



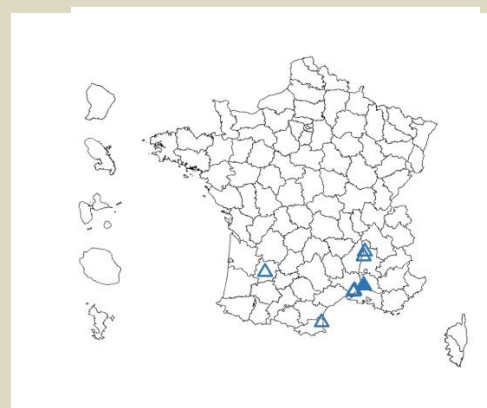
Projet : EcoPêche - Conception et évaluation multisite de vergers de pêche – nectarine économes en produits phytosanitaires et en intrants

Site : INRA Domaine Saint Paul AVIGNON

Localisation : UR1115 PSH Domaine Saint Paul, 228 route de l'Aérodrome, AgroParc, 84914 AVIGNON Cedex 9
(Lat 43.916, Long 4.877)

Système Eco2 : Econome en intrants

Contact : Daniel Plénet (daniel.plenet@inra.fr)



Localisation du système (▲)
(autres sites du projet △)

Implantation d'un verger de pêches économes en pesticides

Site : Domaine Saint Paul INRA AVIGNON

Durée de l'essai : 2013-2018

Espèce : Pêche (nectarine)

Conduite : Conventiennelle

Circuit commercial : Long

Valorisation : Frais

Dispositif expérimental : Parcelle de 1100 m2 dans un essai système avec 2 autres modalités: REF et Eco1

Système de référence : Système raisonné (REF) planté en même temps avec la même variété et des pratiques correspondant aux recommandations régionales (désherbage chimique, traitements préventifs pour les maladies)

Type de sol : sol limoneux argileux de la basse vallée de la Durance

Origine du système

Le projet EcoPêche vise à mettre au point des **combinaisons de règles de gestion technique** pour diminuer la sensibilité des vergers de pêche – nectarine aux attaques des bioagresseurs afin de réduire l'usage des pesticides. Dans le système Econome 2 (Eco2), la réduction visée est de 50% d'IFT « chimique » par rapport au système de référence (REF) tout en maintenant des résultats économiques satisfaisants. Différents leviers d'actions sont utilisés pour contrôler l'incidence des adventices, des maladies et des ravageurs : **bâche horticole, irrigation souterraine, régulation hydrique, densité de plantation et conduite des arbres** favorisant l'aération autour du fruit..., ainsi que des **aménagements pour favoriser la biodiversité**. La protection mobilise aussi des produits de **biocontrôle**.

Objectif de réduction d'IFT



**50 %
environ**

par rapport au système de référence

Mots clés

Nectarine - Conduite des arbres -
Paillage horticole - Régulation
hydrique - Biocontrôle - Lutte par
conservation

Stratégie globale

Efficience ★★☆☆☆
Substitution ★★★★★
Reconception ★★★★★

Efficience : Amélioration de l'efficacité des traitements.

Substitution : Remplacement d'un ou plusieurs traitements phytosanitaires par un levier de gestion alternatif.

Reconception : La cohérence d'ensemble est repensée, mobilisation de plusieurs leviers de gestion complémentaires.



Le mot du pilote de l'expérimentation

«La réduction de l'usage des pesticides repose sur une reconception du système associant des choix de « design » à la plantation (densité et conduite des arbres, aménagements agro-écologiques, systèmes d'irrigation, paillage horticole) et des règles de décision pour gérer les itinéraires techniques utilisant au maximum les produits de biocontrôle disponibles, ainsi que des méthodes culturales devant réduire la sensibilité aux bioagresseurs (pilotage de l'irrigation...). L'hypothèse testée est que l'augmentation de la prise de risque doit être compensée par une augmentation de la résilience du système grâce à l'ensemble des leviers d'action mobilisés » **D. PLENET**

Caractéristiques du système

Espèce	Variété	Porte-greffe	Mode de conduite	Distance de plantation	Date plantation
Nectarine	NECTASWEET® Nectarlove cov	GF 677	Simple Y oblique	5*2,20 m (909 arbres/ha)	2013

Système d'irrigation : Goutte à goutte enterré pour améliorer l'efficacité de l'eau et limiter l'humidité de l'air afin de réduire les conditions de développement des maladies de conservation. Une réduction d'apport d'eau à l'approche de la maturité est aussi utilisée pour limiter l'incidence des monilioses.

Gestion de la fertilisation : Les apports sont réalisés essentiellement par irrigation fertilisante pour augmenter leur efficacité, limiter les risques de pertes par lessivage et de volatilisation. Les quantités d'éléments fertilisants sont aussi réduites (environ 20 % pour N, et 50% pour P et K) sous contrôle de diagnostic foliaire pour maîtriser la vigueur.

Forme fruitière, densité de plantation et conduite des arbres

Mise en œuvre d'une forme fruitière plus « plate » et d'une conduite favorisant l'aération du verger tout en permettant d'augmenter la densité d'arbres par hectare pour augmenter la vitesse d'entrée en production et réduire les risques de maladie de conservation (en lien avec irrigation).

Infrastructures agro-écologiques :

Des haies composites présentes avant la plantation du verger entourent la parcelle au nord et au sud (vents dominants). Des bandes fleuries ont été semées à l'Est et à l'Ouest du système pour favoriser les auxiliaires.



Haies brise-vent composites et bandes fleuries autour du verger de pêcher. Crédit photo : INRA

Objectifs du système

Les objectifs poursuivis par ce système sont de trois ordres :

Agronomiques	Environnementaux	Socio-économiques
Rendement <ul style="list-style-type: none"> - Avoir un rendement se rapprochant de celui du système de référence si possible 	IFT total <ul style="list-style-type: none"> - Réduire de 50% environ 	Résultat économique <ul style="list-style-type: none"> - Assurer des résultats satisfaisants proches de ceux du système de référence ou déterminer le coût de production afin de définir un prix assurant la rentabilité du système
Qualité <ul style="list-style-type: none"> - Répondre aux critères de commercialisation: fruits sains, calibres rémunérateurs, bonne conservation. - Améliorer la qualité gustative (sucres) 	IFT herbicides <ul style="list-style-type: none"> - Utiliser 0 herbicide 	
	IFT insecticides <ul style="list-style-type: none"> - Utiliser les insecticides en dernier recours 	
	IFT fongicides <ul style="list-style-type: none"> - Réduire au maximum l'usage des fongicides 	
	Biodiversité <ul style="list-style-type: none"> - Installer durablement une biodiversité fonctionnelle dans le verger 	Temps de travail <ul style="list-style-type: none"> - Maîtriser les temps de travaux par rapport au système de référence ou en euro/kg de fruits commercialisés

Sur pêche – nectarine, l'**absence de variétés** commerciales présentant un **niveau de tolérance suffisant aux maladies** est un véritable verrou technique. De ce fait, la faisabilité d'une réduction de 50 % des IFT chimiques tout en maintenant un niveau satisfaisant de performances agronomiques et technico-économiques n'était pas connue au début du projet. Il convient donc de tester sur suffisamment d'années et de conditions climatiques variées si les combinaisons de règles de décision sont suffisamment robustes pour permettre une réduction de 50 % sans impacter trop négativement les performances.

Résultats sur les campagnes de 2013 à 2017

➤ Maîtrise des bioagresseurs

La satisfaction de la stratégie de protection va dépendre de la tolérance aux dégâts et aux dommages qui peut varier selon les organes touchés (feuilles, fruits), les risques épidémiologiques et les conséquences sur les pertes de récolte. En 2013 et 2014, le verger était en formation, les dommages sur fruits n'étaient pas concernés (NC).

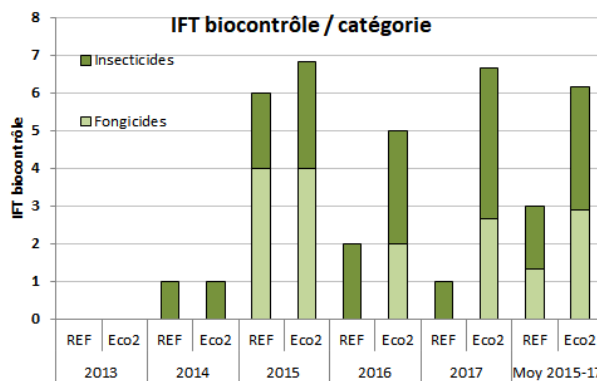
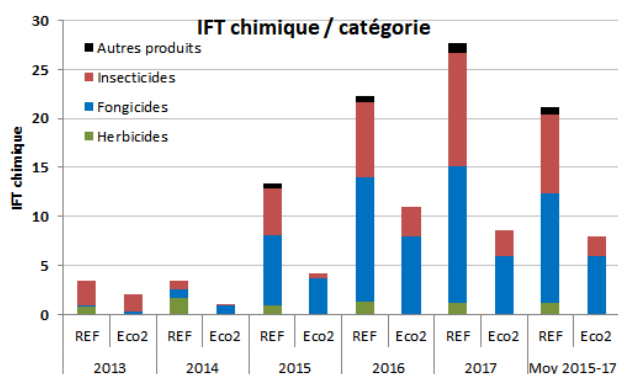
Le code couleur traduit le niveau de satisfaction des résultats vis-à-vis des objectifs initialement fixés.
Vert = résultats satisfaisants ; Orange = résultats moyennement satisfaisants ; Rouge = résultats insatisfaisants ; Gris = absence de résultats

		jeune verger		Verger en production		
		2013	2014	2015	2016	2017
Adventices		😊	😊	😊	😊	😊
Maladies	Cloque	😊	😊	😞	😊	😊
	Oïdium	😊	😊	😊	😊	😊
	Monilioses	-	-	😞	😊	😊
Ravageurs	Forficules	-	-	😞	😊	😊
	Pucerons	😊	😊	😊	😊	😞
	Tordeuse Orientale	😊	😊	😊	😊	😊
Pertes totales de récolte		-	-	65.2%	21.3%	10.8%

La **maîtrise des adventices est excellente** grâce au **paillage horticole**, technique très intéressante sur le jeune verger.

Suite à un mauvais contrôle de la **cloque** en 2015, les stratégies de protection sont peu distinctes de celle du système de référence, avec de bons résultats en 2016 et 2017, mais une **insatisfaction quant à la réduction des IFT**. Le contrôle des **maladies de conservation** a été difficile suite notamment à de nombreux dégâts liés aux **forficules**, portes d'entrée des **monilioses**. L'utilisation d'une **barrière physique (glu)** contre les forficules a permis en 2016 et 2017 une réduction des IFT anti-monilioses (à confirmer). La **confusion sexuelle** contre la **tordeuse orientale** donne des résultats **satisfaisants**. Par contre, pour contrôler les **pucerons**, la substitution d'insecticides de synthèse par un produit de **biocontrôle** à la floraison s'est avérée **peu efficace** en 2017. A noter, que les pertes de récolte sur le système de référence (REF) sont supérieures en 2016 et 2017 à celles observées sur Eco2 du fait des attaques de forficules juste avant récolte qui n'ont pas pu être contrôlées par le traitement insecticide utilisé.

➤ Performances environnementales



En moyenne (2015-2017) pour la période de production de fruits, **les IFT chimiques ont été diminués de -62 % sur Eco2 par rapport au système de référence**. Les IFT biocontrôle sont multipliés par 2 sur Eco2. La réduction des IFT totaux (chimique + biocontrôle) est en moyenne de -42% sur Eco2. Le système Eco2 se caractérise par **l'absence d'herbicide** et une **forte réduction des insecticides chimiques (-75%)**.

➤ Performances agronomiques et technico-économiques

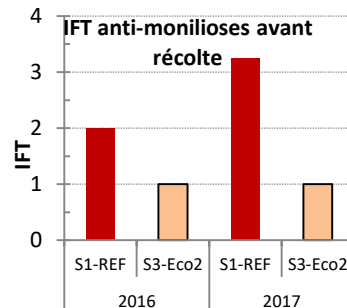
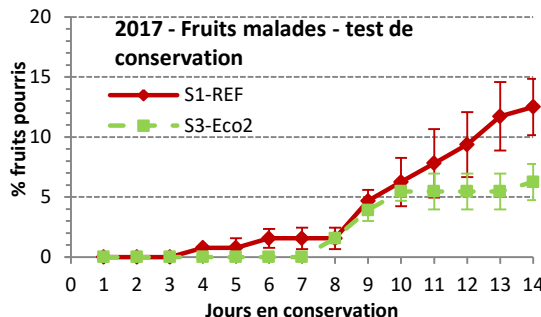
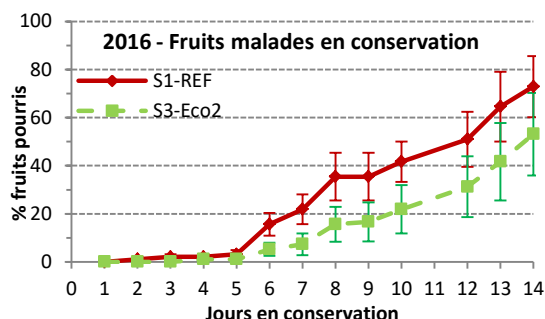
	2015		2016		2017		Moy 2015-2017	
	Eco2	% vs REF	Eco2	% vs REF	Eco2	% vs REF	Eco2	% vs REF
Rdt Commercialisé en frais (t/ha)	3.0	-60%	34.0	56%	52.3	59%	29.8	44%
Indice Réfractométrique (IR % Brix)	14.9	19%	13.7	1%	13.5	-6%	14.0	4%
Heures totales /ha	390	-22%	768	18%	1 255	33%	804	15%
Marge partielle (CA-couts production, €/ha)	-3 083		30 356	89%	45 073	93%	24 116	80%

En moyenne sur 2015-2017, la **production du système Eco2 est fortement augmentée** par rapport au système de référence (REF) du fait de **l'augmentation de la densité de plantation** et d'un **meilleur contrôle des maladies de conservation** grâce à une combinaison de méthodes (contrôle des forficules par la glu, gestion irrigation, forme fruitière...). La **qualité est maintenue à un niveau excellent** (calibres, sucres). **Les temps de travaux ont augmenté** surtout pour le temps des récoltes. L'ensemble a conduit à une **très forte augmentation de la marge sur le système Eco2** par rapport au système de référence. Ces résultats sont à confirmer sur le long terme.



Zoom sur la combinaison irrigation x conduite

La **combinaison de leviers** utilisée sur le système Eco2 (densité x forme fruitière x système d'irrigation (goutte à goutte enterré) et **réduction modérée des apports d'eau** (-25% par rapport à la référence) a conduit à une **meilleure performance technico-économique** en moyenne sur les 3 années de production (2015-2017) par rapport au système de référence. Cependant, cette augmentation de performance s'explique aussi par une **meilleure maîtrise des forficules** grâce à l'utilisation d'une méthode alternative (glu comme barrière physique) qui a contribué aussi à réduire les pertes de fruits en 2016 et 2017. Malgré tout, la comparaison de la tenue des fruits en conservation post-récolte confirme une **moindre sensibilité aux maladies de conservation sur le système Eco2**, malgré la réduction des fongicides anti-monilioses.



Transfert en exploitations agricoles

Les résultats obtenus sur le système Eco2 sont intéressants mais assez fortement liés à un **effet « densité »** qui permet une **entrée en production plus rapide** du fait d'une meilleure occupation de l'espace dans les jeunes vergers. Il est donc important de **poursuivre l'évaluation des performances** pour tester la robustesse des règles de gestion sur la vie du verger.

L'utilisation des méthodes disponibles de **biocontrôle** (huiles contre les pucerons, confusion sexuelle contre les tordeuses, glu contre les forficules....) permet pour le moment une assez bonne maîtrise des ravageurs. Certaines de ces techniques sont déjà largement utilisées (confusion sexuelle par exemple). La **glu** comme barrière physique est **très efficace** mais nécessite un **chantier long et pénible**. L'utilisation des **huiles blanches** en remplacement des insecticides à la floraison demande une évaluation sur une plus grande période.

La **maîtrise des maladies est plus délicate**. Contre les **monilioses**, la combinaison « réduction de l'irrigations x conduite des arbres » a permis une réduction de l'usage des fongicides avant la récolte lors d'années climatiques pas trop difficiles. Ces résultats sont à confirmer avant un transfert vers les exploitations.



Pistes d'améliorations du système et perspectives

Le verger étant encore assez jeune, il est nécessaire de **poursuivre l'évaluation du système Eco2** afin de consolider les premiers résultats observés sur plusieurs années en pleine production. Il s'agit de **confirmer la robustesse** des méthodes alternatives utilisées et d'observer si le choix du « design » (densité de plantation, forme fruitière et conduite des arbres) qui s'est avéré intéressant sur les 5 premières années de vie du verger, ne conduit pas à un vieillissement prématuré des arbres avec une érosion des performances par rapport au système de référence.



Une réduction plus importante des produits phytopharmaceutiques, en particulier des **fongicides**, s'accompagnerait sans doute, en **l'absence de variétés résistantes ou plus tolérantes aux maladies**, par une diminution des performances agronomiques et technico-économiques.

Dans ces conditions, il faudrait donc que la **valeur marchande des fruits** puisse compenser ces pertes économiques si on veut garantir la durabilité économique des exploitations. Une réflexion importante sur la mise en place de stratégies de commercialisation permettant la reconnaissance et une **meilleure valorisation marchande des fruits issus de systèmes de production très économes en produits phytopharmaceutiques** est donc absolument nécessaire pour accompagner le développement de ces systèmes innovants.

Pour en savoir **+**, consultez les fiches **PROJET** et les fiches **SITE**

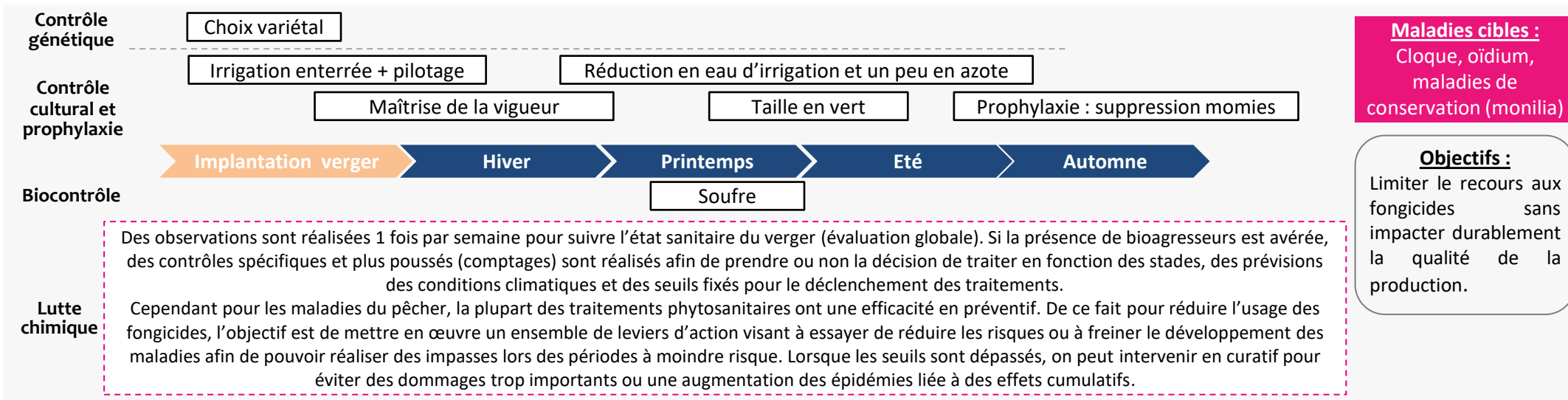
Action pilotée par le ministère chargé de l'agriculture et le ministère chargé de l'environnement, avec l'appui financier de l'Agence Française pour la Biodiversité, par les crédits issus de la redevance pour pollutions diffuses, attribués au financement du plan Ecophyto

Document réalisé par **Daniel PLENET**, INRA UR Plantes et Systèmes de culture Horticoles AVIGNON

Stratégie de gestion des maladies



Avertissement : seuls les principaux leviers mis en œuvre dans le cadre de l'expérimentation et permettant une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires sont présentés sur ce schéma. Il ne s'agit pas de la stratégie complète de gestion des maladies.



Leviers

Principes d'action

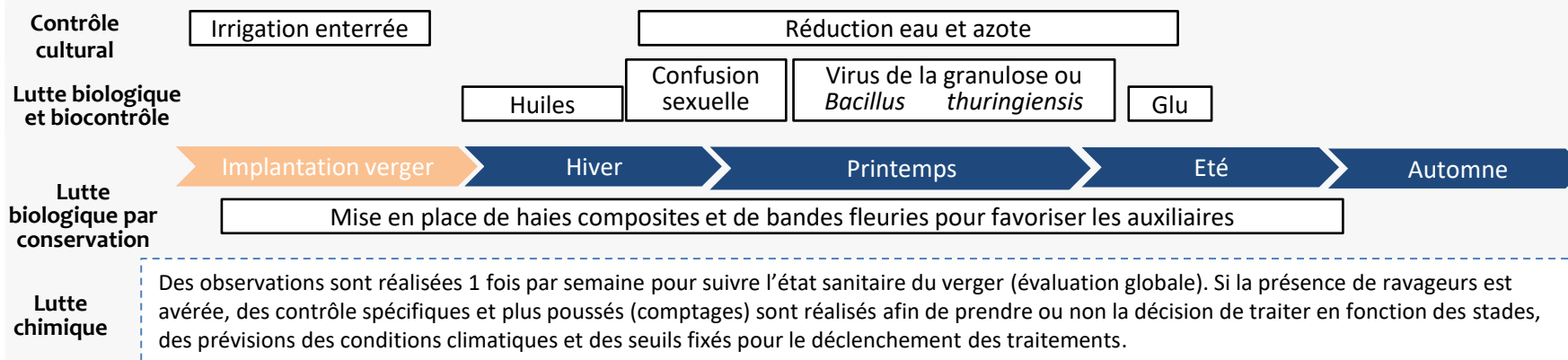
Enseignements

Choix variétal	Choix d'une variété commerciale classée comme pas trop sensible à la plupart des maladies.	Critère essentiel pour réduire l'usage des fongicides, mais toutes les variétés commercialisées en pêche – nectarine sont relativement sensibles aux maladies.
Irrigation enterrée	Permet de diminuer l'humidité dans la parcelle et d'avoir des conditions moins favorables au développement des maladies de conservation. Augmente l'efficacité des apports (eau et azote).	L'irrigation enterrée ne doit pas être mise en œuvre dès la première année car le système racinaire n'est pas encore assez développé. La combinaison irrigation enterrée et paillage horticole sur le rang réduit efficacement l'humidité (microclimat) au sein du verger ce qui semble jouer sur les maladies de conservation.
Réduction eau et azote	La réduction maîtrisée des irrigations et de la fertilisation azotée a permis de contrôler la vigueur sans pénaliser la production. D'autres facteurs permettent également de gérer la vigueur (charge en fruits, choix du porte-greffe, densité de plantation, tailles, etc.)	La réduction des intrants (eau et azote) participe à la réduction de la sensibilité du verger aux maladies de conservation permettant une réduction des IFT fongiques anti-monilia sans augmentation des pertes liées à cette maladie. Par contre, cela nécessite un pilotage précis grâce à différents types de capteurs ou de mesures.
Maîtrise de la vigueur		
Taille en vert	Taille en vert des arbres réalisée en juin pour aérer le verger et défavoriser le développement des maladies de conservation.	Pratique qui permet de favoriser l'éclaircissement du centre de l'arbre pour une production de meilleure qualité, moins sujette aux maladies de conservation.
Suppression momies	Suppression manuelle des fruits contaminés par les monilioses et restant sur l'arbre lorsque les feuilles sont tombées.	Prophylaxie essentielle qui permet de retarder l'apparition des contaminations par monilia au cours de la période végétative suivante.
Soufre	Les traitements soufre (biocontrôle) contre l'oïdium sont réalisés préventivement avant le stade de durcissement du noyau.	Le soufre est utilisé en substitution à des fongicides de synthèse dont certains ayant une meilleure efficacité en curatif.

Stratégie de gestion des ravageurs



Avertissement : seuls les principaux leviers mis en œuvre dans le cadre de l'expérimentation et permettant une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires sont présentés sur ce schéma. Il ne s'agit pas de la stratégie complète de gestion des ravageurs.



Ravageurs cibles :
Tordeuses, pucerons, thrips, forficules

Objectifs :
Réduire au maximum les insecticides chimiques, employer des solutions alternatives, quitte à tolérer un peu de dégâts.

Leviers

Principes d'action

Enseignements

Irrigation enterrée Fertilisation N réduite	La maîtrise de la vigueur des arbres et surtout du statut azoté peut contribuer à réduire l'incidence des pucerons.	Si l'efficacité de ces méthodes a été démontrée avec des plantes stressées en eau et azote, il est plus délicat d'évaluer leurs intérêts en verger commercial.
Confusion sexuelle	Pose des capsules au moment du début de vol observé.	Contrainte de la pose manuelle. Méthode efficace si la pression des populations n'est pas trop importante.
Huiles	Utilisées en substitution d'un insecticide à la fleur en 2017. Servent de barrière physique contre les pucerons en créant une couche qui gêne l'installation des femelles.	Stratégie peu efficace (forte attaque en avril – mai en 2017) nécessitant une lutte chimique de rattrapage et de la prophylaxie (suppression manuelle de foyers).
Glu	Barrière physique sur le tronc, utilisée à partir de 2016. Pose manuelle environ 4 semaines avant récolte. Le forficule joue aussi un rôle d'auxiliaire au printemps.	La glu est très efficace. Il faut tenir compte de la longueur et de la pénibilité de ce chantier.
Haies composites et bandes fleuries autour du verger	Favorise la biodiversité avec des aménagements autour du verger, afin de créer des habitats favorables aux auxiliaires et d'avoir ainsi une régulation des ravageurs.	L'impact sur les populations de ravageurs est difficile à quantifier, mais les aménagements amènent de la biodiversité fonctionnelle.
Virus de la granulose ou <i>Bacillus thuringiensis</i>	En complément de la lutte par confusion sexuelle contre la tordeuse : traitements à base de produits de biocontrôle (virus de la granulose et/ou <i>Bacillus thuringiensis</i>) si les seuils de dégâts sont dépassés.	En verger à pression modérée, l'association confusion sexuelle et accompagnement sur les générations G2 et G3 donnent des résultats très satisfaisants pour une nectarine récoltée mi à fin juillet.



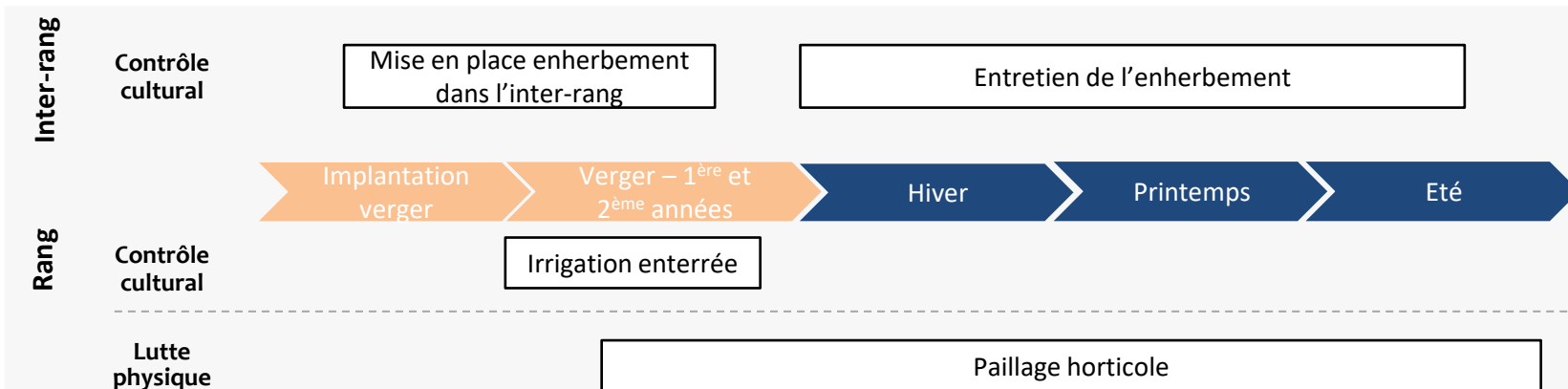
Confusion sexuelle



Glu
Crédit photo : INRA

Stratégie de gestion des adventices

Avertissement : seuls les principaux leviers mis en œuvre dans le cadre de l'expérimentation et permettant une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires sont présentés sur ce schéma. Il ne s'agit pas de la stratégie complète de gestion des adventices.



Objectifs :

- Sur l'inter-rang : semis d'un couvert végétal pour améliorer les propriétés physiques du sol.
- Sur le rang : pose d'un paillage horticole au cours de la 2^{ème} feuille (travail mécanique la 1^{ère} année).

Leviers

Principes d'action

Enseignements

Mise en place, entretien de l'enherbement (sur l'inter-rang)

Semis d'un mélange ray-grass – fétuque élevé l'année de la plantation pour améliorer la structure du sol. Gyro-broyage réalisé de 3 à 4 fois par an, après taille des arbres, et avant certains chantiers (éclaircissage, récolte).

L'irrigation au goutte à goutte enterré réduit les besoins de tonte au cours de l'été. La limite paillage – enherbement inter-rang est délicate à gérer.

Irrigation enterrée et gestion du rang

L'utilisation de l'irrigation enterrée a été principalement motivée par l'absence d'humectation de la surface du sol et l'amélioration de l'efficacité des apports d'eau.

Le désherbage mécanique la 1^{ère} année (2013) est due à la non possibilité d'installer le paillage et le goutte à goutte avant l'installation de l'essai, autrement, il est souhaitable d'installer le goutte à goutte enterré et le paillage avant la plantation.

Paillage horticole (sur le rang)

Toiles de paillage tissées avec des fils synthétiques : méthode très efficace pour maintenir le sol propre, surtout intéressant lorsque le verger est jeune.

Méthode efficace et intéressante si associée à une irrigation au goutte à goutte avec apport des fertilisants par ferti-irrigation. Par contre, cela empêche les apports d'amendements organiques sur le rang !



Pêchers - Enherbement inter-rang et bande fleurie en bord de parcelle



Paillage horticole sur le rang
Crédit photo : INRA