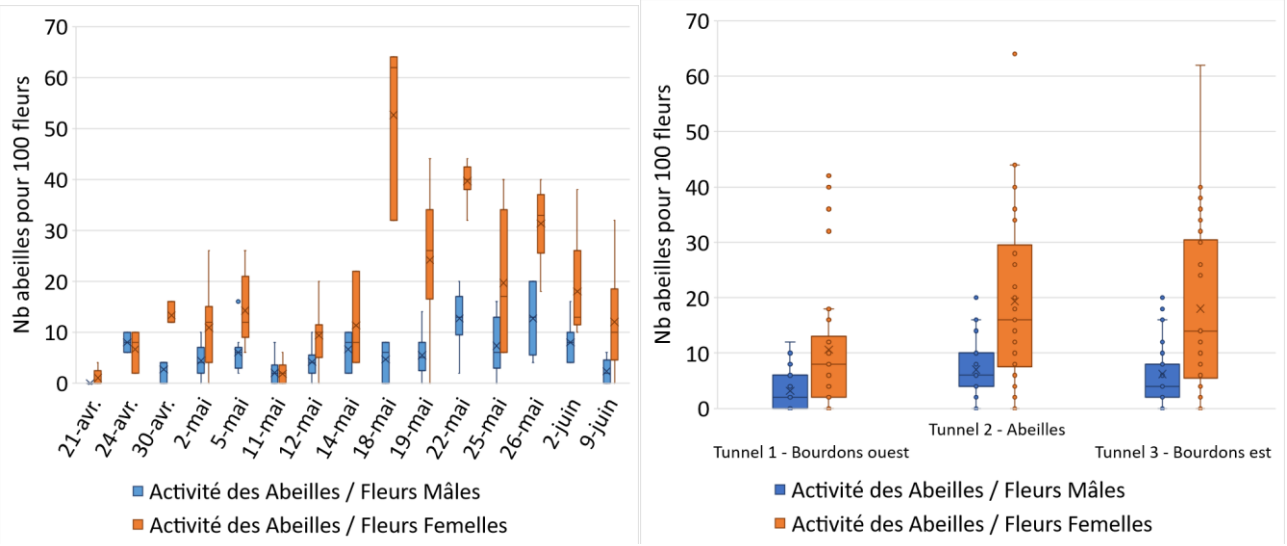


Figure 4 : Evolution au cours de la culture de l'activité de butinage sur l'ensemble des tunnels (gauche) et activité de butinage dans les différents tunnels (droite)

➢ Production

Tableau 3 : Résultats agronomiques des différentes modalités du facteur « apport de pollinisateurs »

Modalité	Rendement commercial (kg/m²) (± écart-type)	Pourcentage de second choix (% poids)	Pourcentage de déchets (% Nombre total)
T1 – Bourdons OUEST	**4.3 ± 0.7**	**39 ± 19%**	**35 ± 11%**
T2 - Abeilles	**4.7 ± 0.2**	**44 ± 5 %**	**27 ± 1 %**
T3 – Bourdons EST	**3.9 ± 0.7**	**45 ± 16%**	**38 ± 6%**

Il n'y a pas de différence statistique de rendement entre les 3 tunnels, en effet malgré les rendements moyens qui semblent différer, la variabilité entre les 3 placettes de chaque tunnel ne permet pas de conclure sur un effet sur le rendement des modalités du facteur apport de pollinisateur. Il y a cependant une légère tendance a un rendement plus élevé dans le tunnel abeille par rapport aux tunnels bourdons. De plus, il semble y avoir un pourcentage de déchets un peu plus faible dans le tunnel Abeilles par rapport aux tunnels Bourdons, bien que le pourcentage de déchets dans le tunnel Abeilles reste élevé.

.

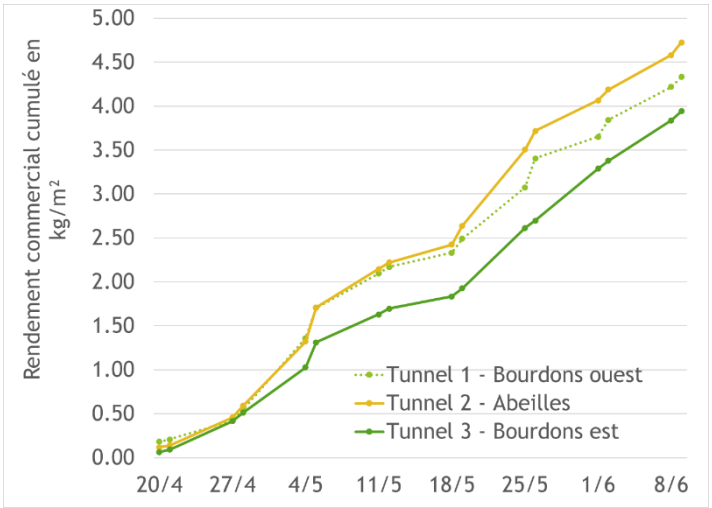
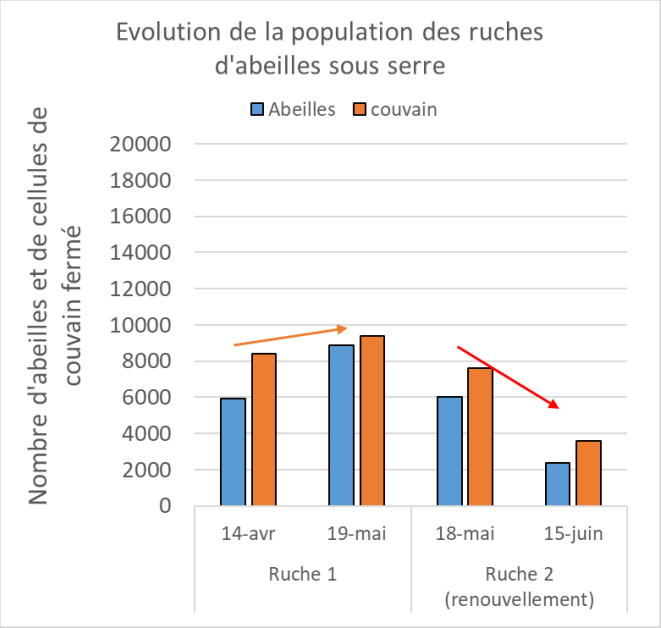


Figure 5 : Rendement commercial cumulé en fonction du facteur « apport de pollinisateurs »

➢ Colonies d'abeilles



Pour la réalisation de l'essai, 2 colonies d'abeilles nourries régulièrement ont été utilisées successivement. Ces colonies présentaient une population approximative de 6 000 abeilles et 8 000 cellules de couvain au moment leur mise en place. Au bout de 5 semaines de présence sous le tunnel, la première colonie a présenté une population de 9 000 abeilles et 9 500 cellules de couvain. La population de la colonie n'a que peu augmenté (Fig.6). La population de la seconde colonie, qui a remplacé la première, s'est réduite de moitié en 4 semaines. Des abeilles mortes ont été observées devant les entrées des 2 ruches utilisées pour la pollinisation. Les conditions sous tunnel, pour cet essai, ont donc été préjudiciables pour les colonies utilisées.

Figure 6 : Evolution des populations des colonies d'abeilles

5.3. Effet du facteur variétal

➢ Floribondité mâle

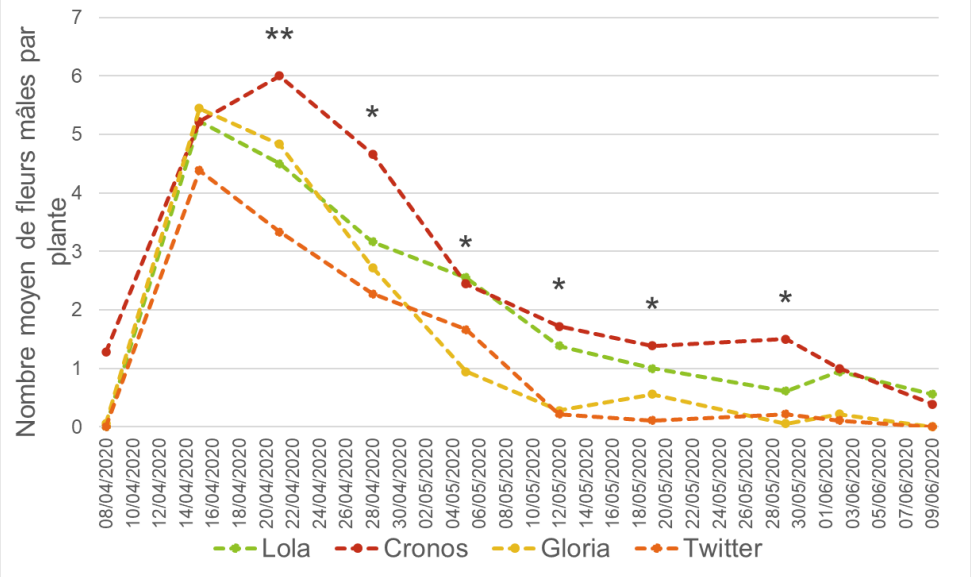


Figure 4 : Evolution du nombre de fleurs mâles totale en fonction des variétés étudiées

Sur la culture dans son ensemble, la variété Cronos produit significativement plus de fleurs mâles par plant que la variété Twitter.
L'ensemble des variétés présente une dynamique de floraison mâle similaire. Dans les conditions de l'essai, Cronos semble plus performante que les autres variétés sur le critère de floribondité mâle.

➢ Potentiel parthénocarpique des variétés

Le potentiel de parthénocarpie d'une variété désigne la capacité de cette variété à produire un fruit en l'absence de fécondation de la fleur femelle. Ce potentiel permet de limiter les fluctuations de rendement et de qualité de fruits liées à la faible disponibilité de pollen à l'échelle de la parcelle et/ou à la faible activité des pollinisateurs.

Les 3 séries d'évaluation du potentiel parthénocarpique nous montrent que toutes les variétés étudiées ont un très faible comportement parthénocarpique dans les conditions de l'essai. En effet, quelle que soit la variété, au moins 68% des fruits évalués présentent une taille inférieure à 13 cm 7 jours après floraison. Cronos

présente le plus haut pourcentage de fruits parthénocarpiques dont la taille permet leur commercialisation (31%) ; néanmoins, ces fruits parthénocarpiques présentent le plus souvent des défauts tels que des déformations, forme pointue notamment. Il est possible que la faible vigueur de certaines variétés dans les conditions de l'essai : Gloria et Twitter notamment ait affecté l'évaluation du potentiel de parthénocarpie. De plus, les évaluations ont été réalisées sur la seconde moitié de la culture, à partir du 11 mai, or certains auteurs ont mis en avant que les températures basses favorisent la production de fruits parthénocarpiques (Robinson and Reiners, 1999).

6 – Conclusions

- L'apport d'une ruchette d'abeilles renouvelée au sein d'un tunnel de courgette semble être bénéfique à la production par rapport à l'apport d'une ruchette de bourdons. Ce résultat est cependant à prendre avec précaution, car il ne s'agit que d'une tendance. Une évaluation plus fine du rendement au jour le jour aurait peut-être permis de conclure.
- Les données d'activité de butinage révèlent une très faible activité des bourdons liée probablement aux conditions d'installation des ruchettes et à une absence de renouvellement. La mise en place d'une ruchette d'abeilles dans le tunnel augmente l'activité de butinage par rapport au tunnel situé à l'ouest, dans les conditions de cet essai. Cependant le butinage du tunnel avec la ruchette d'abeilles est équivalent au butinage du tunnel situé à l'est. Le butinage par les abeilles des fleurs femelles de courgette est supérieur au butinage des fleurs mâles.
- Les variétés de type longue verte préconisées dans le créneau de plantation de mars présentent toutes une diminution de la floraison mâle en fin de culture. Néanmoins, Cronos semble être une variété moins à risque pour ce critère. Le manque de vigueur de la culture n'a pas permis d'évaluer le potentiel de parthénocarpie des variétés.

Références

GRAPP Méditerranée (1992) Fiche Technique : Pollinisation de la courgette

Nepi M. and Pacini E. (1993) Pollination, Pollen Viability and Pistil Receptivity in Cucurbita pepo. Annals of Botany 72, 527-536

Robinson R.W. and Reiners S. (1999). Parthenocarpy in Summer Squash. HortScience 34(4), 715-717

Rousselin A., Jourdan P., Kairo G., Servel E., Pinet S., Delsoin F. (2019) Courgette : Améliorer la pollinisation type long vert - créneau précoce. Fiche APREL 19-037

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 : *Action A422*
ROUSSELIN Aurélie, APREL, 13210 St Rémy de Provence, tel 04 90 92 39 47, rousselin@aprel.fr
KAIRO Guillaume, ADAPI

Réalisé avec le soutien financier de :

FranceAgriMer
ÉTABLISSEMENT NATIONAL DES PRODUITS DE L'AGRICULTURE ET DE LA MER

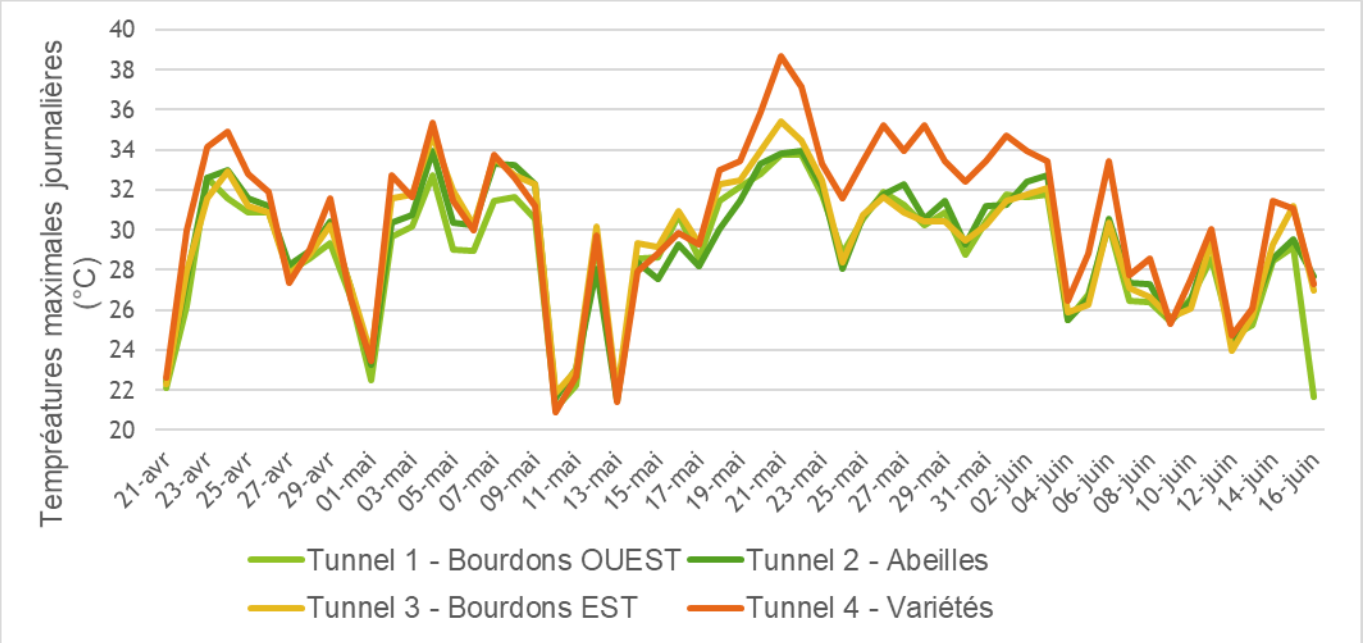
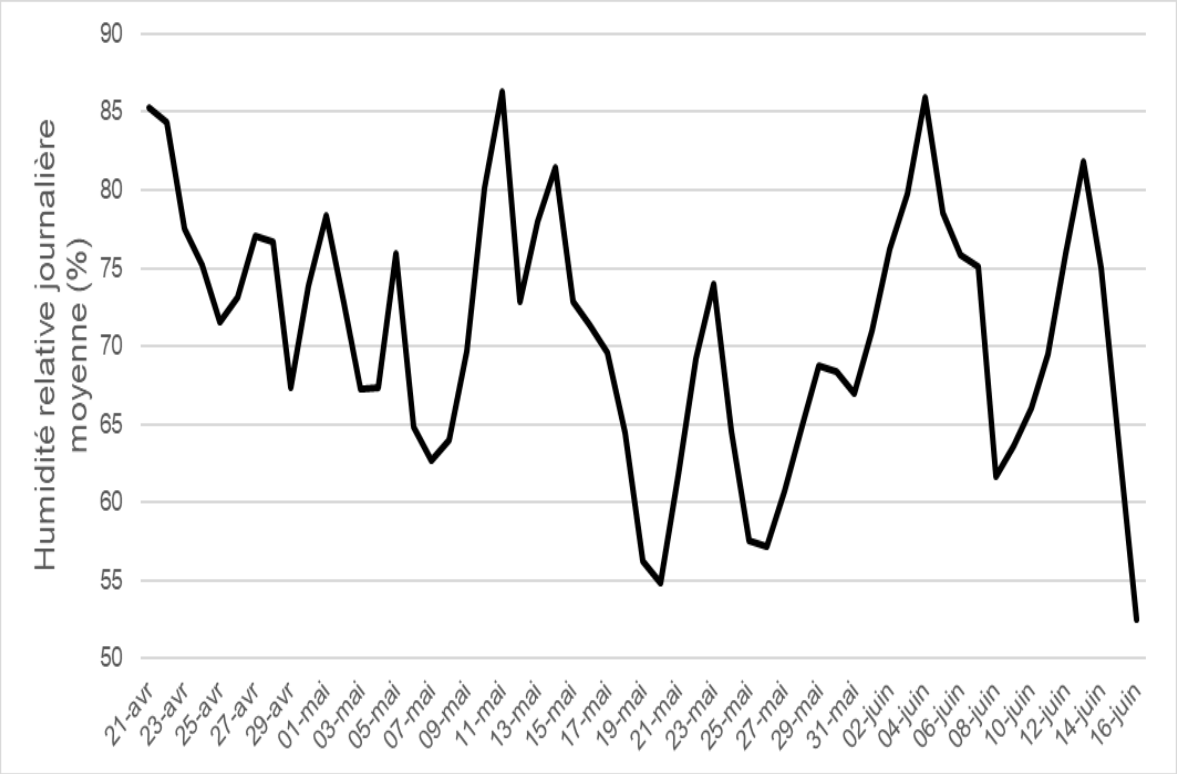
La responsabilité de FranceAgriMer ne saurait être engagée

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION
avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale «Développement agricole et rural»

La responsabilité du Ministère chargé de l'agriculture ne saurait être engagée

Annexe : Données climatiques

Températures maximales journalières dans les tunnels d'essai



Humidité relative moyenne