

DEMONSTRATION D'UNE PRODUCTION DE COURGETTE EN HORS SOL SOUS ABRI, EN CONDITIONS ESTIVALES

Compte-rendu final

Auteurs : Jacques FILLATRE, Isabelle CABEU, Bernard NARINSAMY – ARMEFLHOR

Stagiaires : Georges GARCIA

CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

Jusqu'à présent, tous les essais menés par l'ARMEFLHOR sur la courgette étaient implantés en moyenne ou haute altitude et se déroulaient durant la période fraîche. Les conclusions qui en ont résulté, ont dans l'ensemble été concluants : variétés adaptées, fécondation de substitution par hormonage en l'absence d'abeilles domestiques, équilibre fertilisant...

Or de nombreux serristes, notamment ceux des bas, recherchent activement un produit de reconversion, et de surcroît assez lucratif. Si la courgette connaît une rentabilité faible à moyenne en hiver dans les hauts (en raison d'un prix plus ou moins fluctuant à la vente : offre > demande), sa rentabilité pourrait être assurée dans les bas en été, si l'on parvient à lever toutes les contraintes techniques et surtout climatiques en culture.

L'ARMEFLHOR a donc profité de l'installation de modules de serre sur son nouveau site d'expérimentation à Bassin Martin, pour expérimenter ce créneau de production.

Il s'agit donc plus ici d'un essai à caractère technique et démonstratif.



Variété LORELLA

OBJECTIFS DE L'ESSAI

- Tester le comportement agronomique de la courgette en hors sol sous abri en conditions estivales
- Proposer aux adhérents, une parcelle de démonstration en hors sol

MATERIELS ET METHODES

FACTEUR ETUDIE :

Essai démonstratif

DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Essai démonstratif - Pas de dispositif expérimental
60 plantes suivies par variété

MATERIEL VEGETAL - ORIGINE

Variétés : MIKONOS et LORELLA ont été choisies pour leur bon potentiel agronomique observé lors des essais ARMEFLHOR en 2005 et 2006, et pour leurs caractéristiques particulières (entre-nœuds courts / longs ; port érigé ou couché ; facilité ou difficulté de palissage...)

Matériel végétal : plants issus de semis - origine : station ARMEFLHOR, à Bassin Martin

Code	Variété	Société	Résistances
1	LORELLA	Vilmorin	ZYMV, oïdium
2	MIKONOS	Syngenta	CMV, ZYMV, WMV, oïdium

CARACTERISTIQUES DE L'ESSAI

Site et altitude :

Station d'expérimentation de l'ARMEFLHOR à Bassin Martin, SAINT PIERRE
300 m d'altitude

Calendrier :

- 11/01/08 : semis en plaque de 42, avec du TKS1
- 18/01/08 : repiquage en godets de 7, avec du TKS1
- 25/01/08 : plantation au stade 1 feuille vraie – pains de fibres de coco BIOGROW (1m – 3 Kg), gonflés et lessivés à l'eau claire – plantation à une EC de 2 mS au drainage après lessivage
- 14/02/08 – 14/06/08 : début – fin de récolte (soit un cycle de production de 4 mois)

Densité et surface :

1,43 plants / m²

3 plantes par pain, 10 pains par ligne, 4 lignes au total (cf plan)

60 plants au total pour l'essai, soit 30 plants pour chacune des variétés

De nombreux problèmes phytosanitaires ont ramené la densité à moins d'un plant /m² en fin de cycle.

Surface occupée par l'essai :

90 m² sur les 250m² disponibles

Substrat :

Pains de fibre de coco type BIOGROW de 1m (soit 3L)

Gonflage et lessivage des pains à l'eau claire

(faute de matériels et de temps)

Mise en place de la culture à une EC au drainage de 2,2 mS /cm



Visite de l'essai courgette, le 11/06/08 (20 adhérents)

Structure de production :

Serre Ondex constituée de deux modules de 250 m² de surface chacun (8,40 m de large X 30 m de long), séparée par une cloison plastique étanche. Chaque module comporte un ouvrant latéral à guillotine, une ouverture au faîtage sur toute la longueur de la structure et un sas d'entrée avec son pédiluve. Sas, ouvertures au faîtage et latéral sont tous recouverts de filet insect-proof de maille très fine.

Gestions du climat et de la fertirrigation sont assurées par la station automatique (ELOTec). Nous avons rencontré quelques variations de pH, d'EC, des pannes de vanne volumétrique et des bacs d'engrais vidés (irrigation à l'eau claire) ainsi que des coupures d'eau en cours de culture.

Irrigation :

Irrigation par goutteurs dirigés de débit 7 L/H, avec guide au plant (4 guides / pain)

Programmation des apports via une station d'automatisation climatique (ELOTec)

Durée et fréquences des apports : 8 à 12-13 apports de 5 à 10 min toutes les H (selon climat et stade culture).

Pilotage du taux de drainage préconisé entre 25 et 30%.

Ici, maintien de ce taux entre 5 et 10 %, pour évacuer l'humidité saturante (à compter de mi-mars 08)

Fertilisation :

- Besoins nutritifs de la courgette (en meq) et principaux équilibres

Eléments	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	H ₂ PO ₄ ⁻	So ₄ ⁻	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K/(Ca+Mg)
Equilibre (meq/l)	13.1	1.7	1.7	3.4	5.4	7.7	3.4	0.49

Source CTIFL / La courgette

○ Consignes de l'électro-conductivité à l'apport (EC en mS/cm)

La conductivité d'apport est dans un premier temps de 1.8 mS pour éviter tout problème de brûlure racinaire.

Durant tout le mois d'avril, la consigne de l'EC n'a été relevée qu'à 2-2.2 mS. Les EC relevées au drainage montraient une faible consommation, en raison d'une production en berne (problèmes phytosanitaires). Au retour de conditions plus favorables, on est passé à une EC_A de 2.2-2.4.

Tout à fait en fin de cycle (15/06/08), nous avons voulu tester le comportement de la culture face à une EC_A élevée : 2.8 mS. La culture a bien réagi, les fruits grossissant vite. Ces résultats seront à confirmer lors d'un prochain cycle.

Stade physiologique	Stade végétatif	Stade de fructification
Electro-conductivité (en mS/cm)	1.8 - 2	2.2 – 2.5

○ Composition de la solution nutritive

La solution fertilisante utilisée est celle préconisée par le CTIFL, calculée pour un apport de 13 meq/l d'azote.

L'apport d'oligo-éléments et de fer est effectué sur les mêmes bases que pour la tomate.

Solution courgette en hors sol (Source CTIFL)			
BAC	Engrais	Quantité	Unité
A	Nitrate de potasse	3,700	kg
	Phosphate mono ammonique	1,955	kg
	Sulfate de magnésie	4,182	kg
	Acide nitrique		ml
B	Nitrate de potasse	1,754	kg
	Nitrate de chaux	8,085	kg
	OLIGODRIP	1	l
	Acide nitrique		ml

Climat :

Conditions climatiques extrêmes sous la serre :

- Très fortes températures de l'ordre de 43-44°C en maxi de la plantation (fin janvier) à avril (mini 20°C). L'ombrage de la culture a été obtenu par blanchiment de la structure (OMBRAFLEX)
- L'hygrométrie saturante observée est persistante et très pénalisante pour la culture.

Face à toutes ces contraintes naturelles et structurelles, une fois identifiées, notre objectif a été de limiter les dégâts et les traitements phytosanitaires au profit de la prophylaxie. Plusieurs interventions ont été réalisées en ce sens, afin de contribuer à une meilleure aération et à une baisse significative de l'hygrométrie sous la serre.

Causes de l'humidité saturante	Signes observés dès mi-février 08	Moyens mis en œuvre pour diminuer l'humidité
<p>Périodes pluvieuses abondantes et régulières de mi-mars à mi-mai</p> <p>Confinement de la structure :</p> <p>Un seul ouvrant latéral à guillotine et une au faîtage 100% insect-proof, une cloison plastique qui sépare deux modules</p> <p>Entrées d'eau intempestives à l'entrée liées aussi au ruissellement (formation de nappe d'eau sous le paillage plastique) et aussi par le faîtage (mauvaise étanchéité)</p> <p>Taux de drainage parfois élevé</p> <p>Drainage pas évacué à l'extérieur</p> <p>Présence d'une culture de tomates</p> <p>Aération dynamique insuffisante : 1 seul ventilateur pour 252 m²</p>	<p>Perles de rosée matinale</p> <p>Condensation au faîtage</p> <p>Pourriture fleur et fruit :</p> <p>Absence de dessèchement et de chute naturelle de la fleur femelle située à la base du fruit en grossissement</p> <p>Contrainte d'une double récolte : suppression manuelle de chaque fleur femelle</p> <p>Botrytis et oïdium (fruits, feuilles), puis d'Erwinia sp (perte de plants)</p> <p>Pullulation de moustiques</p>	<p>Fin février 08 : ouverture volontaire et en continu de la porte d'entrée et du sas (excepté en périodes pluvieuses)</p> <p>Mi-mars 08 : diminution maximale du drainage : arrêts complets des irrigations (lors des pluies et jours suivants)</p> <p>Pilotage de l'irrigation entre 5 et 10% de drainage</p> <p>10 avril 08 : suppression de l'insect-proof sur l'ouvrant à guillotine</p> <p>Mai 08 : travaux d'amélioration de l'écoulement des eaux</p>

Ouverture volontaire de la structure = mouche des fruits. Présence observée mais dégâts ponctuels et limités. Mêmes constats sur les deux précédents essais.

=> serre = barrière mécanique pour l'entrée de la mouche des fruits.

Entretien et palissage:

- Effeuilage hebdomadaire (au lieu de tous les 12-15 j) - conditions de l'essai favorisent la végétation
- Palissage une fois par semaine pour les deux variétés avec des clips « spécial courgette ». Il permet de maintenir les têtes droites et bien éclairées, de faciliter la récolte et d'améliorer l'état sanitaire par une meilleure aération des plantes. Le rythme de palissage est d'environ 120 plantes à l'heure.
- Récolte quotidienne – récolte sévère avant week-end ou jour férié

Pollinisation :

En début de cycle, la pollinisation naturelle a été peu efficace.

Dès disponibilité, une ruche d'abeilles domestiques a été placée à l'entrée de la serre, le 07/03/08.

Des apports de TONIFRUIT (dose 30g/hl), à raison de 2 par semaine, ont permis d'assurer un minimum de production durant les 2-3 premières semaines de récolte.

Problèmes phytosanitaires et traitements :

- **Botrytis** : principal problème phytosanitaire rencontré ici. Il est à mettre en relation avec les conditions climatiques extrêmes régnant sous l'enceinte (énumérées en page n°3). Nous avons plus misé sur la prophylaxie et différentes interventions, qui favorisent la baisse de l'HR et donc le développement du champignon : aucun traitement botrytis n'a été d'ailleurs appliqué.
- **Mouches de fruits** : dégâts observés sur jeunes fruits dès la suppression du filet insect-proof sur l'ouvrant à guillotine. Difficile toutefois de distinguer des attaques de botrytis et de piqûres du ravageur sur fruits, dès lors que ce dernier est en cours de liquéfaction (botrytis)
- **Pucerons** : leur foyer a été maîtrisé (PLENUM) mais ils ont causé des viroses sur 2 plants
- **Tarsonèmes** : les traitements contre ce ravageur ont été très efficaces
- **Oïdium** : présent assez régulièrement tout au long du cycle, son étendue a été jugulée par des réponses prophylactiques (suppression systématique des feuilles présentant des symptômes, meilleure aération de la serre par la suppression du filet insect-proof sur la moitié de l'ouvrant à guillotine). Les applications phytosanitaires ont été sporadiques (SYSTHANE, TOPAZE, ORTIVA).
- **Erwinia carotovora** : bactérie qui s'est développée de façon fulgurante dans les conditions humides de l'essai (temps pluvieux, mauvaise aération de la structure...) et qui a décimé près de la moitié de la culture. Les traitements au cuivre ont freiné sa progression. Elle a définitivement disparu de la culture, dès que les conditions furent plus clémentes.
- **Fusariose oxysporum** : flétrissement ascendant des feuilles âgées vers l'apex puis dessèchement, entraînant la mort de la plante. Ces symptômes ont été observés en fin de cycle soit après près de 4 mois de production. Il s'agirait à priori de *fusariose oxysporum*.
- **Corolle de fleurs adhérent au fruit** : ce phénomène s'est limité à quelques fruits et à une courte période, certainement à corréler avec des chutes importantes de température (mai – juin)
- Présence également de *Didymella sp.* et de Verticilliose (*Verticillium sp.*)
- Présence sans dégâts conséquents d'aleurodes BT et TV, chenilles, noctuelles et thrips

Date	Produit commercial Matière active	Dose	DAR	Cible
29/03	ORTIVA – azoxystrobin	0.8 L/Ha	3 j	Oïdium
25/04	SYSTHANE 12 E – mychlobutanyl	0.6 L/Ha	3 j	Oïdium
	BOUILLIE BORDELAISE – cuivre	4 Kg/Ha	3 j	<i>Erwinia carotovora</i> .
21/05	DECIS PROTECH – deltaméthrine	0.5 L/Ha	3 j	Noctuelles, chenilles
24/05	TOPAZE – penconazole	0.5 L/Ha	3 j	Oïdium
	PLENUM – pymétrozine	0.4 Kg/Ha	3 j	Pucerons, aleurodes
31/05	TOPAZE – penconazole	0.5 L/Ha	3 j	Oïdium
	VERTIMEC – abamectine	0.5 L/Ha	3 j	Tarsonèmes

PLAN DE L'ESSAI

La culture de courgette partage le module de serre avec une culture de tomate de semences. Elle se trouve en 1^{ère} position, c'est-à-dire à proximité et face à l'entrée.

MIKONOS	LORELLA
Port érigé, fruit lisse	Port rampant, fruit à facette

Sas / Entrée

VARIABLES MESUREES

Climat

Mise en place d'un thermomètre mini-maxi (objectif : blanchiment au faitage et aération)
Enregistrement automatique de l'hygrométrie (station ELOTEC)

Plante

% de mortalité des plants lors de la phase de reprise (suivi 2 semaines)
Nombre de plants en production, nombre de plants morts et causes
Suivi phytosanitaire (botrytis, oïdium, pucerons, acariens, tarsonème), pour le déclenchement des traitements

Pesée des récoltes

Poids et nombre de fruits commercialisables par variété
Poids et nombre de déchets / catégorie : déformés, mouches des fruits, pourris, virus et autres

Suivi de la fertirrigation

Relevé des valeurs EC, pH à l'apport et au drainage
Relevé des volumes d'eau apportée et des volumes d'eau drainée par pain (calcul du % de drainage)
Ajustement de la fertirrigation en fonction de ces paramètres et du climat



Variété MIKONOS

RESULTATS OBTENUS

POURCENTAGE DE PLANTS REPRIS APRES PLANTATION

100% de reprise, 2 semaines après plantation, pour les 2 variétés suivies (LORELLA et MIKONOS)

PERTE DE PLANTS EN COURS DE CULTURE

Le climat extrêmement humide et chaud (41 à 44°C) qui règne sous la serre, a favorisé le développement d'*Erwinia carotorava*, bactérie qui a occasionné la mort du tiers des plants de l'essai (34,2%). Des deux variétés testées, LORELLA a montré une plus grande sensibilité à la bactérie (43,3% de dégâts).

Après 3.5 mois de production (fin mai), la culture commence réellement à s'essouffler : certains plants s'auto-déterminent, tandis que d'autres s'affaiblissent en tête, laissent la voie libre aux attaques de *Fusariose oxysporum* vers fin mai – début juin (1/4 des plants de chacune des variétés).

PERTE DE PLANTS	MIKONOS	LORELLA	BILAN
Nombre de plants total	60	60	120
Cause <i>Erwinia carotorava</i> au 23/05/08	15	26	41
soit en %	25,0%	43,3%	34,2%
Cause Auto-détermination du plant au 26/05/08	1	2	3
soit en %	1,7%	3,3%	2,5%
Cause <i>Fusariose oxysporum</i> au 30/06/08	15	14	29
soit en %	25,0%	23,3%	24,2%
Total de perte (en %)	51,7%	70,0%	60,8%

FRUIT COMMERCIAL : NOMBRE PAR PLANT ET POIDS MOYEN (en g)

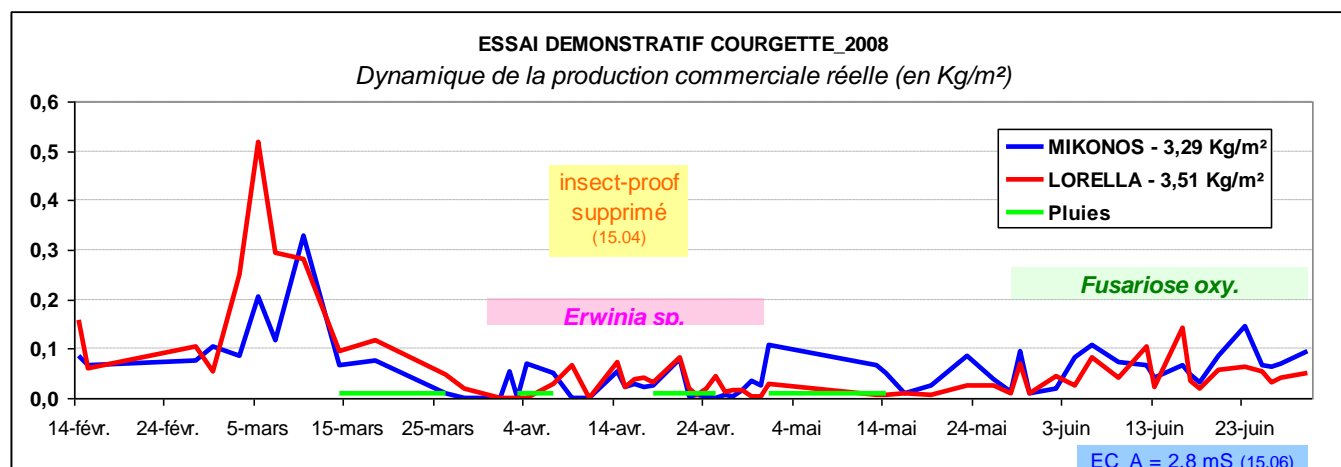
FRUIT COMMERCIAL	MIKONOS	LORELLA
Poids moyen du fruit (en g)	133,3	144,6
Nombre de fruits commerciaux (en nb/plant)	23,5	25,7

LORELLA a montré dans les conditions de l'essai, un fruit de bon calibre (144 g) et le meilleur nombre de fruits produits.

DYNAMIQUE DU RENDEMENT COMMERCIAL REEL (en Kg/m²)

Les faibles rendements obtenus s'expliquent par les mauvaises conditions climatiques observées en cours de cycle, de mi-mars à mi-mai (chaleurs et humidité relative élevées) et par les nombreux problèmes phytosanitaires rencontrés. La suppression de l'insect-proof, l'arrêt de la culture de tomates semences, la gestion serrée du drainage (entre 5 et 10%) conjugués au retour du beau temps et des températures plus fraîches ont permis la relance de la culture, à un cycle de production avancé (soit 3 mois - mi mai).

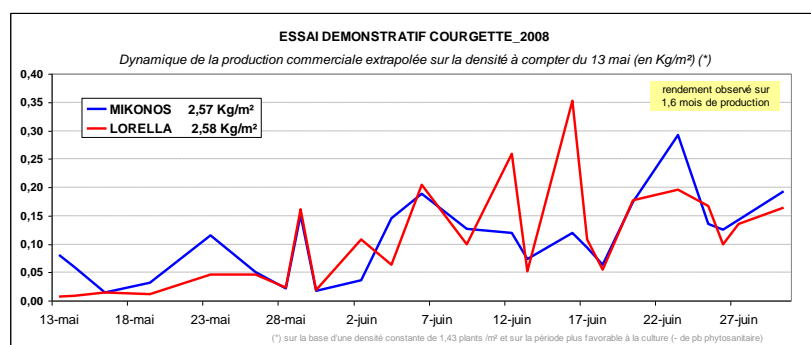
A un tel stade, la plante normalement s'essouffle. Nous en avons profité pour augmenter la consigne de l'EC à l'apport à 2.8 mS. La culture a bien réagi, car les fruits atteignent très rapidement le calibre commercial requis. Une nouvelle attaque phytosanitaire, de *Fusariose oxysporum*, est venue perturber cet élan génératif et a mis d'elle-même un terme à cet essai, qui sera parvenu à plus de 4.5 mois de récolte.



RENDEMENTS COMMERCIAUX EXTRAPOLÉS

RENDEMENT COMMERCIAL EXTRAPOLE	MIKONOS	LORELLA
Rendement commercial réel (Kg/m ²)	3,3	3,5
Rendement commercial extrapolé (Kg/m ²) sur la base de la densité initiale (1,43 plants /m ²) et sur la période climatique favorable (1,6 mois : 13 mai au 30 juin)	2,57	2,58
Rendement commercial extrapolé (Kg/m ²) sur la base d'une densité constante (1,43 plants/m ²)	4,5	5,3
Rendement commercial extrapolé (Kg/m ²) sur la base d'une densité constante et du nb de fruits avec botrytis, considérés commercialisables	5,3	7,1

Les deux variétés testées ont des rendements réels quasi-équivalents. Si le taux de mortalité des plants n'avait pas été si catastrophique, on aurait pu escompter un rendement commercial minimum de plus de 4.5 Kg/m² (densité de 1.43 plants/m²) sur l'ensemble du cycle de production. Par ailleurs, le retour de conditions climatiques plus favorables à la culture permet de dégager un rendement commercial extrapolé de 2.6 Kg /m², sur 1.6 mois de culture (mi-mai à fin juin).



Notons le comportement quasi-identique des deux variétés au cours de cette période. D'autre part, et si nous avions pu maîtriser les conditions climatiques trop humides de cet essai ainsi que le botrytis, les rendements commerciaux de LORELLA auraient été bien plus qu'honorables (> 7Kg/m²).

% DE DECHETS SUR LE RENDEMENT TOTAL ET SUR NOMBRE TOTAL DE FRUITS

% DECHETS	MIKONOS	LORELLA
% déchets sur rendement total	5,5%	7,6%
% déchets sur nb total de fruits récoltés	23,1%	33,0%
% de fruits avec botrytis (sur nb total fruits)	14,8%	22,1%

Le taux de déchets sur la production totale est acceptable (moins de 8%). En revanche, quand ce calcul est ramené au nombre total de fruits récoltés, cette

proportion atteint près de 25% pour MIKONOS et vertigineusement le tiers de la récolte pour LORELLA. La sensibilité au botrytis est par ailleurs plus faible pour MIKONOS. A ce niveau, on constate bien le manque important à gagner.

QUALITE COMMERCIALE DES FRUITS

Dans l'ensemble la majorité des fruits récoltés se situe en catégorie commerciale EXTRA, avec une belle présentation. Début de cycle et périodes de troubles phytosanitaires ont montré des fruits pointus ou de petit calibre.

CONCLUSION & PERSPECTIVES

Cet essai démonstratif de production de courgettes en hors sol sous abri en saison estivale n'a pas fourni les résultats agronomiques escomptés. Ces derniers sont à corréliser aux nombreuses contraintes techniques mais surtout climatiques extrêmes rencontrées au cours du cycle (humidité saturante et persistante, climat pluvieux, structure mal aérée et mal adaptée, développement fulgurant de maladies fongiques et bactérienne, tels que *botrytis*, *Erwinia sp.*, perte de plants). Les points importants à dégager de cet essai, peuvent donc se résumer en quelques points :

- Avec 22 à 29 fruits par plant, la plante est très générative. Une meilleure maîtrise du climat sous serre, aurait certainement permis d'améliorer le rendement commercial (en extrapolant plus de 4.5 à 5 Kg/m²)
- Au regard de production locale de plein champ sur la même période, la qualité commerciale de cette production en hors sol est émérite.
- Les reprises de vigueur et de production ont été des signes visuels très symptomatiques, de l'entrée d'un climat plus favorable (dès mi-mai).
- En tout, le cycle aura duré plus de 4.5 mois. Certains plants, quelque peu à bout de souffle ont commencé à s'autodéterminer au bout de 4 mois de production.



Variété LORELLA

- Fertirrigation : gérer le taux de drainage entre 5 et 10% est possible mais délicat, car des pertes conséquentes de rendement peuvent y être directement attachées.
- La culture n'a pas semblé souffrir d'une électro-conductivité élevée à l'apport : 2.8 mS. Elle en a même retiré un certain bénéfice, dans le grossissement plus rapide des fruits.
- Nous n'avons pas observé de problèmes particuliers de pollinisation : la bonne activité des abeilles, même à 40-43°C sous la structure, a permis de limiter la proportion de fruits pointus.
- La conduite sous abris semble peu propice au développement de la mouche des fruits (mêmes constats sur essais précédents en 2005 et 2006)
- Les conditions de cet essai (altitude, période, chaleur) favorisent l'étiollement des plants (hauteur > 2 m en fin de cycle). Ce qui induit des palissages plus fréquents (1 fois /sem au lieu de tous les 12-15 j). La densité de plantation pourrait donc être revue à la baisse en cette saison dans les Bas : 1 plant/m².
- LORELLA semble être plus sensible à *Erwinia sp* et au *botrytis* que MIKONOS
- Cette culture est très lucrative sur cette saison (prix de vente en détail : entre 5 et 6 € du Kg ; qualité très moyenne des fruits en provenance du plein champ)

En conclusion, la maîtrise du climat (T° et HR) sur cette espèce est primordiale pour rentabiliser cette culture en saison chaude. On pourrait envisager sous serre anti-cyclonique en ondex, **l'amélioration du climat (T° et HR) et des aspects sanitaires par différents volets** : remplacement de l'insect-proof à maille fine par une plus large voire sa suppression ; hydrocooling (attention au *botrytis*) et extraction de l'humidité ambiante sous serre, pilotage plus fin et automatique des irrigations pour un drainage entre 5 et 10% ; pose d'une toile ALUMINET ; baisse de la densité ; pose de plaques engluées aux entrées potentiellement à risque...