



Les études & expérimentations techniques

■ Qualité et environnement en production

Production fruitière raisonnée
PLI – la Production Légumière Intégrée®
Outils d'aide à la décision
Laboratoires de recherche
Production biologique
Sol et environnement
Mécanisation, chantiers, climat



Production raisonnée des fruits à pépins

Contexte et objectifs

Le nombre de substances actives disponibles diminue d'année en année, et la réglementation phytosanitaire (plan interministériel de réduction des risques liés aux pesticides, Grenelle de l'environnement, etc.) tend à réduire l'emploi des produits phytosanitaires. S'ajoutent à cela des conditions d'applications plus restrictives (mélanges, ZNT, délais de rentrée) et des exigences de plus en plus drastiques dans les cahiers des charges de la distribution pour la production et les stations fruitières. Les orientations données à ce programme ont pour objectif de rechercher et d'élaborer des solutions qui allient la maîtrise des maladies et des ravageurs, une qualité du produit final répondant aux attentes du marché et une production économiquement rentable.

Travaux et résultats

Protection raisonnée contre les maladies

■ Tavelure. La maîtrise de la Tavelure du pommier reste une préoccupation majeure des producteurs de pommes. – Groupe de travail national « Tavelure » piloté par le Ctifl : les axes de travail portent sur les aspects épidémiologiques (étude des projections d'ascospores, des conditions de contamination, validation et évaluation d'une mise en ligne du modèle RIMpro), l'analyse des cas d'échecs, la réduction de l'inoculum à l'automne, les stratégies de protection, l'évalua-

tion et l'homologation de produits dits « complémentaires ». – Suivi sur le centre Ctifl de Lanxade d'un verger de variétés à résistance polygénique dans le cadre du réseau « Durabilité des résistances variétales à la Tavelure » de l'Inra d'Angers. – Participation du Ctifl au groupe « Apple Scab » : elle favorise les échanges au niveau international et dynamise les avancées techniques. Etude exploratoire sur la couverture anti-pluie comme protection contre la tavelure.

■ Maladies de conservation. – Une attention particulière est portée sur les conditions d'infection en verger : étude du bénéfice risque des traitements pré-récolte. – Notation du niveau d'infection de *Neofabraea alba* et analyse du risque potentiel de résidus sur fruits. – Le développement de la résistance des gloeosporioses aux fongicides de la famille des Benzimidazoles est toujours suivi. – Conduite d'essais efficacité au verger et évaluation en post-récolte de produits « alternatifs » à la lutte chimique.

Veille sanitaire

Le programme phytosanitaire « Fruits à pépins » assure une veille permanente sur les maladies et les ravageurs émergents ou en recrudescence, voire sur des maladies comme le Feu bactérien, qui ne s'expriment pas à chaque campagne avec les mêmes niveaux d'infestation. – Validation de modèles « Feu bactérien ». – Etude de stratégies de protection contre le Black Rot. – Veille sur les agents de chancres (White Rot, Blister Bark, etc.).

Protection raisonnée contre les ravageurs

■ Pucerons : traitements d'automne pour réduire les populations et lutte biologique par lâchers de Chrysopes en verger fermé par des filets et par lâcher de Syrphes en conduite AB.
■ Carpocapse. – Test de mise en ligne d'un modèle prévisionnel Inra. – Suivi d'un verger « protégé » pour étudier la protection contre le carpocapse à l'aide d'une méthode physique et l'impact général de cette méthode sur la production (modification des conditions climatiques sous filet, incidences sur la pollinisation, etc.).

Pratiques phytosanitaires : évolution et impact

■ Suivi de l'évolution des pratiques d'utilisation des produits phytosanitaires : comparaison d'indicateurs de pression d'utilisation de produits phytosanitaires et propositions en vue d'établir des choix en Arboriculture fruitière.
■ Evaluation de l'incidence de l'emploi de buses à dérive limitée sur les niveaux d'efficacité obtenus contre les ravageurs et les maladies.
■ Mise au point d'une technique de pulvérisation sur frondaison, dont le but est d'optimiser les délais d'intervention par rapport à des événements contaminants et de réduire la dérive des applications.

Réglementation phytosanitaire : accompagnement des professionnels

■ Information des professionnels et des techniciens sur l'évolution de la réglementation

et les connaissances techniques dans le domaine phytosanitaire.

- Rédaction d'argumentaires techniques (exemples: diphénylamine, piégeage massif, pyriméthanol).

Résidus phytosanitaires sur fruits

- Gestion de la base de données résidus de l'ANPP et analyse des résultats.
- Accompagnement de l'Association Pink Lady Europe sur la thématique des résidus.
- Mise en place et animation d'un nouveau groupe de travail européen EUFRIN « *Sustainable fruit production to minimize residues* ».

Perspectives

Mise au point d'une méthode d'évaluation de la sensibilité variétale aux bio-agresseurs: étude en conditions contrôlées (serre et tunnel) sur la Tavelure et le puceron cendré. Validation en verger.

Communication et diffusion

Publications

- Loquet *et al.*, 2010. «Manifestations–Rencontres phytosanitaires Ctifl/DGAL-SDQPV Fruits à pépins.» Infos-Ctifl, n°26, p. 9-11.
- Giraud *et al.*, 2010. «Bio-agresseurs: une gestion durable face au contournement des résistances.» L'Arboriculture Fruitière, n° 647, p. 35-38.

Manifestations, Salons, Groupes de travail

- Rencontres Phytosanitaires Ctifl-DGAL/SDQPV, centre Ctifl de Lanxade, 10-11 février 2010.
- Entretiens techniques Fruits, Vinitech-Sifel/Ctifl, Bordeaux, 1^{er} décembre 2010.
- Groupe de travail national «Tavelure», 7-8 janvier 2010.
- Groupe de travail national «Homologation fruits à pépins», 30 novembre 2010.
- Groupe de travail national «Produits alternatifs fruits»: mise en route d'une base de données produits et essais.
- Réunions du Comité technique opérationnel «Usages orphelins»: 2 décembre 2010.
- Interventions en réunion «Pink Lady Europe» sur les résidus sur fruits, 21 septembre 2010.

- Réunion du groupe de travail EUFRIN «*Sustainable fruit production to minimize residues*»: 1-2 février 2010 (Maribor–Slovénie). EUFRIN bord meeting: 3-4 novembre 2010 (Bolzano–Italie).

- Réunions phytosanitaires régionales (La Morinière, Cefel, CEHM, La Pugère).
- Réunions de la Commission technique ANPP.
- Participation à différents groupes de travail: AFPP («Commission des moyens alternatifs de lutte»; «Ravageurs et auxiliaires »); Cietap (groupe «Dérive »); CEB.

Formations

Identification des maladies de conservation pomme, 24 mars 2010.

Partenariats

- Stations régionales.
- FNPF.
- ANPP.
- Chambres d'agriculture.
- DGAL-SDQPV, SRAL.
- Inra.
- AFPP/Commission des moyens de protection en production intégrée.
- CEB.



Production raisonnée des fruits à noyau

Contexte et objectifs

Comme en 2009, les dégâts de bactériose et les attaques de *Monilia* sur fleur sur abricotier ont été importants en 2010. Des attaques atypiques de *Monilia* sur fleurs ont également été observées sur pêchers. Les Monilioses, la Sharka et l'ECA demeurent les maladies les plus dommageables. Des maladies et ravageurs dits «secondaires» causent d'importants dégâts dans certains vergers: *Xanthomonas*, *Corynéum* sur bois (prunier), capnodes, forficules, cossus, cochenilles. On note l'arrivée d'un nouveau ravageur, *Drosophilla suzukii*, qui présente un fort potentiel d'attaque sur cerise et qui est à surveiller sur pêche, abricot et prune. Dans ce contexte, le programme «Production raisonnée des fruits à noyau» se donne pour objectif de mettre au point des stratégies qui allient efficacité de la protection et respect de l'environnement, en tenant compte de l'évolution de la réglementation et des contraintes de la filière. Le champ des recherches s'étend à l'ensemble des moyens qui peuvent contribuer à la bonne gestion phytosanitaire du verger et répondre aux exigences de réduction des intrants.

Travaux et résultats

Protection raisonnée contre les maladies

- *Monilia*. Deux types d'essais ont été réalisés sur pêcher : – l'efficacité de deux nouveaux produits contre *Monilia* sur pêche a été évaluée, l'un des deux s'est révélé efficace. – L'évaluation de l'application d'eau chaude en post-récolte sur des lots de pêche ayant subi différentes stratégies de traitements phytosanitaires en verger a été poursuivie. Les traitements à l'eau chaude permettent une réduction des pourritures de l'ordre de 60 à 90 % selon la variété. La combinaison «traitements chimiques allégés + eau chaude» donne de bons résultats (cf. programme «Equipements et techniques de la conservation»).
- Sensibilité variétale aux monilioses sur fruits : poursuite de l'évaluation sur pêche (80 variétés) et pré-tests sur abricot (23 variétés).
- Sensibilité variétale aux monilioses sur fleurs d'abricotier. Des observations ont été réalisées au verger sur différentes variétés : le classement des variétés en fonction de leur sensibilité est délicat étant donnée la diversité des symptômes observés (et les confusions possibles avec des symptômes de bactériose). Les observations seront poursuivies en 2011.
- *Xanthomonas*. – Sensibilité variétale : les observations 2010 ont porté sur 70 variétés de pêches et d'abricots. Quelques symptômes de *Xanthomonas* ont été observés sur quelques variétés de pêches, notamment le témoin sensible. – Modèle de prévision du

risque (cf programme « Outils d'aide à la décision ») : ce modèle en cours de développement est basé sur les données climatiques, mais il intègre aussi des informations sur le potentiel d'inoculum de l'année N-1. Une première année de validation en 2010 dans différentes zones de production a permis de vérifier la fiabilité du modèle sur la prévision de risque des infections primaires. – Lutte directe : des essais EOR ont été conduits en 2010 pour alimenter les dossiers de renouvellement d'AMM du cuivre à faible dose.

Protection raisonnée contre les ravageurs

- Mouche de la cerise *Drosophila suzukii*. Essais de stratégies dirigées contre la Mouche de la cerise avec deux nouveaux produits (homologués en 2010) dans le contexte de réduction de la LMR (Limite Maximale de Résidus) et de l'allongement du DAR (Délais Avant Récolte) du Diméthoate. – La pression de la Mouche de la cerise dans cet essai était insuffisante pour juger de l'efficacité des stratégies contre ce ravageur. – Le Diméthoate s'est révélé très efficace contre *Drosophila suzukii*, majoritairement présente dans l'essai, avec une rémanence suffisante jusqu'à 21 jours, de sorte qu'il n'est pas possible de conclure sur l'efficacité des deux produits testés en association au Diméthoate. – Un essai portant sur un microorganisme a été réalisé. La faible pression du ravageur sur la parcelle n'a pas permis de conclure sur l'efficacité du produit. L'essai sera reconduit en 2011.
- Mouche méditerranéenne : évalua-

tion de l'efficacité du piégeage massif avec les pièges FERAG I T TM (attractif alimentaire + insecticide), réalisé dans une parcelle de pommier. La pression du ravageur a été très faible dans les parcelles « piégeage » et témoins : quelques captures de mouches ont été réalisées mais aucun dégât sur les pommes n'a pu être observé. On note des captures importantes de *Drosophila suzukii*, sans pour autant d'observation de dégâts dans les fruits de la parcelle.

■ Capnodes. Ce ravageur est en recrudescence. Il n'existe aucun produit homologué pour cet usage en France (Usage orphelin). – Une demande d'homologation devrait être prochainement déposée pour un produit testé en 2009 sur adultes. – Collecte d'insectes en 2009 et 2010 pour la réalisation d'infestations contrôlées (avec des œufs et des larves) sur de jeunes plants de pêcher et d'abricotier. Les méthodes testées ne permettent pas à ce jour d'obtenir une infestation suffisante et régulière des plants, qui pourrait permettre des essais d'efficacité de produits sur larves.

■ Pucerons. Les essais de lutte contre le Puceron vert du pêcher avec de l'argile kaolinite ont contribué à l'obtention en 2010 d'une autorisation de mise sur le marché de Sokalciarbo WP pour un usage sur tous pucerons du pêcher. D'autres argiles sont en cours d'étude.

■ Thrips. Deux essais ont été mis en place, l'un pour la ré-homologation d'un produit, l'autre pour l'évaluation d'un nouveau produit. Ces essais n'ont pas été menés à leur terme du fait d'une présence insuffisante du ravageur.

Réduction des pesticides

■ Haie alternée de pêcher. Suivi des évolutions de ravageurs et de maladies. Mise en place d'une stratégie de production raisonnée spécifique aux différentes phases du cycle triennal. Réduction effective des intrants par diminution du nombre et du volume des traitements (cf. programme « Pêche »).

■ Travaux sur la thérapie en tant que méthode alternative aux traitements chimiques contre les monilioses.

Perspectives

■ Monilioses. Poursuite des évaluations de stratégies alternatives contre les monilioses : tests de différentes stratégies chimiques couplées à des traitements à l'eau chaude. Participation à un projet européen : « *Developing innovative strategies to control brown rot for organic production of stone fruit* ».

■ Bactériose. - Dépôt d'un projet Casdar : « Bactériose de l'abricotier, développement de nouveaux outils pour apprécier et maîtriser le risque. » - Démarrage prévu en 2012. - Plusieurs actions sont prévues, dont certaines dans le cadre du Casdar : enquête de terrain, recherche des relations symptômes/variété/pathovar, mise au point d'un outil d'évaluation du risque, étude des facteurs climatiques favorisant, etc.

■ Mouche de la cerise – *Drosophila suzukii* : perfectionnement de la stratégie de protection avec plusieurs produits compte tenu des nouvelles contraintes d'emploi du Diméthoate et de l'arrivée de *Drosophilla*

suzukii. – Précision de la biologie de la Mouche de la cerise et de *Drosophila suzukii* pour améliorer les stratégies de traitement. – Mise en œuvre d'un protocole d'observation des maladies/ravageurs dans un verger de cerisier intégralement couvert par un filet insect-proof. – Réflexion sur l'introduction d'auxiliaires pour assurer la protection contre les pucerons.

■ Mouche méditerranéenne : reconduction d'essais pour la recherche de produits. Mise au point d'une méthode d'évaluation en conditions contrôlées.

■ Essai d'efficacité de lutte contre le Capnode : mise au point d'une méthodologie de test de produits sur larves en conditions contrôlées.

■ Mise au point d'une méthode d'évaluation de l'efficacité de produits sur forficules, en conditions contrôlées et au verger.

■ Mise en place d'un groupe de travail « Homologation fruits à noyau », première réunion prévue le 16 février 2011.

Communication et diffusion

Publications

- Garcin A. *et al.*, 2010. « Manifestations – Comité de coopération scientifique et technique (COST) 873 – Maladies bactériennes des fruits à noyau et à coque. » Infos-Ctifl, n° 259, p. 11-13.
- Mandrin J.-F. *et al.*, 2010. « Un nouveau ravageur des fruits: *Drosophila Suzukii* – Premiers dégâts observés sur cerises. » Infos-Ctifl, n° 266, p. 29-33.
- Ruesch J., 2010. « Maladies de conservation de pêcher: la sensibilité des nouvelles variétés. » Infos-Ctifl, n° 267, p. 29-31.

Manifestations – Salons – Groupes de travail

- Participation au 8^e Symposium international sur les mouches des fruits, Valence (Espagne), 26 septembre au 1^{er} octobre 2010.
- Groupe de travail « Monilioses » (Inra, stations régionales), le 15 février 2010.
- Groupe de travail « Mouches des fruits » (Inra, stations régionales, SRAL): essais de stratégies, stations régionales et centre Ctifl de Balandran, le 17 février 2010.
- Groupe de travail « Xantho-

monas » (SRAL, Inra, stations régionales): réunion de concertation sur l'évolution de la maladie, point sur l'expérimentation, le 18 Février 2010.

- Groupe de travail « ECA – Psylle » (Inra, stations régionales), le 18 mars 2010.
- Participation au groupe de travail IOBC « Protection fruitière intégrée », Vico del Gargano (Italie), 12-17 septembre 2010.
- Groupe de travail « Usages orphelins » (SRAL, stations régionales), cf. programme « Homologation ».
- Réunion de clôture du projet Casdar « Haie alternée en pêcher », 15 décembre 2010.

Formations

- Formation « Monilioses des fruits à noyau » à destination de la société Dupont de Nemours, le 5 octobre 2010.

Partenariats

- Groupes de travail: Inra, stations régionales, SRAL.
- Cost: Action 873 « Maladies bactériennes des fruits à noyau et à coque ». Réseau européen réunissant des chercheurs d'une vingtaine de pays.
- OP, Chambres d'agriculture.



Homologation cultures fruitières

Contexte et objectifs

En 2008, la DGAL a créé une Commission des « Usages orphelins », composée de professionnels représentant l'ensemble des filières de l'agriculture et des espaces verts et jardins, l'UIPP représentant les industries phytosanitaires, l'ANSES, anciennement « AFSSA », la structure d'évaluation des demandes d'homologation, et les instituts techniques. L'objectif de cette Commission est de valider les priorités de travail concernant les essais efficacité, sélectivité et résidus pour couvrir les usages vides ou mal pourvus des cultures mineures et majeures et hiérarchiser les demandes d'homologation. Dans ce contexte, le rôle du Ctifl est de recenser auprès des professionnels les besoins, d'évaluer les impasses techniques, d'apprécier et de proposer des solutions de remplacement, de coordonner l'expérimentation et de prioriser les essais efficacité.

Travaux et résultats

Bilan des usages orphelins 2010

Pour chaque espèce fruitière, les problématiques phytosanitaires sont traitées dans des groupes de travail nationaux coordonnés par le Ctifl. L'objectif est de prioriser les usages, d'examiner les situations critiques, de programmer au plan national l'expérimentation nécessaire pour compléter les dossiers de demandes d'homologation et d'en informer les professionnels. En lien avec l'ex-

pert national des cultures fruitières de la DGAL-SDQPV, un document de synthèse est rédigé pour établir l'avancement de chaque dossier.

■ BPE et essais sous contrats. Les quatre centres du Ctifl (Balandran, Carquefou, Lanxade, Saint-Rémy-de-Provence) sont habilités à réaliser des Essais Officiellement Reconnus (EOR) par la DGAL en respectant les Bonnes Pratiques d'Expérimentation (BPE). L'agrément du Ctifl a été renouvelé le 30 octobre 2009 à la suite d'un audit. Le Ctifl met à la disposition de l'interprofession, des sociétés phytosanitaires et des firmes distribuant des auxiliaires, ses infrastructures et ses équipes pour évaluer l'efficacité des nouvelles spécialités vis-à-vis de ravageurs, maladies, adventices des cultures fruitières et leur intégration dans une stratégie de protection globale, sous contrat.

Fruits à noyaux

■ Abricotier. Cette culture nécessite globalement peu d'intrants et est dans l'ensemble bien pourvue. Le travail engagé sur le Capnode en 2009 ouvre des solutions : un produit est en attente d'homologation.

■ Pêcher. Globalement usages pourvus à l'exception de l'usage mouche qui devient un problème économique notoire. Urgence de trouver une solution contre ce parasite. Le travail initié en 2010 sur le piégeage massif doit rapidement apporter une solution.

■ Prunier. Cette culture est globalement bien pourvue. – L'usage Cochenille est en cours de résolution : une homologation en 2010. – Risque d'usage mal pourvu en fonction des évolutions

réglementaires pour le Psylle, vecteur de l'ECA. – L'absence d'usage « Maîtrise des rejets » est une difficulté. – L'absence de solution pour l'éclaircissage chimique devient un problème économique (expérimentation terrain initiée en 2010 avec l'AOP nationale). – L'absence d'usage *Coryneum* est à régler.

■ Cerisier. L'usage mouche est partiellement solutionné, l'efficacité des stratégies devra être confirmée en 2011. *Drosophilla suzukii* pourrait devenir un problème important. Quelques autres usages à compléter (pucerons, *Monilia*, etc.).

■ Toutes espèces fruits à noyaux. Un usage « Cossus » est à créer et des solutions à trouver.

Fruits à pépins

■ Pommier. Des usages très critiques en absence d'AMM (éclaircissage, désinfections des sols, etc.) persistent toujours. Des dossiers sont en attente d'homologation. Au sujet de l'éclaircissage, des solutions sur la fleur sont à l'étude pour compléter la stratégie globale. – D'autres usages « à situations critiques » ont reçu des homologations, mais restent cependant à compléter : les cochenilles et le puceron lanigère. Les usages « Maladies de conservation en post-récolte » et « l'Echaudure » doivent rapidement trouver des solutions, compte-tenu du développement de souches résistantes au Thiabendazole et du retrait de la Diphénylamine. L'usage « Feu bactérien » doit être conforté. – La diversification et la mise en complémentarité des méthodes de lutte sont à développer (exemple :

confusion sexuelle double contre le Carpocapse et les Tordeuses). Les ravageurs mineurs qui sont en recrudescence et nécessitent des solutions sont : les Cécidomyies des feuilles, notamment pour le sur-greffage du pommier ; l'Anthonome ; les punaises ; le Thrips ; la Zeuzère ; les Mineuses des feuilles ; la Sésie et le Cossus (usages vides) ; le Hanneton. D'autre part, l'usage Campagnol provençal est vide.

■ Poirier. Eclaircissage : usage non pourvu, en attente d'une position des firmes. – Le Psylle est un problème majeur. La gamme des produits doit impérativement être renforcée, en particulier pour les applications post-florales (une seule substance active présentant une baisse d'efficacité). – Stemphyliose : une nouvelle homologation obtenue. – Rouille grillagée : les 3 substances actives homologuées actuellement ne permettent pas une bonne gestion de la maladie. – Le Phytopte (Erinose ou Galles rouges), en augmentation dans toutes les zones de production de poire, nécessite des solutions complémentaires, parce que les niveaux d'efficacité actuels sont insuffisants. Usages vides : Agryle, Cèphe et Punaises phytophages.

Fruits à coques

■ Amandier. Surface faible en France. Quelques problèmes nécessiteraient des solutions phytosanitaires : Eurytoma, Fusicoccum, Acariens, Cochenille, Cicadelle et Polystigma. Souvent « Usages vides » ou mal pourvus. Enjeux Eurytoma, Fusicoccum et cochenilles importants.

■ Châtaignier. – Le problème de la désinsectisation des fruits en post-récolte a été résolu en 2010 par l'utilisation du phosphore de magnésium. La pérennité de cette technique n'est cependant pas assurée. Ce dossier doit trouver une solution si possible en adéquation avec les objectifs d'agriculture durable. – Culture globalement mal pourvue. Des problèmes sanitaires très importants en châtaignier tant vis-à-vis des insectes (Carpocapse, Balanin et Cynips) que vis-à-vis des champignons (pourritures sur fruits : jusqu'à 50% de fruits pourris), Phytophthora, *Cryphonectria parasitica* (chancre).

■ Noisetier. – Cette culture est globalement pourvue, mais la situation reste très fragile pour de nombreux usages. – Les 3 usages les plus cruciaux : Balanin, Phytopte et destruc-

tion des drageons sont mal pourvus.

- Pour 4 usages : désherbage, acariens, Anthracnose et pucerons risque d'usages mal pourvus selon l'évolution des retraits volontaires ou l'évolution du parasitisme consécutif aux changements de substances actives. La recrudescence de Pourridié met en exergue la nécessaire consolidation de l'usage désinfection des sols en arboriculture.

■ Noyer. – Cette culture est globalement pourvue à l'exception de l'usage mouche qui pose un problème majeur. Malgré l'obtention d'une AMM en 2010 sur cet usage, il est important de continuer à travailler sur la mise au point d'une stratégie globale Carpocapse et Mouche. – La révision des doses de cuivre impose un travail de référencement sur bactériose. De plus des travaux seraient à mener sur la dérive de la sensibilité des souches de Xanthomonas vis-à-vis du cuivre. Cette maladie qui peut causer jusqu'à 60 % de dégâts, reste mal pourvue avec une seule substance active et une efficacité faible à moyenne. – La cochenille a posé des problèmes en 2010, une AMM à été obtenue en fin d'année 2010.

Petits fruits

■ Framboisier. Différents usages ont été complétés fin 2009 et en 2010 (Botrytis, Anthracnose, etc.). 3 usages sont vides : Cécidomyies de l'écorce et Thrips (importances économiques qui peuvent être élevées), Phytophthora (importance économique plus modérée).

■ Cassis. L'usage cochenille s'est solutionné fin 2010, mais il n'est cependant pourvu qu'avec une seule matière active. Cela risque d'être insuffisant. Usages mal pourvus pour Oïdium, Anthracnose, Phytophtes et désherbage.

Fruits divers

■ Kiwi. Cette culture à faible intrants a un nombre d'usages très restreint. 4 usages vides avec un programme de travail en cours : Phytophthora, régulateurs de croissance, Botrytis post-récolte, Cochenilles. L'arrivée de *Pseudomonas syringae actinidiae* (PSA) en 2010 est à prendre en compte.

■ Figuiers. Le dossier prioritaire Mouche est en voie de règlement par une AMM pérenne.

■ Olivier. Les études sur les alternatives aux traitements « Mouche » touchent à leur fin.

■ Agrumes. Cette culture est faiblement pourvue. Les Cochenilles constituent le problème le plus urgent mais des difficultés sont à noter dans la gestion du désherbage, des mineuses, des cicadelles, des fourmis et des mouches.

Expérimentations, Homologations, Dérogations : faits marquants en 2010

■ Abricotier. Capnode : réalisation d'essais d'efficacité de produits sur adultes (en conditions contrôlées) en 2009.

Le dépôt d'un dossier d'homologation est prévu pour un des produits testés.

■ Pêcher. – Monilia : essais d'efficacité pour deux nouveaux produits. – Deuxième année d'essais de couplage traitements chimiques allégés et traitement thermique (cf. programme « Pêche » et « Protection raisonnée des fruits à noyau »). – Bactérioses : réalisations d'essais sur Xanthomonas pour la ré-homologation de produits à base de cuivre. – Pucerons : essais EOR de produits à base d'argile (cf. programmes « Protection raisonnée des fruits à noyau » et « Arboriculture biologique »). – Mouche méditerranéenne : obtention d'une AMM (Autorisation de Mise sur le Marché) provisoire. Continuité des essais piégeage de masse (dans le cadre du groupe de travail « Mouches des fruits »). -Thrips *Frankliniella occidentalis* : évaluation de l'efficacité de deux produits dont l'un pour sa ré-homologation.

■ Cerisier. Mouche : essais stratégies incluant deux produits homologués en 2010, et évaluation d'un nouveau produit utilisable en AB.

■ Pommier – poirier. – Eclaircissage : gestion de la période transitoire. Reconduite des essais sur poirier. – Echaudure et maladies de conservation en post-récolte : en attente d'une nouvelle AMM. Développement d'études sur les méthodes dites « alternatives » (eau chaude, AC dynamique, etc.). – Cochenilles : deux nouvelles AMM, d'autres en cours d'évaluation. Reconduite d'essais contre *Pseudococcus viburni*. – Puceron lanigère : deux nouvelles AMM, mais à nombre d'applications limité et à doses d'emploi réduites. – Mouche méditerranéenne : poursuite des essais piégeage de masse. – Psylle : en attente d'une nouvelle homologation. – Maladies de conservation en verger : une nouvelle AMM. Etude du positionnement par rapport à la biologie des champi-

gnons et le risque résidus à la récolte. Recherche de produits dits « complémentaires » pour réduire le risque potentiel des résidus sur fruits. – Usage « Feu bactérien » à consolider. – Expérimentation contre le Black Rot. – Evaluation de stratégies contre les Phytophages du poirier. – Stempyllose : obtention de deux AMM. – Carpocapse : des retraits, deux homologations et d'autres solutions chimiques et à base de micro-organismes à l'étude dans le réseau d'expérimentation. Pour la confusion sexuelle, plusieurs diffuseurs sont attendus. Ce dossier est à traiter en priorité pour lutter contre les tordeuses. – Acariens : de nombreux retraits, mais une nouvelle AMM.

- Amandier. Un essai efficacité a été conduit sur *Eurytoma amygdali*. En 2010, la cochenille blanche a pu être traitée grâce à l'obtention d'une dérogation jusqu'au 19 septembre 2010. Obtention d'une nouvelle homologation sur *Eurytoma*, pucerons et tordeuses. Des projets de dépôt de demandes d'homologation pour 2011.
- Châtaignier. – Demande d'homologation déposée pour les usages « Balanin, Carpocapse, Tordeuses et pourritures des fruits ». Pour suite des études de désinsectisation et des pourritures sur fruits.
- Noyer. En 2010, la Mouche du brou a pu être traitée grâce à l'obtention de dérogations. – Parallèlement, des expérimentations de différentes substances actives ont été réalisées par la SENURA et le SRAL PACA. Un dossier complet en attente d'une AMM. – Poursuite des essais contre la bactériose (réduction de doses de cuivre) et le Carpocapse.

- Noisetier. – Anthracnose : en attente d'un dépôt de dossier suite à un essai Ctifl avec 5 matières actives. – Poursuite des travaux sur Balanin (SDQPV) et Phytophage des bourgeons (Ctifl et SRAL Aquitaine). – Pucerons : en attente d'un dépôt de dossier.
- Cassis. – Oïdium : obtention d'une nouvelle homologation. – Botrytis : deux AMM et une troisième en attente. – Cochenilles : plusieurs demandes déposées. – Phytophage : expérimentation en cours. – Pucerons : une nouvelle demande déposée.
- Catalogue des usages : à la demande de la DGAL, appui à la réflexion sur le regroupement des usages pour l'ensemble des espèces fruitières.
- Prise en compte des problématiques spécifiques à l'Agriculture Biologique pour l'ensemble des espèces.

Perspectives

- Poursuite du programme d'essais phytosanitaires. L'accent est mis sur des méthodes, stratégies et produits qui pourraient permettre de minimiser le risque de détection de résidus sur fruits à la récolte.
- Poursuite des groupes de travail nationaux pour chacune des espèces fruitières.
- Mise en place d'un groupe de travail « Homologation Fruits à noyau ».

Communication et diffusion

Manifestations – Salons – Groupes de travail

- Réunion annuelle du groupe de travail national « Cassis », 19 janvier 2010.
- Réunion du nouveau groupe de travail « Homologation Fruits à coques », janvier et septembre 2010.
- Réunion du groupe de travail « Homologation Fruits à pépins », 30 novembre 2010.
- Groupe de travail « Catalogue des usages », 1 juin 2010.
- Commission « Usages Orphelins », 19 février 2010.
- Comité technique opérationnel « Usages orphelins », 2 décembre 2010.
- Participation à la « Commission des Essais Biologiques » (CEB).

Partenariats

- DGAL-SDQPV.
- FNPF.
- Organisations économiques des espèces fruitières concernées.
- Stations régionales.
- Firmes phytosanitaires.



Protection intégrée sous abri et en plein champ

Contexte et objectifs

La conduite en protection intégrée de cultures sous abri et en plein champ demeure une priorité pour gérer durablement les systèmes de production et répondre aux attentes de la société ainsi qu'aux contraintes réglementaires. Cela se traduit par la recherche d'outils d'aide à la décision et de méthodes combinant des solutions alternatives et des interventions chimiques. La disparition de spécialités disposant d'AMM (Autorisation de Mise sur le Marché) pour certains ravageurs (exemple: mouches des cultures légumières, nématodes) représente une difficulté pour les producteurs. Par ailleurs, une recrudescence des problèmes sanitaires difficiles à maîtriser (champignons du sol, nématodes, ravageurs ré-émergents, etc.) est observée. Les objectifs généraux de ce programme sont : la conduite d'expérimentations pour fournir aux professionnels des références techniques et technico-économiques en protection légumière intégrée: essais de moyens de protection biologique, étude de produits phytosanitaires, recherche de solutions non chimiques, validation de démarches globales de protection intégrée.

Travaux et résultats

Oïdium du fraisier : conditions de développement et protection raisonnée

Poursuite des travaux sur les aspects recherche de souches résistantes et efficacité des produits. – Poursuite de la mise au point du modèle de prévision des risques. – Des observations expérimentales en cultures hors-sol chauffées confirment l'importance de la variété sur le développement de l'Oïdium (cf. programme « Fraise »). – De même, la micro-aspersion confirme son intérêt pour limiter les attaques. – Des méthodes de protection physique (micro-ondes, UVC,) sont à l'étude pour détruire le champignon présent sur les plants.

Oïdium du concombre : stratégies de protection en culture hors-sol

- Le nombre et l'efficacité des traitements phytosanitaires sont directement liés au niveau de tolérance variétale vis-à-vis de l'Oïdium.
- Avec la généralisation des variétés tolérantes, l'alternance de traitements phytosanitaires en présence d'Oïdium (tous les 7 jours) permet de limiter l'impact de la maladie sur la culture à un niveau tolérable. Ces résultats confirment l'efficacité de la stratégie mise en place dès 2002. Néanmoins, la suppression de molécules efficaces contre l'Oïdium pourrait remettre en cause cet équilibre fragile. Évaluation de nouvelles spécialités agro-pharmaceutiques prévue en 2011.

Protection biologique contre les agents pathogènes racinaires du sol ou aériens

- Concombre. – Évaluation de l'implantation, du maintien et de l'impact d'un *Fusarium oxysporum* non pathogène (souche Fo 47 – Inra Dijon) sur l'état sanitaire, la précocité et le rendement final d'une troisième culture de concombre hors-sol en circuit fermé au niveau d'un système à 3 plantations annuelles. – Les niveaux de *Fusarium* spp. et de *Pythium* spp. détectés dans l'environnement racinaire des plantes ont été globalement comparables en système perdu et en système recyclé avec Fo 47, ce qui peut être mis en relation avec des résultats agronomiques comparables dans les deux modalités. – Poursuite de travaux dans le cadre de 3 cultures successives de concombre hors-sol en système fermé (Partenaires : Esmisab – LBEM, Inra) (cf. programme « Concombre »).
- Poireau. Évaluation de l'intérêt d'antagonistes microbiens et de stimulateurs de la croissance racinaire pour la protection du poireau planté contre le dépérissement.
- Radis. Évaluation de l'intérêt d'antagonistes microbiens pour la protection des cultures contre *Rhizoctonia solani*, et évaluation de l'intérêt de produits naturels et de stimulateurs des défenses des plantes pour la protection contre le Mildiou *Peronospora parasitica*.
- Laitue. Évaluation de l'intérêt de produits naturels et de stimulateurs des défenses des plantes pour la protection contre le Mildiou *Bremia lactucae*.

Protection biologique et intégrée contre les ravageurs

■ Tomate. – Des études ont été menées en serres expérimentales pour mieux connaître le ravageur émergent *Tuta absoluta* et mettre au point des stratégies de protection biologique et de protection intégrée adaptées à nos conditions de culture. – Des acquis ont été obtenus sur la biologie du ravageur et son comportement sur les plantes. Les auxiliaires (*Macrolophus melanotoma* et *Trichogramma achaeae*) ont montré une bonne efficacité, notamment lorsqu'ils ont été introduits en combinaison (parasitoïde/prédateur). – L'intérêt d'un apport précoce du prédateur dès le stade pépinière a aussi été montré. Cet essai est poursuivi en 2011 avec plusieurs modalités mais sur un créneau de production plus proche de la pratique (plantation en hiver) notamment dans le cadre du projet Casdar TutaPi labellisé par le GIS PICLég. – Suivi d'un site de production de tomates en culture hors-sol sous abri chauffé (étude Aprel/Ctifl) : il a porté sur une serre verre de tomates avec des observations particulièrement centrées sur le ravageur émergent *Tuta absoluta* et les auxiliaires correspondants. Des données obtenues en serres expérimentales (acquis de biologie, efficacité des auxiliaires) ont été confirmées. – Mise en évidence de l'intérêt d'une combinaison de méthodes pour la protection vis-à-vis de *T. absoluta* : prophylaxie rigoureuse, effeuillage précoce des plantes infestées en début de culture, stratégies d'introductions d'auxiliaires adaptées et approche globale de la culture (cf. programme «Tomate»).
■ Courgette. – Protection biologique

à l'aide d'insectes auxiliaires et démarche globale de protection intégrée en tunnel de production (centre Ctifl de Balandran) – Validation de l'efficacité du nouveau prédateur, l'acarien *Typhlodromips (Amblyseius) swirskii*, lequel s'est bien installé sur la courgette (cf. programme « Aubergine, poivron, courgette »).
■ Fraîse. – Protection biologique vis-à-vis des pucerons sur plusieurs cultures expérimentales de fraise remontante en hors-sol. – Poursuite de la mise au point d'une stratégie contre les pucerons. Résultats positifs avec *Aphelinus abdominalis* sur *Macrosiphum euphorbiae* et confirmation de l'intérêt des larves de Chrysopes sur foyers (*Chrysoperla carnea*). – Première enquête sur les espèces de pucerons présentes dans le Sud-Est : 8 espèces ont été identifiées dont 5 espèces dominantes.

Identification de punaises phytophages et prédatrices

Observations complémentaires sur les espèces de punaises présentes dans les cultures (tomate, etc.), dans l'environnement des abris et autres cultures telles que la luzerne, le souci, etc. : identification des espèces phytophages et prédatrices à l'ANSES (ex LNPV Montpellier). Intérêt de ménager les auxiliaires naturels présents en culture (exemple : *Dicyphus* sp.) et/ou enrichir les abords des abris à l'aide de plantes spécifiques. Etude Ctifl/Grab (cf. programme « Biodiversité »).

Évaluation de spécialités commerciales

Tarsonème du fraisier : en première approche, l'évaluation de 8 acaricides sur des plants contaminés de Tarso-

nèmes, semble montrer l'intérêt de 3 spécialités d'efficacité voisine de la référence Vertimec (abamectine).

Taupins (plein champ)

La protection contre les dégâts causés par les larves de taupins reste une priorité du fait de la quasi absence de moyens chimiques disposant d'une AMM sur les cultures légumières. – L'emploi d'un traitement de semences a été testé avec la carotte comme culture support. Les premiers résultats sont encourageants, mais il faudra certainement mettre en œuvre une combinaison de techniques comme l'emploi simultané d'un pelliculage de semences avec un insecticide, couplé avec un agent biologique. – L'essai effectué en 2010 confirme l'intérêt d'une telle combinaison. La technique du piégeage de masse permet une diminution des captures pour *Agriotes sordidus*, mais cela ne semble pas le cas pour *A. lineatus*. – Les dégâts observés sur la culture témoin, la carotte en 2010, restent à un niveau non acceptable pour la production (8%).

Étude de systèmes de cultures

■ Sur le centre Ctifl de Balandran. – Sous abri : deuxième année de mise en place sur quatre tunnels (travail mené dans le cadre du projet Prabioteel, labellisé PICLég à partir de 2009). Après l'étude préliminaire de l'état sanitaire initial du sol en 2008, plusieurs rotations (exemple : tomate/salade/melon) et pratiques améliorantes (bio-désinfection avec moutarde brune/radis fourrager, solarisation et apport de matière organique – fumier

de cheval) ont été évaluées : observations sanitaires sur les plantes et les racines (et cartographie des problèmes sanitaires – champignons et nématodes), niveau de rendement. – L'incidence de ces pratiques en 2010 a été nette, seulement pour la solarisation vis-à-vis des nématodes *Meloïdogyne* tant sur la laitue d'hiver 2009/2010 que sur la culture de courgette : pas de dégâts sur les racines et pas de nématodes dans les analyses de sol contrairement aux autres modalités. – Par contre, l'incidence sur les champignons n'a pas été clairement observée. Il apparaît que les conditions climatiques et l'humidité du sol soient des facteurs également importants : *Sclerotinia* rencontré sur tiges de courgette, *Colletotrichum coccodes* sur tomate. Les travaux sont poursuivis en 2011 et l'incidence des pratiques sera particulièrement observée sur les 4 mêmes cultures, laitue en hiver et tomate au printemps, dans les 4 systèmes de culture. – Fusariose du melon : dans une parcelle dont le niveau d'infestation a été préalablement cartographié (2008), différentes successions culturales (céréale, crucifère, diversification maraîchère, etc.) et techniques améliorantes (bio-désinfection, solarisation, Bois Raméal Fragmenté (BRF), etc.) sont évaluées sur plusieurs années. – Malgré des effets négatifs importants sur la culture (faim d'azote), les premiers résultats 2009 montrent une efficacité intéressante de l'apport de BRF contre la fusariose. – En 2010, de très fortes attaques de fusariose ont été observées, entraînant cependant

la mort de près de 80 à 100 % des modalités plantées en melon. – En 2011, un bilan technique, sanitaire et économique sur ces 3 années d'étude (2008-2011) sera réalisé.

■ Sur le centre Ctifl de Carquefou : dans le cadre du projet Prabiotel (2009-2011), mise en place d'un dispositif pluriannuel pour mesurer l'effet de pratiques améliorantes intégrées dans la rotation poireau primeur/ mâche, en plein champ. Evaluation de la faisabilité et de l'intérêt de la bio-fumigation à base de moutarde brune, de la solarisation seule et de la combinaison des deux méthodes.

■ Sur le centre Ctifl de Lanxade, gestion intégrée des pathogènes du sol de la carotte. – Poursuite du dispositif expérimental déjà en place sur le centre Ctifl de Lanxade. – Mise en place de deux grands itinéraires : l'un se rapprochant des conditions d'Aquitaine avec cultures de maïs, l'autre plus proche des conditions normandes avec des cultures de poireaux et de choux, avec adjonction de cultures améliorantes, soit le radis fourrager, soit le seigle, soit la combinaison des deux plantes. – Les suivis des populations de bactéries montrent des évolutions rapides des quantités pouvant être comptabilisées, en particulier augmentation des populations en présence de culture de maïs et de poireau. – En 2010, la culture de carotte dans l'ensemble des modalités a permis d'essayer d'évaluer l'impact de ces pratiques améliorantes. Peu de différences ont été notées entre les différents itinéraires techniques.

■ Participation du laboratoire de phytopathologie de Carquefou au projet

SysPid porté par Arvalis et soutenu par le Casdar (Recherche de systèmes de cultures permettant une meilleure gestion des problèmes telluriques en grandes cultures et pomme de terre primeur). Le Ctifl est partenaire pour la partie bioagresseurs telluriques de la pomme de terre primeur.

Fertilisation et sensibilité aux bioagresseurs

Travaux dans le cadre du projet Fertipro labellisé PICLég à partir de 2010 (Casdar 2010-2012).

■ Sur le centre Ctifl de Balandran. – Sous abri : première année d'essai en 2010 avec mise en place d'une culture de tomate en sol dans trois tunnels avec trois niveaux de fertilisation azotée. – Des premières observations agronomiques et sanitaires (ravageurs tels que les aleurodes, les noctuelles, ou les maladies telles que l'Oïdium ainsi que *Botrytis cinerea* (en conditions d'inoculation artificielle) ont été réalisées dans les trois modalités avec des protocoles discutés avec les partenaires du projet. – Les premiers résultats nous ont permis d'améliorer la méthodologie expérimentale pour 2011.

■ Sur le centre Ctifl de Lanxade : mise en place de cultures sous abri de laitue de printemps et d'automne avec un dispositif à trois niveaux d'azote, 4 répétitions et 2 types variétaux. Conduite des essais, observations in situ et inoculations artificielles avec 2 souches de *Botrytis cinerea*. – Premiers éléments de connaissance sur la sensibilité de la laitue aux maladies sous l'effet de l'azote et en relation avec les

résultats agronomiques. – Analyse des pré-enquêtes sur les pratiques et les problèmes sanitaires rencontrés en cultures de salade et de tomate, dans les différents modes de production. Les pratiques à risques, telles que les sur-fertilisations en azote et phosphore, sont notamment mises en évidence, ainsi que l'importance de la prophylaxie avec la gestion des résidus de culture.

Perspectives

- Poursuite de l'étude en cultures sous abri d'auxiliaires : quatrième année de mise au point de la stratégie de protection vis-à-vis des pucerons, des thrips et des acariens sur fraisier. – Parallèlement, deuxième année pour l'état des lieux des espèces de pucerons sur fraisier sous abri dans le Sud-Est. – Poursuite de la mise au point d'une stratégie de protection biologique contre *Tuta absoluta*, ravageur émergent sur tomate (prédateur *Macrolophus* et parasitoïdes *Trichogrammes*, etc.), notamment dans le cadre du projet TutaPi (première année en 2011).
- Validation de démarches de protection intégrée sur tomate, concombre, fraisier, etc. Suivi d'un site de production de fraise (Aprel/Ctifl). Recyclage du drainage en culture hors-sol de concombre par utilisation couplée de la biofiltration et d'antagonistes biologiques.
- Études complémentaires sur les punaises prédatrices et phytophages (*Nezara viridula*, *Lygus* spp).
- Poursuite des travaux sur l'Oïdium du fraisier.
- Poursuite des travaux sur l'in-

térêt des produits « alternatifs » pour la protection des cultures, sur différents usages : poireau – dépérissement, mildiou – radis, *R. solani* – radis et mâche, etc.

- Essais de spécialités contre l'Aleurode des serres sur tomate (dont une spécialité à base de champignons) et contre l'Oïdium sur concombre dont des produits alternatifs (pour l'homologation).
- Poursuite des travaux du projet Prabiotele (3ème année en 2011). L'objectif principal de ce projet est de pouvoir proposer aux producteurs de légumes des solutions techniques pour une meilleure maîtrise des bioagresseurs telluriques, en limitant le recours aux produits phytosanitaires chimiques. Les centres Ctifl de Balandran, de Lanxade et de Carquefou sont impliqués.
- Lancement du projet Casdar Vasculég labellisé PICLég (2011-2013) qui concerne la recherche de moyens de protection contre les maladies vasculaires, en particulier la gestion durable des résistances avec comme modèles *Fusarium oxysporum* sp *melonis* sur melon et *Verticillium dahliae* sur aubergine.
- Poursuite de la collaboration au projet SysPid.
- Poursuite des travaux du projet FertiPro en cultures sous abri en sol (2^e année en 2011) et en hors-sol (1^{re} année en 2011) dans lesquels les centres Ctifl de Balandran, de Carquefou et de Lanxade sont impliqués.
- Poursuite des travaux sur la modélisation des risques phytosanitaires.
- Lancement du modèle Thrips poireau.

Communication et diffusion

Publications

- Bardet A. *et al.*, 2010. « L'Oïdium du fraisier. » Infos-Ctifl, n° 261, p. 250-255.
- Villeneuve F., Latour F., 2010. « Cultures légumières et taupins : captures des adultes et nouveaux moyens de protection. » Infos-Ctifl, n° 262, p. 37-43.
- Fiches « Le point sur – Méthodes alternatives. » : Greffage melon, Greffage poivron, Greffage aubergine, Insectes auxiliaires, Concombre serre chauffée, Binage de précision et Désinfection vapeur. (À paraître : Concombre abri froid, Nématodes entomopathogènes, Microorganismes, etc.).
- Giraud M. *et al.*, 2010. « Bioagresseurs : une gestion durable face aux contournements des résistances. » L'Arboriculture fruitière, n° 647, p. 35-38.
- Rolier A., 2010. « Impact des méthodes et des produits alternatifs sur la gestion des bioagresseurs telluriques. » Mémoire de stage m2 Biologie et Technologie du Végétal, Université d'Angers-Agrocampus Ouest.
- Rédaction et actualisation de

fiches pour la base de données phytosanitaires Ctifl – SDQPV.

■ Poursuite du développement de la banque de données phytosanitaires sur le site www.fruits-et-legumes.net.

Manifestations, Salons, Groupes de travail

■ Trottin-Caudal Y. *et al.*, 2010. Interventions sur *Tuta absoluta*: conférence internationale à Tunis le 9 mars 2010 organisée par Valent BioScience/Philagro, journée LNPV Angers le 11 mai 2010, journée Portes ouvertes à Carquefou le 23 septembre 2010.

■ Journées du GIS PICLég, Agrocampus Ouest-Angers, 20 et 21 octobre 2010: présentation du projet Prabiotel.

■ Chabrière C. *et al.*, 2010. Conférence technico-économique Eiffel, 13 octobre 2010: «Protection intégrée en cultures de fraise sous abri – Résultats expérimentaux.» Aprel/Ctifl/CAo6.

■ Animation des Groupes de travail nationaux: «Ravageurs du sol», «Protection phytosanitaire du fraisier», «Protection intégrée» (et dans le cadre de ce groupe, animation du groupe «Méthodologie de l'expérimentation sur *Tuta*») et «Produits alternatifs pour la protection des cultures légumières». Participation aux groupes de travail nationaux Produits (tomate,

concombre, fraise, etc.).

■ Participation à plusieurs Commissions de l'AFPP et groupes de travail («Commission Moyens de Protection pour une Production Intégrée – MPPI», Commission «Ravageurs/auxiliaires», Commission «CEB»): participation active à l'adaptation des méthodes CEB, à la rédaction de nouvelles méthodes ou aux recommandations pour la mise en place d'essais avec des produits alternatifs.

■ Participation à des groupes de travail OILB.

Partenariats

■ Inra.

■ Stations régionales.

■ SDQPV/SRAL/ANSES.

■ Chambres d'agriculture.

■ Laboratoires, firmes.

■ Réalisation des essais sous abri dans le cadre du réseau: Ctifl – Inra – SDQPV – stations régionales. Une réunion annuelle, du 15 au 17 décembre 2010.



Énergie et équipement des serres

Contexte et objectifs

Après une baisse relative du prix des énergies enregistrée en 2009, l'année 2010 aura de nouveau été marquée par une réaugmentation de ce poste. Cette situation de crise rappelle le besoin toujours aussi prégnant d'améliorer l'efficacité énergétique. Afin de rester compétitifs dans un contexte international de plus en plus concurrentiel, les serristes sont contraints de réduire leur consommation d'énergie fossile, qui représente à ce jour 25 à 40 % de leurs coûts de production. L'objectif de ce programme est de les aider à maintenir la compétitivité de leur activité par la modernisation de l'outil serre et la mise en œuvre de conduites plus économes en énergie, la diminution de la dépendance aux énergies fossiles, et l'évaluation d'équipements novateurs.

Travaux et résultats

Projet « Serre capteur d'énergie »

■ Projet « Serre capteur d'énergie ». – Ce projet a été labellisé en 2006 par le pôle de compétitivité Innovation fruits et légumes d'Avignon. Retenu par le Fonds unique interministériel, avec le soutien financier complémentaire de l'ADEME, de FranceAgriMer, du Conseil Régional Languedoc Roussillon, il a démarré le 6 mars 2007 pour une durée de 4 ans. Il comporte la mise en place d'un site expérimental au Ctifl et de deux sites pilotes chez des serristes en Provence (en lien avec l'Aprél). – Objectif de ce projet : réduire la consommation énergé-

tique des serres et mettre au point une serre plus autonome en énergie grâce à l'utilisation de l'excédent d'énergie solaire capté par la serre et stocké dans le sous-sol. – Il prévoit notamment : le test d'un nouveau matériau de couverture et l'évaluation de systèmes réversibles (échangeurs thermiques eau/air) pour chauffer et refroidir les serres ; le suivi technique de l'ensemble des sites au niveau énergétique et agronomique, de l'aérodynamique de la serre, du développement de la culture et des gains de production attendus. La construction de la serre expérimentale sur le centre Ctifl de Balandran a été réalisée en 2009.

■ Evaluation du prototype de Serre capteur d'énergie sur le centre Ctifl de Balandran. – Cette serre comporte trois modules de 1000 m² : une serre verre témoin, une serre verre associée à un puits « froid » et à un puits « chaud », avec rafraîchissement de la serre en été et stockage de l'énergie thermique en aquifère, et une serre en double paroi plastique souple de longue durée (F-clean®). Les trois serres sont équipées d'écrans thermiques en paroi et d'un double écran en toiture. – Les premiers résultats ont montré que le double écran thermique permet de réaliser une économie d'énergie de 10 % par rapport à un simple écran. – Une économie de 30 % a pu être mesurée entre la serre plastique F-Clean® et la serre témoin en verre, les deux serres étant équipées d'un simple écran en toiture. Cette économie est due à l'étanchéité de la serre mais également aux déshumidificateurs industriels qui ont permis de gérer l'hygrométrie. De plus, notamment sur la période hivernale, de meilleurs

résultats agronomiques ont été mesurés dans la serre F-Clean®. – La Serre capteur d'énergie ou serre semi fermée a été chauffée avec le double tube dans la végétation et les centrales de traitement d'air connectées à une pompe à chaleur O/O (démarrage en mars). L'économie mesurée sur la période de fonctionnement a été de 40 %. – Sur la période estivale, la serre a été refroidie et maintenue fermée le plus longtemps possible pour optimiser l'injection de CO₂. Des mesures climatiques ont été réalisées avec l'Inra. Le stockage de l'énergie dans l'aquifère a été suivi par le BRGM.

Plantinov'ser

Ce projet inter-filières a été labellisé en 2008 par le Pôle de compétitivité Végépolys. Il comporte deux volets : un volet évaluation du matériel végétal dans des conduites économes en énergie, et un volet conduite climatique et équipements pour limiter la consommation énergétique. Démarrage du projet en 2009 avec le soutien financier du Conseil Régional des Pays de Loire et de l'ADEME.

L'intégration de température

Le principe de base de cette conduite est de réduire la consommation d'énergie par l'adaptation de la température de nuit en fonction de la température de jour. Cette technique montre un intérêt dans le cadre de l'intégration de température sur 24 heures. Les investigations actuelles s'orientent vers des logiciels prenant en compte les prévisions météorologiques pour améliorer la mise en phase des consignes de chauffage/aération et du climat extérieur. Elles s'orientent également vers l'étude du comportement

du matériel végétal dans des conditions de température de nuit basses et d'écart jour/nuit élevé (cf. programmes « Tomate » et « Concombre »).

La déshumidification thermodynamique et le risque Botrytis

L'expérimentation concernant la déshumidification thermodynamique réalisée sur le centre Ctifl de Carquefou en 2010 a démontré qu'il était possible d'assurer un arrêt du chauffage au gaz du 19 mai au 14 septembre en culture de tomate, sans augmenter le risque de condensation sur les fruits et sans pénaliser les résultats agronomiques. Même si la maîtrise sanitaire est maintenue, l'économie d'énergie liée à cet arrêt du chauffage ne paraît pas suffisante pour pouvoir amortir raisonnablement le coût d'investissement d'une telle installation.

La relocalisation des réseaux de chauffage

Évaluation en 2010 de différents systèmes de distribution de chaleur à basse température à l'aide de 2 ou 4 tuyaux par rang dans le cadre d'un système à 3 cultures annuelles de concombre sur le centre Ctifl de Carquefou. – La relocalisation du réseau de chauffage a permis d'économiser de 10 à 20% d'énergie fossile sur l'année, par rapport à la conduite témoin. – Le système à 4 tuyaux de végétation par rang conduit à une amélioration de la performance technique en 1^{re} culture. Néanmoins, le système à 2 tuyaux de végétation par rang correspond à un optimum énergétique et économique sur l'ensemble des 3 cultures. – L'optimisation de la relocalisation des réseaux de chauffage sera poursuivie

en 2011, notamment à travers la prise en compte de la mesure de température de plante dans le pilotage du climat au niveau de la culture, et en lien avec une pompe à chaleur R/O. – En parallèle, l'évaluation des conditions d'intégration technico-économique de la déshumidification thermodynamique sera également réalisée.

Gestion du ballon de stockage d'eau chaude du type « Open buffer »

- Étude en partenariat avec GDF – Suez sur le centre de Carquefou d'une chaufferie en « Open buffer », instrumentée pour la comptabilisation des flux de matière et d'énergie, et pour le calcul du rendement de l'installation.
- Confirmation des premiers résultats de l'étude en cours initiée en 2007. – Amélioration du rendement de la chaufferie avec le stockage au centre. – Optimisation du fonctionnement du ballon avec un pilotage du système à partir d'un logiciel anticipatif, et augmentation du taux de récupération de CO₂ sans augmenter la consommation de gaz.
- Développement d'un logiciel de diagnostic pour l'optimisation du stockage au centre visant à découpler la production et les besoins de chaleur.
- Utilisation des résultats expérimentaux pour le développement d'un modèle de déperdition thermique de la serre.

Maîtrise du climat estival

En partenariat avec l'Arepal, comparaison de trois techniques d'optimisation du climat estival en culture de concombre sur le centre Ctifl de Carquefou : l'aspersion sur toiture, l'ombrage photosélectif et diffusant et l'écran d'ombrage. – En

deuxième culture, l'utilisation de l'ombrage photosélectif et diffusant ou de l'écran d'ombrage conduit à une augmentation significative du poids moyen, et dans une moindre mesure, du poids total commercialisable par rapport à la conduite avec aspersion sur toiture. – En troisième culture, les résultats agronomiques sont comparables pour les trois modalités. – Poursuite de travaux en couplant l'écran d'ombrage et la brumisation intérieure.

Expertise

Expertise dans le cadre des équipements à la circulaire serre et au PVE pour le ministère de l'Agriculture et FranceAgriMer.

Dispositif des certificats d'économie d'énergie

Deux opérations standardisées pour le secteur des serres maraîchères sont parues au Journal Officiel du 22 décembre 2007, suite au travail réalisé par le Ctifl, les Producteurs de Légumes de France et l'ADEME. Les deux opérations concernent le ballon de stockage d'eau chaude de type « Open buffer » et l'ordinateur climatique avec module d'intégration de température. Plusieurs communications ont été réalisées pour informer la filière. La réflexion a démarré pour proposer deux autres opérations standardisées (chaufferie biomasse et double écran thermique) durant la seconde période.

Études

- Démarrage d'une étude avec l'ADEME, l'Astredhor, les Producteurs Légumes de France et la Fédération Nationale

des Producteurs de l'Horticulture et des Pépinières sur l'utilisation de la biomasse pour chauffer les serres.

■ Participation à l'exercice de prospective sur Agriculture Energie 2030, l'agriculture face aux défis énergétiques piloté par le service de la Statistique et de la Prospective du ministère de l'Agriculture. Rédaction de la fiche variable sur la performance énergétique des bâtiments agricoles avec l'ADEME, l'Astredhor, l'Institut de l'élevage et l'Institut du porc.

Perspectives

■ En 2011, les consignes seront choisies pour essayer de provoquer un effet d'accélération de maturation et un gain de rendement pendant les périodes de fonctionnement simultané de la chaudière au gaz et de la déshumidification thermodynamique.

■ Poursuite en 2011 des travaux et études des projets « Serre capteur d'énergie » et Plantinov'ser, du programme « Energie et Analyse de Cycle de Vie en serres maraîchères », soutenu par FranceAgriMer.

■ Réalisation d'une enquête auprès des serristes (tomate/concombre) dont l'objectif est de caractériser les évolutions du parc de serres, de son équipement, en incluant le volet énergétique, et d'identifier les nouveaux besoins en termes de recherche appliquée pour dégager de nouvelles pistes d'expérimentations.

Communication et diffusion

Publications

■ Brajeul E., 2010. « Journée nationale Energie en Serre. Techniques économes. » Infos-Ctifl, n° 258, p. 6.

■ Tisiot R. *et al.*, 2010. « Rencontre Energie serre – Des techniques plus économes. » Infos-Ctifl, n° 260, p. 6.

■ Grisey A. *et al.*, 2010. « Energie sous serre – 3ème année d'étude sur les échangeurs thermiques pour les serres. » Infos-Ctifl, n° 260, p. 54-58.

■ Grisey A. *et al.*, 2010. « Energie sous serre – Présentation du projet Serre capteur d'énergie. » Infos-Ctifl, n° 262, p. 32-36.

■ Le Quillec S. *et al.*, 2010. « Economie d'énergie sous serre – Déshumidification thermodynamique en culture de tomate hors-sol. » Infos-Ctifl, n° 266, p. 34-40.

■ Brajeul E. *et al.*, 2010. « Maîtrise de la consommation énergétique sous serre. Relocalisation des réseaux de chauffage sur concombre. » Infos-Ctifl, n° 266, p. 46-49.

■ Tisiot R., 2010. « Manifestations – Greenhouse 2010 : Symposium international ISHS sur la production sous serre. » Infos-Ctifl, n° 267, p. 9-10.

■ Bargain V., 2010. « Ca va chauffer pour la plante. » Réussir Fruits et Légumes, n° 293, p. 40-41.

■ Grisey A. *et al.*, 2010. « Point sur les techniques innovantes pour réduire la consommation énergétique des serres. » Légumes Infos, n° 301 (suppl.), p. 12-13.

■ Montahut S., 2010. « Production sous serre. Un pari obligé pour l'avenir. » Végétale, n° 265, p. 60-62.

■ Zambujo C., 2010. « Repenser l'énergie de la serre. » Vaucluse Agricole, 26 février, p. 7.

Manifestations, Salons, Groupes de travail

■ Journée Portes ouvertes, centre Ctifl de Carquefou, 23 septembre 2010.

■ Journée Portes ouvertes, centre Ctifl de Balandran, le 1^{er} juillet 2010.

■ Animation des groupes de travail nationaux « Tomate », « Concombre » et « Energie ».

■ Animation du stage « Maîtrise du climat et de l'énergie en culture hors-sol », centre Ctifl de Carquefou, le 25 novembre 2010.

Partenariats

■ Pôle de compétitivité Innovation fruits et légumes d'Avignon (PEIFL).

■ Pôle de compétitivité Anjou – Val de Loire (Végépolys).

■ Agrocampus Ouest – Centre d'Angers.

■ ADEME.

■ BRGM.

■ CMF.

■ ESETA.

■ Astredhor.

■ GDF – Suez.

■ Hoogendoorn.

■ Hortimax France.

■ Inra.

■ Stations régionales.



Gestion des effluents en culture hors-sol

Contexte et objectifs

Les contraintes réglementaires, notamment dans les zones sensibles, ainsi que l'éco-conditionnalité des aides, incitent progressivement les professionnels serristes à mettre en œuvre des solutions de gestion des effluents. L'objectif du Ctifl est d'élaborer des références techniques sur la gestion des eaux de drainage pour réduire les rejets d'effluents de serres et limiter la consommation d'intrants. Les difficultés liées à la disponibilité et à la qualité de la ressource en eau, traduites dans la réglementation de décembre 2006, et le doublement du coût de la fertilisation en trois ans, incitent encore plus fortement les serristes vers une démarche de recyclage des effluents.

Travaux et résultats

Maîtrise du risque sanitaire en situation de recyclage des eaux de drainage

Ces travaux sont menés en partenariat avec l'Arepal, l'Inra et le laboratoire LBEM/Esmisab. Ils s'orientent autour de 2 axes en culture de concombre.

- Évaluation de l'intérêt d'un couplage de la biofiltration du drainage et du greffage sur un porte-greffe résistant au *Fusarium oxysporum f.sp. radicum* (Forc) dans le cadre de 3 cultures successives de concombre hors-sol en système fermé, par affranchissement de la problématique minérale, grâce à l'utilisation d'eau de pluie. La biofiltration du drainage combinée au greffage sur AFFYNE (RZ) contribue à limiter les niveaux de populations des pathogènes

racinaires (en particulier *Pythium* spp) ainsi que leur impact sur la plante en système recyclé eau de pluie. Ce résultat peut être mis en relation avec des résultats agronomiques comparables à ceux du système perdu en première et troisième culture, et significativement supérieurs en deuxième culture.

- Protection biologique du système racinaire par des champignons antagonistes. – Évaluation de l'implantation, du maintien et de l'impact d'un *Fusarium oxysporum* non pathogène (souche Fo 47 – Inra Dijon) sur l'état sanitaire, la précocité et le rendement final d'une troisième culture de concombre hors-sol en circuit fermé au niveau d'un système à 3 plantations annuelles. – Les niveaux de *Fusarium* spp. et de *Pythium* spp. détectés dans l'environnement racinaire des plantes ont été globalement comparables en système perdu et en système recyclé avec Fo 47, ce qui peut être mis en relation avec des résultats agronomiques comparables dans les deux modalités. – Poursuite de travaux dans le cadre de 3 cultures successives de concombre hors-sol en système fermé.

- Veille technique sur les systèmes de désinfection émergents.

- Mise au point d'une nouvelle formulation d'oligo-éléments adaptée au recyclage des solutions nutritives en culture de tomate et de concombre (partenariat Yara).

- Étude des quantités d'engrais consommées et suivi des coûts de fertilisation en tomate et concombre.

Communication et diffusion

Manifestations, Salons, Groupes de travail

- Animation du groupe technique « Gestion des effluents » dans le cadre des groupes expérimentateurs nationaux « Tomate » et « Concombre ».
- Le Quillec S., 2010. « Gestion de l'azote en culture hors-sol : réduction des apports et des rejets ». Entretiens techniques Sival, Angers, 13 janvier 2010.
- Le Quillec S., 2010. « Gestion de l'eau : exemple de la tomate hors-sol ». Entretiens techniques Sival, Angers, 13 janvier 2010.

Formations

- Animation du stage « Cultures légumières hors-sol : maîtrise de l'irrigation fertilisante et gestion des effluents » ; animation de formations spécifiques à la gestion des eaux et des effluents en culture hors-sol.
- Animation du stage « Cultures légumières hors-sol : maîtrise de l'irrigation fertilisante et gestion des effluents », centre Ctifl de Carquefou, le 24 novembre 2010.

Partenariats

- Inra (Alénya, Antibes, Bordeaux, Dijon).
- Stations régionales.
- SDQPV.
- Laboratoire LBEM/Esmisab.
- Yara.



Homologation et usages orphelins cultures légumières

Contexte et objectifs

La protection chimique des cultures est devenue un enjeu majeur : les producteurs ont besoin de disposer de moyens de protection efficaces et compatibles avec les exigences sociales et économiques. Cela nécessite une veille technique et réglementaire continue (Pouvoirs Publics, firmes phytosanitaires), ainsi qu'une écoute permanente des attentes des producteurs. Les objectifs de ce programme sont : ■ pour la production, disposer de produits phytosanitaires dotés d'une Autorisation de Mise sur le Marché (AMM) ; ■ pour la distribution, disposer d'une offre de fruits et de légumes français de qualité et conforme à la réglementation et aux cahiers des charges distribution (GlobalGap, Nature Choice, etc.). Pour cela, le programme s'articule autour de plusieurs actions : – informer la filière des décisions réglementaires en matière d'évolution des autorisations, des retraits ou des modifications d'AMM ; – soutenir les demandes de la filière par la constitution d'argumentaires, de dossiers ou de synthèses de résultats ; – apporter des références techniques complémentaires aux dossiers en cours de constitution pour l'obtention d'AMM ; – contribuer à l'harmonisation des homologations au niveau européen.

Travaux et résultats

Ce programme s'intègre depuis 2008 dans le plan d'action de la Commission des « Usages orphelins ». Par ailleurs, le Ctifl participe activement aux groupes de travail de la Commission des Essais Biologiques (CEB) qui élaborent les références pour les essais nécessaires à l'homologation.

Accompagnement à l'homologation

■ BPE et essais sous contrats. Les quatre centres du Ctifl (Balandran, Carquefou, Lanxade, Saint-Rémy-de-Provence) sont habilités à réaliser des Essais Officiellement Reconnus (EOR) par la DGAL en respectant les Bonnes Pratiques d'Expérimentation (BPE). L'agrément du Ctifl a été renouvelé le 30 octobre 2009 suite à un audit (7 et 8 janvier 2009 sur le centre Ctifl de Balandran). Le Ctifl met, sous contrat, à la disposition de l'interprofession, des sociétés phytosanitaires et des firmes distribuant des auxiliaires, ses infrastructures et ses équipes pour évaluer : – l'efficacité des nouvelles spécialités vis-à-vis de ravageurs, adventices et maladies des cultures légumières ; – leur toxicité sur les auxiliaires en conditions de laboratoire ou sous abri.

■ Usages orphelins. Partenariat avec les Producteurs de Légumes de France, l'Unilet et la DGAL/SDQP. – Mise en place par la DGAL en 2008 d'une Commission des « Usages orphelins » qui regroupe à la fois les usages mineurs et les usages mal pourvus sur les cultures majeures, afin de définir des actions à mener selon les priorités, établies parallèlement à l'évolution des procédures d'autorisation. – Mise en

place d'essais par le Ctifl tout en assurant une aide à l'élaboration des dossiers (avis technique sur les demandes formulées par les professionnels, participation à l'élaboration de notes techniques).

Ces travaux permettent d'appuyer les demandes de professionnels, et de prioriser la mise en place des essais à l'heure actuelle. Le désherbage des nombreuses cultures légumières et la protection contre les mouches sont certainement les problèmes les plus importants pour les producteurs de légumes. – Le Ctifl participe activement aux expérimentations pour trouver des solutions.

■ Produits à technique spécifique d'application (serre et abri) : un groupe de travail national « Phytosanitaire serre et abris » a été créé à l'initiative du Ctifl et de la DGAL. L'un de ses objectifs est de participer à l'élaboration des dossiers de demande d'AMM par les firmes phytosanitaires auprès de la DGAL. Ce groupe est composé de représentants du Ctifl, de la DGAL/SDQP et des bassins de production. Il est soutenu par les Producteurs de Légumes de France. Ce groupe s'est réuni le 24 septembre 2010.

■ Actions de concertation : le Ctifl apporte sa contribution aux différents groupes de travail de l'AFPP (Association Française de Protection des Plantes) notamment ceux de la commission « Moyens de protection pour une production intégrée » et de la CEB. Le Ctifl participe à la validation de la liste des produits phytosanitaires de référence dans le cadre des essais EOR fruits et légumes.

■ Ainsi en 2010 plusieurs thèmes ont fait l'objet d'études et d'expertises à destination des professionnels, tels que (sans

être exhaustif) la défense des moyens de désinfection du sol : 1,3 dichloropropène ; métam sodium ; les usages cuivre ; le protocole lampe à soufre ; diverses notes techniques : Aleurode tomate et Oberon, linuron sur carotte et céleris, les pucerons sur salades, la défense de différentes spécialités commerciales, etc.

Actions d'information et d'animation

Le Ctifl apporte sa connaissance des dossiers phytosanitaires aux organisations professionnelles et interprofessionnelles (Producteurs de Légumes de France, FNPF, FNSEA, AOPn, Interfel, groupements de producteurs, etc.). Les manifestations organisées par le Ctifl permettent d'informer les acteurs de la filière fruits et légumes.

Perspectives

L'obtention de moyens de protection efficaces contre les bioagresseurs, compatibles avec les exigences réglementaires et sociétales, reste une priorité pour la production.

- Poursuite des travaux sur l'intérêt des produits « alternatifs » pour la protection des cultures, sur différents usages : poireau/dépérissement, Mildiou/radis, R. solani/radis et mâche, etc.
- Préviation d'essais pour l'homologation de spécialités commerciales notamment contre l'Aleurode des serres sur tomate (dont une spécialité à base de champignons) et contre l'Oïdium sur concombre, avec en particulier des produits alternatifs.

Communication et diffusion

Manifestations, Salons, Groupes de travail

- Groupe thématique filière « Usages orphelins » légumes avec la DGAL/SDQPV : réunions plénières les 20 mai et 9 novembre 2010, rencontre des firmes phytosanitaires la semaine du 27 septembre au 2 octobre 2010.
- Comité Technique Opérationnel « Usages Orphelins ».
- Réunion expérimentateurs « Protection phytosanitaire Brassica » : Rennes, 23 novembre 2010.
- Groupe de travail « Protection intégrée sous abri », Balandran, du 15 au 17 décembre 2010. Bilan des résultats, observations, propositions de stratégies expérimentales.

Partenariats

- DGAL/SDQPV.
- Producteurs de Légumes de France.
- AOPn
- Unilet.
- Stations régionales.
- Chambres d'agriculture.
- Laboratoires.
- Firmes phytosanitaires.



Nutrition et agronomie, matières organiques

Contexte et objectifs

L'innocuité et la valeur nutritionnelle des produits, de même que les exigences environnementales, sont des éléments déterminants des nouvelles stratégies de production. Les actions menées dans le cadre de ce programme visent principalement à acquérir les bases de raisonnement des stratégies de fertilisation. Les objectifs de ce programme sont de :

- se doter d'outils et de méthodes permettant d'établir des stratégies de fertilisation qui concilient rendement commercial, qualité des produits et protection de l'environnement.
- Évaluer le test nitrate en tant qu'indicateur de l'état nutritionnel des cultures, définir les grilles d'aide à la décision et les valider en parcelles de production (variétés, climats et sols variés).
- Construire des outils finalisés d'aide à la décision en matière de fertilisation azotée. Développer la méthode PILazo®.
- Acquérir des références sur

le comportement des espèces en relation avec les niveaux de fertilisants et les équilibres nutritifs.

- Constituer un référentiel sur la fourniture en azote des matières organiques endogènes et exogènes afin d'optimiser la gestion azotée des cultures. L'élaboration des dynamiques de minéralisation de l'azote organique repose sur des essais au champ couplés à l'outil de calcul des minéralisations en jours normalisés, Lixim, et des tests d'incubation en conditions contrôlées de température et d'humidité. Le but est de mesurer l'efficacité de ces tests et de préciser leurs possibilités d'application comme alternative aux essais de terrain longs et coûteux.
- Développer des connaissances et établir des références dans le sens d'une meilleure protection vis-à-vis des bioagresseurs via la nutrition des plantes. Intégrer la gestion de la fertilisation comme levier dans les stratégies visant une moindre dépendance à l'égard des produits phytosanitaires.

mai en stations d'expérimentation régionales : Cate et SECL. Les résultats ne sont pas disponibles à ce jour.

- Poivron. Poursuite des travaux pour la mise au point de la grille de pilotage de l'azote. L'essai a porté sur plants francs (suite aux résultats obtenus en 2010) et comprend 6 modalités de fertilisation azotée (0, 100, 150, 200, 250 et 300 kg/ha). Les analyses végétales sont en cours et le bilan de l'essai sera réalisé courant 2011.

- Poireau. – Etude préalable à l'élaboration de la méthode PILazo® : recherche de l'indicateur azoté le plus pertinent au sein de la plante (rang de feuilles, partie verte ou blanche). – Première étape de construction de la courbe critique et de détermination des valeurs seuils en nitrates de la plante. Les analyses ne sont pas disponibles à ce jour pour établir un bilan de l'essai réalisé en 2010.

Nutrition azotée du trayplant en pépinière

Paramétrage de la courbe de dilution critique. Détermination des besoins en azote des trayplants de la variété Gariguette en pépinière pour une production en système hors-sol chauffé. – Mesure de la pertinence du test NO₃ pétiolaire comme indicateur de l'état azoté des plants en pépinière et élaboration des bases d'un référentiel pour optimiser la gestion des fertilisations azotées. – Influence de l'azote sur l'architecture des plants.

Matières organiques

Mise à jour de l'enquête sur les produits organiques les plus représentés en cultures légumières pour orienter les travaux. – Caractérisation de deux

Travaux et résultats

Diagnostic nutritionnel

- Carotte. Appui technique pour le transfert de la méthode PILazo® aux cultures du Sud-Est.
- Chou-fleur. – Tests de validation de la méthode PILazo® en parcelles de production pour le cycle cultural de juillet-février. L'intérêt pratique du test pétiolaire en parcelles de production est évalué en comparant la méthode « sol » avec un seuil de refertilisation à 40 kg/ha (Horizon = 0-60cm) et la méthode « plante »

avec un seuil de refertilisation à 1000 ppm NO₃ dans les jus pétiolaires. – Sur le principe, des parcelles avec un niveau d'azote nitrique inférieur à 40 kg/ha et une teneur en NO₃ pétiolaire supérieure à 1000 mg/l sont retenues et la moitié de chaque parcelle est refertilisée, l'autre non. – En raison d'un épisode pluvieux particulièrement important en 2010, l'échantillonnage de parcelles, répondant aux critères énoncés ci dessus, n'a pu être réalisé et la validation menée à bien. – Analyse du comportement nutritif de variétés « tardives » d'avril-

nouveaux produits avec détermination de leur dynamique de minéralisation au champ et au laboratoire: Tourteau de Neem, engrais organique (Sopropêche, 62), compost de déchets verts (Ecoval, 30) – Préparation d'une base de données rassemblant les connaissances acquises depuis six ans sur 30 produits. La maquette et les règles de gestion de cette base de données ont été réalisées.

Biodisponibilité du phosphore

Mise en œuvre d'une nouvelle méthode d'analyse du phosphore, basée sur la biodisponibilité des ions P dissous et diffusibles (Casdar 2008-2010). – Acquisition de références sur la biodisponibilité du phosphore en cultures de carotte. – Deux essais correspondants à des cycles de production de printemps (culture bachée) et d'été ont été réalisés dans la zone de production et sur le site d'essais longue durée de l'Inra Pierroton. – Les résultats confortent et complètent les données acquises précédemment. Les besoins optimaux en phosphore de la carotte sont établis. Les seuils de réponse pour les indicateurs de biodisponibilité sont définis.

Nutrition potassique

Travaux sur le site d'essais longue durée de l'Inra Pierroton et appliqués à la carotte d'été. Elaboration d'une courbe de réponse au potassium avec des doses de 0 à 480 Kg/ha K₂O. Les premiers résultats permettent une première approche des niveaux de fertilisation optimum. Les analyses de plantes (résultats non disponibles à ce jour) compléteront ce bilan.

Tests optiques

L'évaluation des mesures de réflectance dans leur capacité à traduire l'état azoté des plantes repose sur la corrélation entre les résultats de ces tests et les teneurs en azote total, pour des doses croissantes d'azote. Les résultats obtenus ne sont pas exploitables eu égard aux conditions expérimentales: distribution d'eau hétérogène et grande variabilité des niveaux d'azote, ceux-ci étant par ailleurs non cohérents avec le gradient de fertilisation.

Maladies physiologiques

Compléments de l'étude sur le Waxy breakdown de l'ail pour connaître l'effet de l'azote en interaction avec l'équilibre K/Ca du milieu nutritif non validé. En cause: l'état sanitaire de la culture dans la dernière partie du cycle cultural.

Fertilisation et sensibilité aux bioagresseurs

Etude menée dans le cadre du Projet Fertipro (Casdar 2010-2012). Travaux réalisés sur des cultures de laitue et de tomate sous abri avec un dispositif à 3 niveaux d'azote. - Conduite des essais, observations sur le terrain et inoculation artificielle avec 2 souches de *Botrytis cinerea*, selon les protocoles pré établis avec les partenaires du projet Fertipro. – Premiers éléments de connaissance sur la sensibilité de la laitue aux maladies et aux ravageurs sous l'effet de l'azote et en relation avec les résultats agronomiques. Les résultats permettent de préciser l'orientation méthodologique des travaux. Les inoculations doivent permettre de pallier aux conditions aléatoires d'attaques

par les ravageurs et les maladies.

- Dépouillement et traitement des pré enquêtes visant à recenser les pratiques et problèmes sanitaires rencontrés en cultures de salade et de tomate, dans les différents modes de production. Mise en évidence des facteurs de risques, en particulier pour la salade: incidence des niveaux d'azote sur les maladies du collet et les pucerons, des niveaux de phosphore sur *Bremia* puis, pour la tomate, des niveaux d'azote sur *Oidium neolycopersici* et les Aleurodes. – La gestion des résidus de culture apparaît également comme un élément important.

Perspectives

- Nutrition azotée des trayplants de fraisier en pépinière. Poursuite de l'étude visant l'optimisation de la conduite azotée des trayplants pour la variété Gariguette. – Approfondir le lien entre la fertilisation azotée et l'architecture, la différenciation florale des plants. – Première approche de validation du test NO₃.
- Tests optiques. Poursuite de l'étude prospective sur la pertinence des mesures optiques appliquées à une culture de laitue. L'étude repose sur une analyse comparative des valeurs obtenues avec la teneur en azote du végétal.
- PILazo® carotte, chou fleur, poivron et poireau. – Poursuite de l'appui technique pour l'application de la méthode PILazo® sur carotte en parcelles de production dans la région du Sud-Est. Concernant le chou fleur, les comparaisons de méthodes pour positionner le test NO₃ « plante » sont à reconduire en 2011. – Pour le poivron et le poireau, essais

à mener pour avancer dans l'adaptation de la méthode PILazo® à ces espèces.

- Besoins en phosphore des espèces légumières. Elaboration de nouvelles références pour la laitue.
- Besoins en potassium des espèces légumières. – Approfondissement des connaissances et acquisition de références complémentaires sur les besoins en potassium. – Données pratiques pour le raisonnement des fertilisations potassiques. Nécessité d'une parcelle pauvre en potassium pour mener à bien l'essai. – Lien avec les maladies physiologiques : application à l'ail concernant le Waxy breakdown. Cette maladie physiologique, représentant un enjeu économique significatif pour la production, doit faire l'objet de travaux complémentaires en approfondissant les conditions de culture qui entravent une nutrition calcique équilibrée de la plante.
- Valeur nutritive des produits organiques. – Acquisition de références sur les engrais verts : fourniture d'azote et vitesse de minéralisation via des tests d'incubation. – Poursuite de la construction d'une base de données sur les caractéristiques chimiques, biochimiques et la fourniture en azote de 30 produits organiques parmi les plus représentés en cultures légumières.
- Fertilisation et sensibilité aux bioagresseurs. – Projet Fertipro (Casdar 2010-2012). Poursuite des travaux engagés en 2010 et extension aux cultures hors-sol. – Travaux en conditions contrôlées pour étudier l'effet du phosphore sur la sensibilité de la laitue au Bremia.

Communication et diffusion

Publications

- Raynal Lacroix C., 2010. « Maîtrise de l'eau et de la fertilisation – Entretien techniques légumes – Sival 2010 » Infos-Ctifl, n° 263, p. 6-8.
- Raynal Lacroix C. *et al.*, 2010. « La fertilisation azotée du fraisier en pépinière de tray-plants – variété Gariguette. » Infos-Ctifl, n° 264, p. 30-35.
- Raynal Lacroix C., 2010. « Nutricion mineral en el cultivo de la frutilla. » Séminaire INIA, Chili, 21 octobre 2010.
- Parnaudeau V. *et al.*, 2010. « *Designing a decision support system to assess nitrogen losses in cropping systems.* » Poster présenté au colloque ESA de Montpellier du 30 août au 2 septembre 2010.

Manifestations, Salons, Groupes de travail

- Denoroy P. *et al.*, 2010. « Raisonement innovant de la fertilisation phosphatée. Entretien techniques légumes », Angers, Sival 2010.
- Participation aux réunions des groupes techniques expérimentateurs : « Carotte », « Chou fleur », « Poireau », « Agriculture biologique », « Hors-sol fraise ».
- Animation du groupe de travail

national expérimentateurs « Fertilisation Agronomie ».

- Animation du projet FertiPro.
- Participation aux réunions RMT « Fertilisation et Environnement ».
- Participation à un séminaire organisé par l'INIA le 21 octobre 2010.

Partenariats

- Inra.
- Cirad.
- Ensa, Enita.
- Stations régionales.
- Chambres d'agriculture, OP.



Biodiversité fonctionnelle légumes

Contexte et objectifs

Les agro-systèmes légumiers sont concernés par de nombreuses évolutions réglementaires visant à réduire l'utilisation d'intrants et leur impact sur l'environnement. Ces évolutions amènent les producteurs de légumes à rechercher des solutions alternatives. Des travaux à l'étranger ont mis en évidence le rôle d'aménagements parcellaires (haies, talus, bandes fleuries, etc.) sur les populations de ravageurs. Certains auxiliaires naturels pourraient jouer un rôle important dans le cadre d'une protection intégrée des cultures légumières. Les objectifs du programme « Biodiversité fonctionnelle en cultures légumières » sont ainsi : ■ d'évaluer l'ensemble des effets, positifs, négatifs ou neutres de différents aménagements parcellaires (haies, bandes enherbées et bandes fleuries) sur le développement des ravageurs et des populations d'auxiliaires ; ■ d'évaluer l'impact et le potentiel de ces auxiliaires dans la régulation naturelle des populations de ravageurs au sein des parcelles cultivées ; ■ d'évaluer l'impact agronomique des aménagements parcellaires mis en place (compatibilité avec les contraintes technico-économiques de l'exploitation). Les connaissances acquises permettront de concevoir de nouveaux systèmes de production légumiers, qui intégreront le paysage et l'environnement parcellaire dans des stratégies de protection intégrée des cultures.

Travaux et résultats

Influence d'infrastructures agro-écologiques variées sur la régulation naturelle des ravageurs

Les travaux menés sur le centre Ctifl de Carquefou consistent d'une part à suivre la cinétique des populations d'auxiliaires de culture dans différents types d'infrastructures agro-écologiques (IAE) implantées en bordure de parcelles maraîchères (haies, mélanges fleuris, bandes enherbées, etc.) et à évaluer d'autre part l'effet de ces auxiliaires sur la régulation des populations de ravageurs au sein des cultures adjacentes (poireau, laitue, radis, etc.). Pour cela, un dispositif expérimental particulier a été mis en place dans lequel sont effectués des suivis entomologiques pluriannuels. Ce dispositif comprend des parcelles maraîchères conventionnelles (abords constitués de sol nu désherbé au round-up) et des parcelles maraîchères spécifiquement aménagées sur leurs abords dans le but d'attirer et de maintenir les populations d'auxiliaires à proximité directe des cultures. Les aménagements mis en place (haies, bandes de légumineuses et mélanges fleuris) ont été choisis à partir de données bibliographiques et/ou de dires d'experts et permettent théoriquement de favoriser des populations d'auxiliaires aux fonctions variées et complémentaires. – En 2009 et 2010, les résultats obtenus concernent essentiellement les populations de carabidés présentes dans ces trois types d'IAE. Ils montrent que la composition spécifique et la taille des populations de carabi-

dés dépend fortement de la nature des IAE, et notamment de leur perméabilité à la lumière (milieu ouvert ou milieu fermé). Ainsi, les populations de carabidés les plus grandes et les plus variées en termes d'espèces ont été retrouvées dans les bandes de légumineuses (plus de 15 espèces différentes sans espèces hégémoniques). – Toutefois les espèces présentes dans ce type d'IAE, plutôt caractéristiques de milieux fermés et humides, n'ont pas été retrouvées en grand nombre dans les cultures adjacentes (flux du couvert de légumineuses vers le centre des cultures limité). – Les milieux très ouverts bordant les parcelles maraîchères conventionnelles (sols nus, couverts de graminées ras et éparées) ont également montré une capacité à héberger des populations de carabidés. Ces populations sont toutefois moins importantes et moins variées en termes d'espèces que celles retrouvées dans les légumineuses (2 ou 3 espèces hégémoniques, toutes caractéristiques de milieux ouverts). Les espèces observées dans ces milieux, dont certaines peuvent être phytophages, ont également été retrouvées dans les cultures adjacentes, assimilables elles aussi à des milieux ouverts. Les observations effectuées dans les mélanges fleuris sont quant à eux intermédiaires. – Ces premiers résultats montrent qu'il est possible de favoriser le développement de populations de carabidés à proximité des cultures par la mise en place d'IAE particulières, mais que les flux de ces populations des IAE vers le centre des cultures est relativement limité. Il est probable que l'intensité de ces flux

soit fortement liée au degré de différence de perméabilité à la lumière entre une IAE donnée et la culture adjacente (plus la différence de perméabilité à la lumière entre les deux types de milieu est forte, plus les flux sont faibles et vice-versa). – Ces résultats, qui doivent être confirmés par toute une série d'observations supplémentaires, montrent ainsi que des actions à l'intérieur même des parcelles doivent être envisagées afin de favoriser la dispersion des populations de carabidés dans les cultures (plantes relais, plantes pièges, cultures associées etc.). – L'analyse des données doit être poursuivie, notamment en ce qui concerne les autres auxiliaires de culture potentiellement intéressants pour les cultures maraîchères (staphylins et micro-hyménoptères en particulier) et leur impact sur les populations de ravageurs.

Le projet BiodivLeg

Le projet BiodivLeg, labellisé par PICLég et soutenu par le Casdar, a été initié en 2009 et s'est poursuivi en 2010 : son objectif est de mettre en évidence l'effet des abords parcellaires sur la régulation naturelle des Mouches du chou et/ou des semis en cultures de Brassicaceae, ainsi que sur la Mouche de la carotte en cultures d'Apiaceae. – Les premiers résultats, issus des données acquises en 2009 et 2010, montrent que les Mouches du chou et/ou des semis semblent pondre davantage au bord des cultures que dans les zones plus centrales, quelle que soit la nature des abords parcellaires. – Par contre, les populations des principaux ennemis

naturels suivis (deux Staphylins du genre *Aleochara* et Carabidés) semblent se répartir de façon plus homogène dans les 50 premiers mètres des cultures. – Aucun effet significatif des aménagements parcellaires étudiés (haies essentiellement) sur la colonisation des cultures par les mouches et leur régulation naturelle n'a par ailleurs été démontré pour le moment. – Une analyse approfondie des données (étude des corrélations entre pontes de mouches, dégâts occasionnés, abondance des ennemis naturels et nature des abords parcellaires) est en cours et devrait permettre d'affiner les résultats et de dégager certaines tendances.

Perspectives

- Poursuite des travaux mis en place sur le site Ctifl de Carquefou.
- Poursuite et fin du projet BiodivLeg.
- Animation/coordination du groupe de travail national « Biodiversité fonctionnelle légumes ».

Communication et diffusion

Manifestations, Salons, Groupes de travail

- Picault S., 2010. « Mouches légumières et biodiversité, démarche du projet BiodivLeg. » Rencontres techniques Ctifl-ITAB, Carquefou, 18 mars.
- Picault S., 2010. « BiodivLeg : premiers résultats. » Rencontres du GIS PICLég, Angers, 20 et 21 octobre 2010.

Partenariats

- AgroCampus Ouest.
- Inra.
- UNILET.
- GRAB.
- Stations régionales.
- Chambres d'Agriculture.



Matériaux biodégradables

Contexte et objectifs

Les films de paillage génèrent des déchets encombrants dont les agriculteurs peinent à se débarrasser : ils ne peuvent pas les brûler ni les enfouir, et ils sont responsables de leur valorisation et de leur élimination. La forme d'élimination prioritaire demeure le recyclage matière ou énergétique. Si ces dernières années le contexte économique mondial favorisait la reprise de ces films, depuis 2008, les matières plastiques vierges sont devenues plus attractives que les matières plastiques recyclées. Face à cette situation fluctuante, l'intérêt de plastiques biodégradables se justifie. L'industrie de la plasturgie travaille sur les matières premières biodégradables et propose depuis quelques années des films de paillage dont les performances techniques sont proches de celles de films en polyéthylène. Il existe depuis février 2005 une norme spécifique aux films de paillage biodégradables (NF U52-001), elle assure à l'utilisateur la conformité du produit au moins sur deux exigences principales : la biodégradabilité et l'absence de toxicité du matériau durant son utilisation et au cours du processus de dégradation.

Travaux et résultats

■ Films de paillage. – Mise en place depuis 1999 d'un banc d'essai de films biodégradables et oxo-dégradables (polyéthylène additivé) sur culture de melon. En dehors des films à base de PE additivé pour lesquels la biodégradation n'est pas avérée, tous les autres films sont conformes à la norme NF U52-001. – Seule l'utilisation de ces films en culture de melon pose quelques difficultés : dégradation trop rapide sous le fruit avec formation d'intumescences sur l'écorce et risques de problèmes sanitaires, morceaux de films collés sur l'épiderme susceptibles de déprécier la valeur marchande du fruit. – De nouveaux produits à base de PLA (acide polylactique) et de PHA (polyhydroxyalkanoate) ont été testés en 2007 et en 2008 mais sans résoudre ces difficultés. – En 2010, un nouveau film à base de PBAT (polybutylène adipate-cotéraphthalate) sous 3 épaisseurs différentes a été testé : les épaisseurs de 6 et 9 μm sont insuffisantes (films trop fragiles). Le 12 μm se dégrade plus rapidement que le film témoin Biofilm (technologie Biolice®). Ces nouveaux matériaux sont à l'heure actuelle ce qu'était le polyéthylène il y a une cinquantaine d'année : la marge de progrès est encore importante et de nouvelles matières premières sont probablement en préparation.

■ Mise en place en juillet 2008 de l'étude de la dégradation et de la biodégradation d'un film commercial de polyéthylène additivé de pro-oxydant (partenariat UBS-Serpbio). – Le but de cette étude est double : vérifier

en conditions naturelles et avec des produits commerciaux, les types et niveaux de corrélation entre le degré de peroxydation des polyefines additivés, la masse moléculaire moyenne et le taux de dégradation ; constituer un dossier argumentaire solide concernant la (non)biodégradation des PE additivés. – Plusieurs échantillons de films sous cadre grillagé sont exposés à la lumière (de juillet 2008 à septembre 2009) puis progressivement retirés pour analyses, tandis que d'autres sont enterrés dans le sol (de juillet 2008 à décembre 2010) et progressivement déterrés pour analyses. – Cette étude est prévue sur 3 ans.

■ Participation au programme « Formulation et structuration de granulés actifs à partir d'une matrice de gluten de blé et de nanoparticules d'argile pour la libération contrôlée d'engrais et de pesticides » (convention entre l'ADEME, Montpellier SupAgro, PolyOne et le laboratoire de chimie des biomolécules et de l'environnement de l'Université de Perpignan).

Perspectives

Plusieurs verrous existent actuellement pour le développement des plastiques biodégradables.

■ Des progrès techniques sont nécessaires pour que les films biodégradables puissent être couramment utilisés en culture de melon, principale culture potentiellement utilisatrice. – Pour cette culture, l'avenir est sans doute dans la recherche de nouveaux matériaux à base de ressources renouvelables tels le

PLA ou le PHA ou autres matières premières. – Pour les autres cultures, ces biodégradables peuvent se substituer au PE traditionnel à condition de choisir le bon grade. – Les études menées par ailleurs en culture palissée sous tunnel (aubergine, courgette, poivron) montrent la bonne adaptation de ces films biodégradables.

■ Ces films restent toutefois encore trop chers face à un marché trop limité : la diminution des épaisseurs est un axe sur lequel les plasturgistes travaillent. Il conviendra alors de les expérimenter et de trouver un bon compromis entre coût et performance technique.

■ Enfin, une évolution réglementaire est aussi nécessaire concernant les possibilités d'enfouissement de ces matériaux car il existe à ce jour un vide juridique sur le statut des plastiques biodégradables.

■ Élargir la problématique du simple paillage et étudier les possibilités de remplacer les divers accessoires en plastique traditionnel par des biodégradables (clips, ficelles, enveloppes de substrat, etc.).

■ Dans le cadre du projet de R&D « Amélioration des conditions d'élimination des films plastiques agricoles utilisés en horticulture et maraîchage » porté par Adivalor, contribution du Ctifl dans la sous-tâche : « Analyse des gisements de FAU (ayant pour origine les films de paillage et de semi-forçage) par région. » Ce projet est en cours d'évaluation par le PEIFL Avignon.

Communication et diffusion

Manifestations, Salons, Groupes de travail

Participation aux comités techniques Adivalor pour le recyclage des films plastiques traditionnels.

Partenariats

- Montpellier SupAgro, Cobio.
- ADEME.
- Sociétés de plasturgie nationales et internationales.
- Laboratoire L2PIC – LIMATB à l'UBS (Lorient).
- SEHBS, SERAIL.
- Participation aux commissions « Film plastique à usage agricole » du LNE et du BNPP.

Les FRUITS

- ▶ Pêche - Thrips
- ▶ Pomme - Carpocapse
- ▶ Pomme - Tavelure

Les LÉGUMES

- ▶ Oignon porte-graine - Mildiou

Pêche - Thrips - v.3.3

Présentation du modèle

Le thrips californien occasionne des dégâts sur les pêches qui ne sont pas toujours bien contrôlés par la protection avec des insecticides. Certains stades cachés de l'insecte oeuf, très jeune larve et nymphe) ne sont pas atteints directement par le produit de traitement. Le

Votre compte

Pêche - Thrips

- + fin de validité : 31/12/2010
- ▶ Accès au modèle

LES ÉTUDES ET
EXPÉRIMENTATIONS TECHNIQUES

QUALITÉ ET ENVIRONNEMENT
EN PRODUCTION

OUTILS D'AIDE
À LA DÉCISION

Des outils d'aide à la décision en protection des cultures

Contexte et objectifs

La diminution de l'emploi de produits phytosanitaires a amené le Ctifl à proposer des outils de simulation du développement de maladies ou de parasites, dans le but d'aider les producteurs à cibler au plus juste l'emploi de leurs traitements phytosanitaires. La mise à disposition de ces outils dans un environnement informatique complet et fiable a conduit au développement d'une plateforme de diffusion de modèles : Inoki®, accessible depuis Internet. Cette plateforme comprend : ■ des outils de simulation « Maladies » et « Ravageurs » ; ■ une base de données météo ; ■ une base de données de renseignements « Parcelles traitement » ; ■ des données techniques actualisées ; ■ des outils orientés vers les bonnes pratiques environnementales. L'accent a été placé sur l'ergonomie et la facilité d'utilisation de ces outils. La sûreté de ces outils est déterminée par un processus de validation par étape et le suivi d'un protocole de validation par l'ensemble des participants des différents groupes de travail.

Travaux et résultats

- Les modèles les plus avancés à ce jour sont : Oïdium du fraisier, Bactériose du noyer, Thrips californien du pêcher, Stemphyliose de l'asperge, Alternariose de la carotte, Mildiou de la laitue biologique, Mildiou de la laitue Bremcast, Rouille du poireau, Thrips du poireau, Xanthomonas des fruits à noyau.
- Accroissement des données météo : en 2010, la base de données climatiques Celsius comporte 181 stations météo actives. Cette base de données est en cours de modification pour plus de rapidité et de fiabilité.

Perspectives

- Améliorer la diffusion de ces outils auprès des producteurs. Améliorer l'ergonomie et la restitution des résultats pour faciliter l'utilisation de ces outils.
- Fournir aux utilisateurs des prévisions de risque à plusieurs semaines pour les modèles à insecte et plusieurs jours pour les modèles à champignons.

Partenariats

- Cefel.
- Cetiom.
- CIVC.
- Creysse.
- Fnams.
- Fredon.
- Gnis.
- Hortis Aquitaine.
- Inra.
- Irta.
- IFVV.
- Serail.
- Sileban.



Laboratoire de phytopathologie fruits

Contexte et objectifs

La recherche de méthodes de protection, conventionnelles ou alternatives, contre les maladies fongiques et bactériennes des fruits, nécessite souvent des études préliminaires. Situé sur le centre Ctifl de Lanxade, le laboratoire de phytopathologie fruits apporte un soutien scientifique et technique aux programmes phytosanitaires fruits, pour résoudre des problèmes techniques majeurs sur différentes productions (fruits à pépins et à noyau, noix, framboise, kiwi, châtaigne), et fournir l'information et l'appui aux professionnels concernés. Le laboratoire a noué des partenariats scientifiques et techniques au niveau français et international, et assure la veille sur les maladies émergentes et en recrudescence. L'identification des maladies, la connaissance des conditions d'infection, la mise au point de méthodes de production d'inoculum et d'inoculation artificielle standardisées, les tests de sensibilité ou de résistance aux molécules, sont réalisés en conditions contrôlées.

Travaux et résultats

Identification des maladies et mycothèque

- Identification en routine par le laboratoire des maladies (fongiques, bactériennes et physiologiques) pour les professionnels, à l'aide d'outils classiques et moléculaires.
- Renforcement des activités en bactériologie: Bactérioses de l'abricotier, du noyer, *Pseudomonas* du pommier.
- Contribution à la validation d'un test BioPCR d'identification de *Xanthomonas arboricola* *pv. juglandis* (mise au point Inra Angers).
- Entretien et maintien du pouvoir pathogène du souche *Phytophthora* du framboisier du LNPV, confié au Ctifl à la demande de la profession. Il est utilisé dans l'évaluation du niveau de sensibilité des variétés.
- Isolements et collections de souches pour certaines maladies (Tavelure, maladies de conservation, Monilia, Black-rot du pommier, maladies du noyer), nécessaires à l'exécution de travaux spécifiques. Le laboratoire produit de l'inoculum pour les essais menés sur les centres, ainsi que pour différents organismes extérieurs.

Tavelure du Pommier

- Dans le cadre du groupe de travail national «Tavelure», les projections d'ascospores sont mesurées à l'aide de pièges pour évaluer les risques, expliquer les échecs constatés sur le terrain et valider les modèles de prévision (appui au programme «Production raisonnée des fruits à pépins»).
- Etude de moyens de réduction de l'inoculum d'automne (chimiques et

biologiques) en conditions contrôlées, grâce à une méthode mise au point pour mesurer le potentiel d'ascospores de lots de feuilles.

- Etude des conditions d'infection précoce en verger, notamment au niveau de la rosette, évaluation de la durée d'incubation.

Maladies de conservation pomme-poire

- La contamination artificielle des fruits par les agents pathogènes permet d'une part de comprendre les conditions d'infection et d'expression des maladies, d'autre part d'évaluer correctement l'efficacité réelle des produits et la sensibilité variétale.
- Etude des conditions d'infection au verger par *Neofabraea alba* (Gloeosporiose) et recherche des sources d'inoculum par piégeage en verger.
- Évaluation *in vitro* du niveau de résistance aux fongicides de *Neofabraea alba*, à la demande des producteurs constatant une baisse d'efficacité des traitements.
- Diagnostic de l'état sanitaire des chambres froides à l'aide de l'Airtest dans les stations fruitières. Il montre que la plupart des produits de désinfection sont très efficaces sur le *Penicillium*.

Maladies émergentes et en recrudescence

Études spécifiques sur le Black Rot (*Botryosphaeria obtusa*) pour mieux comprendre l'épidémiologie et les conditions d'infection de cette maladie en recrudescence sur de nombreuses variétés, proposer des stratégies cohérentes de protection, et sur *B. dothidea*, agent de chancre émergeant dans le Sud-Est.

Perspectives

- Développement de tests en conditions contrôlées et d'essais d'inoculation artificielle, dans le cadre du nouvel outil serre et laboratoire confinés (centre Ctifl de Lanxade), sur certains parasites de quarantaine (*Monilia fructicola*), le Feu bactérien et la Bactérioses.
- Mise au point de techniques d'études de la sensibilité variétale aux bio-agresseurs.

Communication et diffusion

Publications

- Giraud *et al.*, 2010. « Bioagresseurs: une gestion durable face au contournement des résistances. » L'Arboriculture Fruitière, n° 647, p. 35-38.

Manifestations, Salons, Groupes de travail

- « La tavelure du pommier », Entretiens techniques fruits Sifel-Ctifl, Bordeaux, 1^{er} décembre 2010.
- « Gestion des variétés résistantes à la tavelure », Rencontres phytosanitaires Ctifl-DGAL/SDQPV, centre Ctifl de Lanxade, 10-11 février 2010.
- « Epidémiologie des maladies de conservation », Rencontre technique conservation, centre Ctifl de Lanxade, 16 décembre 2010.
- Participation aux réunions régionales sur les thématiques phytosanitaires.
- Groupes de travail « Tavelure », national et européen, produits alternatifs fruits, alternatives à la désinfection chimique des sols, conservation.

Formations

- « Reconnaître les maladies de conservation de la pomme », 24 mars 2010.

Partenariats

- Groupe de travail national « Tavelure »: Ctifl, Inra, DGAL-SDQPV, La Morinière, La Pugère, Invénio, CEFEL, CEHM, SEFRA, GRAB, Organisations de Producteurs.
- Groupe de travail national « Produits alternatifs en cultures fruitières »: Ctifl, stations régionales, Inra, Universités, DGAL, Itab, Organisations de Producteurs.
- Groupe de travail européen « Tavelure »: 15 pays, 24 organismes, dont le Ctifl.
- Réseau de surveillance de la résistance des « Gloeosporium » aux fongicides: Ctifl, CEFEL, La Morinière, Anses.
- Epidémiologie et modélisation de la Bactériose du noyer: Ctifl, Creysse, SeNuRA, Irta et Université de Gérone (Espagne).
- Bactérioses des fruits à noyau et à coque: COST européen n° 873 (26 pays, 61 organismes, dont le Ctifl et les stations régionales noix).
- Bactériose de l'abricotier: Ctifl, Inra, Sefra.



LES ÉTUDES ET
EXPÉRIMENTATIONS TECHNIQUES

QUALITÉ ET ENVIRONNEMENT
EN PRODUCTION

LABORATOIRES
DE RECHERCHE

Laboratoire de phytopathologie légumes

Contexte et objectifs

La recherche de méthodes de protection, que ce soit à l'aide de produits de synthèse ou de produits et de techniques alternatifs, contre les maladies fongiques ou bactériennes des légumes, nécessite souvent des études préliminaires, suivies d'essais. Le Ctifl dispose de deux laboratoires, sur les centres de Lanxade et de Carquefou. Ils apportent un soutien scientifique et technique aux programmes phytosanitaires, pour résoudre des problèmes techniques majeurs sur différentes productions, avec l'appui des organisations professionnelles. Le Ctifl a noué des partenariats scientifiques et techniques au niveau français et international. La mise au point de méthodes de production d'inoculum et d'inoculation artificielle standardisées, le screening de molécules et l'amélioration des moyens de détection et de diagnostic, sont réalisés en conditions contrôlées (laboratoire et chambre climatique).

Travaux et résultats

Identification des maladies et mycothèque

- Déterminations pour les professionnels d'agents pathogènes à l'aide d'outils classiques et moléculaires, par le laboratoire du centre Ctifl de Lanxade.
- Isolements et conservation de souches, notamment de *Rhizoctonia solani* (carotte, haricot, radis, mâche, jeunes pousses), d'*Alternaria* et de *Stemphylium* (poireau, carotte), de *Pyrenochaeta terrestris* (poireau), de *Pythium* (carotte), de *Fusarium* (melon, poireau, carotte), de *Thielaviopsis basicola* (mâche), de *Verticillium dahliae* (aubergine) etc.
- Production d'inoculum pour les essais menés sur les centres Ctifl, ainsi que pour différents organismes extérieurs.

Maladies foliaires du poireau

Poursuite de l'étude de l'épidémiologie des champignons responsables de symptômes type « taches blanches » sur poireau : identification des agents pathogènes responsables dans différents bassins.

Mildiou de la laitue

- Maintien en conditions contrôlées sur du matériel végétal de l'agent pathogène responsable du Mildiou du radis, *Bremia lactucae* (parasite obligatoire).
- Mise en place sur ce pathosystème d'essais en conditions contrôlées (chambres climatiques), pour mesurer l'efficacité de produits alternatifs, notamment des stimulateurs des défenses des plantes.

Rhizoctonia solani du radis

Production d'inoculum et mise en place d'essais en conditions contrôlées pour mesurer l'efficacité de spécialités phytosanitaires et d'antagonistes microbiens.

Dépérissement du melon et Verticilliose de l'aubergine

Le laboratoire du centre de Lanxade assure une identification des races et une évaluation de l'agressivité de souches de *Fusarium oxysporum f. sp. melonis* et *Verticillium dahliae*, isolées à partir de plants malades récoltés chez les producteurs.

Maladie café au lait de l'ail

Le laboratoire du centre de Lanxade apporte une aide analytique au travail sur la maladie Café au lait mené par le centre Ctifl de Balandran et le CEFEL, par la mise en œuvre d'une bio-PCR semi-quantitative, qui permet de détecter et d'identifier l'agent pathogène responsable : *Pseudomonas salomonii*. Les analyses effectuées permettent de compléter les résultats obtenus dans le cadre d'expérimentations sur le terrain.

Pathogènes telluriques de la carotte

Mise au point, par le centre Ctifl de Lanxade, de tests de sélection pour et en collaboration avec les obtenteurs français de variétés, dans le cadre du programme national « Carotte » (cf. programme « Carotte »). Les essais en cours portent sur le *Rhizoctonia solani* (symptômes « Fonte des semis » et « Taches » sur pivot) et le *Pythium sulcatum*.

Analyses microbiologiques du sol

Les deux laboratoires effectuent des dénombrements des populations fongiques et bactériennes totales dans les sols, dans le cadre d'essais sur les méthodes alternatives de protection des cultures, sur des centres Ctifl ou avec des partenaires (projets Prabiotel et Syspid – cf. programmes « Mâche » et « Pomme de terre primeur » – essais spécifiques, etc.).

Perspectives

- Poursuite des travaux développés au sein des deux laboratoires.
- Développement des études sur la microbiologie des sols.
- Travail spécifique sur les souches de *R. solani* pathogènes des cultures légumières de plein champ du bassin nantais : caractérisation et essais de méthodes et produits alternatifs.
- Participation aux projets Vasculég et DEFILég, labellisé par le GIS PICLég et soutenu respectivement par le Casdar et l'Onema (cf. programmes « Melon » et « Laitue »).

Communication et diffusion

Manifestations, Salons, Groupes de travail

Journées du GIS PICLég, Agro-campus Ouest-Angers, 20 et 21 octobre 2010 : présentation du projet DEFILég.

Partenariats

- CDDM.
- DGAL-SDQPV.
- Organisations de producteurs.
- Stations régionales.
- FREDON.
- Semenciers.
- Inra.

Laboratoire de biologie moléculaire

Contexte et objectifs

En agriculture, les outils de biologie moléculaire offrent des applications dans de nombreux domaines. Le laboratoire de biologie moléculaire du Ctifl intervient au niveau du diagnostic et de l'étude de pathologies d'origine virale, phytoplasmique, viroïdale, fongique ou bactérienne. Il réalise également des caractérisations variétales par l'utilisation de marqueurs moléculaires, l'identification de cartes génétiques. La recherche de moyens de plus en plus performants, fiables et rapides pour le diagnostic est primordiale. Les techniques de biologie moléculaire apportent des réponses adaptées à ces critères, et complètent les autres méthodes de diagnostic.

Travaux et résultats

Caractérisation variétale : outils moléculaires

- L'utilisation des marqueurs moléculaires de type microsatellite est développée depuis plusieurs années au Ctifl. En partenariat avec l'équipe certification, les marqueurs microsatellites sont utilisés pour le contrôle de la production de plants fruitiers de pêcheurs produits à œil dormant et la production accélérée de greffons (PAG) chez les professionnels agréés.
- Maintien et développement de la base de données microsatellite pour l'espèce pêcher sur séquenceur automatique ABI. Partenariat avec la plateforme de séquençage

Inra Pierroton (33). En 2010, 53 cultivars de pêcher ont été rajoutés à la base de données existante.

- Maintien et développement d'une base de données microsatellite pommier sur séquenceur automatique ABI. Partenariat avec la plateforme de séquençage Inra Pierroton (33) et l'équipe UMR GenHort, Inra Angers (49). En 2010, le profil de 29 cultivars a été rajouté à la base de données.
- Création et développement d'une base de données microsatellite pour les espèces Châtaignier et Noyer sur séquenceur automatique ABI. Partenariat avec la plateforme de séquençage Inra Pierroton (33).
- Les bases de données microsatellites obtenues sur séquenceur permettront d'obtenir une réponse plus rapide des analyses d'authenticité par marqueurs moléculaires, pour les espèces concernées dans la filière certifiée.
- En 2010, l'outil microsatellite a été utilisé pour la première fois afin de fiabiliser la filière de multiplication in-vitro des porte-greffe certifiés.
- Au total pour 2010, et toutes espèces confondues, 383 échantillons ont été analysés. Dans le cadre de ce programme, 7 espèces ont été étudiées et ont permis d'établir pour chacune d'elle une base de données des principales variétés multipliées en certification.

Etude des phénomènes d'auto-incompatibilité chez le cerisier

Une étude en cours, associant le Ctifl et l'Inra Bordeaux depuis 2006, a permis, à l'aide d'outils moléculaires, d'identifier clairement les groupes

d'incompatibilité pollinique des principales variétés de cerisier utilisées en amélioration ou en arboriculture fruitière en France. Après transfert vers le Ctifl, ce travail est réalisé au laboratoire de biologie moléculaire.

Détection des phytoplasmes

Afin d'améliorer la qualité du matériel végétal multiplié en certification, soit au stade plant initial, soit au stade plant de propagation, le Ctifl assure le diagnostic sur arbres fruitiers des principales maladies à phytoplasme épidémiques présentes en France : l'Enroulement Chlorotique de l'Abri-cotier, la Prolifération du pommier et le Dépérissement du poirier. Analyse de 438 échantillons en 2010.

Analyses moléculaires polyvalentes

Détection à l'aide d'un outil développé en partenariat avec l'équipe de virologie de l'Inra Bordeaux, la PDO nested RT-PCR, des pathogènes infectant de façon latente l'espèce cerisier. Sécurisation de l'état sanitaire du matériel initial destiné à la multiplication en certification. Contrôle du Cherry capillovirus A et du Cherry necrotic rusty mottle virus.

Développement d'outils d'étude de l'étiologie des virus

En partenariat avec le laboratoire de virologie de l'Inra Bordeaux, poursuite de l'utilisation de la biolistique pour l'inoculation de virus. Cet outil permet d'inoculer directement sur plantes des souches purifiées de virus et permettre ainsi d'établir le lien entre agents pathogènes et maladie.

Détection de la Mosaïque latente du pêcher

L'hybridation moléculaire a permis de remplacer partiellement un test réalisé auparavant uniquement par indexage biologique. Ces analyses sont effectuées soit pour le contrôle du matériel certifié donneur de greffons, soit pour le contrôle des vergers références. Réalisation de cette activité en 2010 sur 1628 échantillons.

Laboratoire de diagnostic à façon

Le laboratoire de biologie moléculaire du Ctifl réalise à façon divers tests pour les programmes d'expérimentation « produits » du Ctifl ainsi que pour les partenaires professionnels des différents programmes du laboratoire. Analyse à façon en 2010 de plusieurs échantillons de fruits avec symptômes de Moniliose pour les stations de conditionnement ou pour sécuriser les sites de production du Ctifl vis-à-vis de *Monilia fructicola*, maladie de quarantaine.

Caractérisation des espèces de Pythium par PCR-RFLP

- Les Pythium sont des champignons du sol. Certains d'entre eux sont phytopathogènes et capables d'attaquer plusieurs cultures. Ce genre comporte de nombreuses espèces. Les méthodes classiques d'identification des espèces sont longues et imprécises.
- Une méthode fiable a été mise au point par l'Inra de Rennes : une technique moléculaire basée sur la longueur des fragments de restriction de la région ITS (Internal Transcribed Spacer).
- Le laboratoire de Lanxade effectue l'identification des espèces de Pythium isolées de symptômes sur plusieurs cultures légumières

Identification des groupes d'anastomose de *Rhizoctonia solani* par PCR-RFLP

- Maladie de la carotte, *Rhizoctonia solani* a pris de l'importance en France avec l'extension des cultures dans les Landes. Les souches de *R. solani* sont classées dans des groupes biologiquement distincts appelés groupes d'anastomose : il en existe huit principaux groupes en Europe, avec une spécificité plus ou moins marquée, mais mal connue pour la carotte.
- Mise en évidence dans le cadre des premiers travaux du rôle prépondérant

de l'AG 2-2 et de l'AG 4. L'identification des groupes d'anastomose est basée sur l'analyse du polymorphisme de longueur des fragments de restriction d'une région d'ADN amplifiée par PCR. Une partie de l'ITS de l'ADN est amplifiée puis digérée par quatre enzymes de restriction.

- Le laboratoire de Lanxade effectue en routine des déterminations d'agents pathogènes pour les filières légumes. En cas de détection de *Rhizoctonia solani*, il identifie le groupe d'anastomose auquel il appartient.

Détection par Bio-PCR de *Pseudomonas salomonii* (maladie Café au lait de l'ail)

Le laboratoire de phytopathologie apporte une aide analytique au travail sur la maladie Café au lait mené par le Ctifl de Balandran et le CEFEL. Les analyses effectuées permettent, grâce à une méthode de Bio-PCR mise au point par l'Inra d'Angers, d'identifier le pathogène responsable de la maladie Café au lait, *Pseudomonas salomonii*. Elles complètent les résultats obtenus dans le cadre d'expérimentation sur le terrain.

Mise en assurance qualité selon la norme ISO 17025

Les exigences des différents acteurs de la filière ainsi que la législation concernant les analyses officielles des maladies de quarantaine réalisées par le laboratoire de virologie entraînent la mise en assurance qualité d'une partie des activités du laboratoire. Ce programme s'est poursuivi en 2010 avec un renforcement de la traçabilité et des enregistrements de nos activités, le suivi des protocoles officiels reconnus par le ministère de l'Agriculture pour les analyses moléculaires.

Perspectives

- Outre la poursuite et le développement des activités déjà engagées en 2010, le laboratoire poursuivra le développement des bases de données microsatellites destinées à fiabiliser la diffusion du matériel sous certification par les établissements agréés.
- Poursuite de la mise en place de l'assurance qualité qui englobe plus généralement les activités du laboratoire de virologie.

Communication et diffusion

Publications

- Gentit P. *et al.*, 2010. « Les microsatellites: un outil à l'usage de la Certification fruitière. » Infos-Ctifl, n° 267, p. 43-48.
- Delgado S. *et al.*, 2010. « Towards dissecting the structural determinant of Peach latent mosaic viroid inducing mosaic symptoms. » 21st International Conference on Virus and other Graft Transmissible Diseases of Fruit Crops. Julius-Kühn-Archiv, 427, pp. 92-95.

Partenariats

- Equipe Uref, Inra de Bordeaux et équipe Genhort, Inra d'Angers: identifications variétales par marqueurs moléculaires de type microsatellites.
- Equipe Virologie UMR GDPP, IBVM, Inra de Bordeaux: caractérisation de nouveaux agents pathogènes.
- Inra d'Angers: maladie Café au lait de l'Ail.
- Inra de Rennes: caractérisation des Pythium phytopathogènes.



Arboriculture biologique

Contexte et objectifs

La production de fruits biologiques s'est fortement développée en France ces dernières années, avec un doublement des surfaces en 10 ans, atteignant 13200 ha en 2009, soit plus de 6 % de la surface totale du verger. Les importations de fruits augmentent elles aussi en parallèle, en réponse à une demande de plus en plus importante au niveau de la consommation. La maîtrise des facteurs de production reste donc plus que jamais nécessaire, mais certains verrous techniques limitent la production et augmentent les coûts. Les contraintes sont essentiellement liées à la maîtrise des ravageurs et des maladies. Dans cette optique, les axes d'expérimentation développés par le Ctifl s'orientent vers la combinaison de méthodes alternatives à effet partiel : ■ tolérance des variétés aux maladies et aux ravageurs ; ■ qualité et diversité de l'environnement du verger pour favoriser la faune auxiliaire ; ■ techniques culturales favorisant l'équilibre végétatif de l'arbre, élément primordial de la tolérance aux bio-agresseurs.

Travaux et résultats

Vergers supports

■ Le centre Ctifl de Balandran dispose de 2,3 ha de cultures sous cahier des charges Agriculture biologique depuis 1999, dont 1,2 ha sont plantés en vergers de pêchers, abricotiers, cerisiers et oliviers.

■ Le centre Ctifl de Lanxade a mis en place en 1999 une parcelle d'environ 0,9 hectare, avec cinq variétés de pommiers conduites en Agriculture biologique. En 2001, 4 variétés de poiriers ont été plantées sur une surface de 0,3 ha.

■ Des expérimentations sont également menées sur des parcelles conduites en production intégrée. Leurs résultats sont susceptibles d'intéresser les arboriculteurs biologiques.

Sensibilité du matériel végétal

■ Tavelure : comportement de 83 génotypes de pommier dans le but de repérer des gènes de résistance partielle pour assurer la durabilité de la résistance (collaboration Inra d'Angers).

■ Monilioses des fruits à noyau : poursuite de l'évaluation de la sensibilité des nouvelles variétés de pêches et de nectarines par des observations en conservation, pratiquées en routine dans le cadre des vergers de comportement de niveau 2 pêche. Premiers tests d'évaluation sur l'abricot.

■ Maladies de conservation pomme : suivi du comportement en stockage des variétés issues de la parcelle AB, principalement par rapport aux gloeosporioses.

■ Xanthomonas des fruits à noyau (voir programme « Production raisonnée / Environnement – Fruits à noyau »).

Auxiliaires

■ Araignées : inventaire des populations d'araignées dans la frondaison de neuf vergers de pommiers en Agriculture biologique. Des études sur la prédation du puceron cendré sont en cours.

■ Arthropodes du sol : suivi des populations sur 15 vergers de pommiers (bio,

PFI, conventionnel) et tests de consommation de Carpopapse et Tordeuse par biologie moléculaire. Plusieurs espèces de Carabiques et d'Aranéides ont été testées positives (cf. programme « Biodiversité fonctionnelle »).

■ Lutte biologique par conservation des arthropodes en verger d'olivier : suivis de l'entomofaune sur 3 parcelles, échantillonnages pour étude de la prédation de Mouche de l'olive par biologie moléculaire (cf. programme « Olivier »).

■ Auxiliaires vertébrés : suivi acoustique des chauves-souris en vergers de pommiers et prélèvements de fèces en vue de l'analyse biomoléculaire de la présence d'ADN de Carpopapse des pommes et Tordeuse orientale.

■ Suivi permanent des nichoirs à oiseaux dans les vergers de plusieurs espèces fruitières.

Maladies et ravageurs

■ Tavelure du pommier : les essais réalisés pendant 4 ans avec le champignon antagoniste *Microsphaeropsis ochracea* dans le cadre du Groupe de travail national « Tavelure » ont montré que l'efficacité insuffisante en application d'automne, laissant supposer une perte de virulence de la souche. Evaluation du bicarbonate de potassium en contamination secondaire.

■ Moyens alternatifs de protection des vergers de fruits à noyau : les essais de lutte contre le Puceron vert du pêcher avec de l'argile kaolinite ont contribué à l'obtention en 2010 d'une autorisation de mise sur le marché de Sokalciarbo WP pour un usage sur tous pucerons du pêcher. D'autres argiles sont en cours d'étude. – Un produit utilisable en

agriculture biologique a été testé en vue de son homologation contre les Monilioses sur pêcher. Il ne s'est pas révélé efficace. – Un produit a été testé pour lutter contre la Mouche de la cerise : l'essai n'a donné qu'un résultat partiel et sera reconduit en 2011. – Des travaux sur les possibilités de protection physique contre la Mouche de la cerise (arbres ou vergers sous filets) sont en cours.

Techniques culturales

- Conduite d'un verger de pommier Agriculture biologique en Mur fruitier : les données recueillies sur la campagne 2010 n'ont pas permis de mettre en évidence un effet de la conduite sur l'état phytosanitaire des variétés testées. L'aspect variétal semble plus prépondérant dans les dégâts observés.
- Eclaircissage mécanique (voir programmes « Pomme », « Abricot » et « Cerise »).
- Entretien du sol en verger biologique de pêcher et d'abricotier : les techniques faisant intervenir l'enherbement partiel ou total du rang sont bénéfiques sur la plan de la qualité biologique du sol, de la biodiversité et de la préservation de l'environnement. Cependant, la concurrence pour l'eau et les éléments minéraux limite leur utilisation dans les jeunes vergers. Les résultats en vergers adultes sont beaucoup plus satisfaisants.
- Etude ayant pour objectif de faire progresser l'état de santé des arbres par l'amélioration de la qualité biologique du sol en verger de pommier (apport de compost, système sandwich, mulch de paille et de compost grossier). Les mulch semblent avoir un effet positif sur le calibre et la réduction de la tavelure sur fruits de la variété Fuji.

Itinéraire technique post-récolte

- Essai de traitements thermiques après récolte pour limiter les pourritures sur pêches et cerises (voir programme « Équipements et techniques de conservation des fruits »). Sur un lot de pêches Bénédicte® conduites en Agriculture biologique, la réduction est de 75 % avec l'eau chaude après 3 jours à 25°C.
- Début d'un projet Casdar en 2010, porté par le Ctifl, sur l'évaluation et la mise au point de méthodes alternatives aux traitements chimiques après-récolte permettant de lutter contre l'échauffement de prématurité des pommes sans dégradation de la qualité. Les résultats de ce projet pourront être appliqués en agriculture conventionnel et biologique.

Perspectives

Groupe de travail national « Agriculture biologique fruits » : dans son rôle de coordination du réseau national d'expérimentation fruits et légumes, le Ctifl anime un groupe de travail national « Agriculture biologique fruits ». Le verger et son environnement sont des systèmes complexes qu'il convient de gérer dans une optique agro-écologique, pour assurer une certaine stabilité des milieux et un équilibre des populations. Dans cette perspective, les travaux du Ctifl s'orientent principalement vers plusieurs pistes nouvelles et prometteuses.

- L'étude du régime alimentaire des auxiliaires généralistes, par biologie moléculaire, dans le but de favoriser une lutte biologique par conservation.
- L'évaluation de l'impact de traitements répétés avec de l'argile sur les populations d'arthropodes d'un verger de pêcher.
- L'évaluation d'outils de diagnostic de la bonne santé du sol.
- La validation d'un modèle de prévision de risque pour *Xanthomonas* des fruits à noyau, basé sur le climat, le niveau d'inoculum primaire et la sensibilité variétale.
- La participation à la mise au point d'une machine de traitement en ligne des pêches à l'eau chaude et test d'efficacité en station sur des lots de pêches. Poursuite des tests de la technique sur d'autres produits : raisin, cerise.
- La mise en place d'une expérimentation sur des méthodes innovantes de culture de l'abricotier, afin de limiter les intrants.

Communication et diffusion

Publications

- Boreau de Roince C. *et al.*, 2010. « Lutte biologique par conservation de la biodiversité – Fonctionnalité des auxiliaires vertébrés et invertébrés dans le contrôle des ravageurs du pommier (1^{re} partie). » Infos-Ctifl, n° 263, p. 10-15.
- Vernin X., 2010. « Le marché des fruits et légumes bio – Evolutions depuis 2005 des achats des ménages. » Infos-Ctifl, n° 263, p. 33-37.

- Tronel C., Codarin S., 2010. « Dans les vergers conduits en agriculture biologique – Quelles variétés de pommes ? » Infos-Ctifl, n° 264, p. 22-25.
- Ruesch J., 2010. « Maladies de conservation pêcher : la sensibilité des nouvelles variétés. » Infos-Ctifl, n° 267, p. 29-31.

Manifestations, Salons, Groupes de travail

- Participations en 2010 à plusieurs groupes de travail Ctifl – stations régionales : « Biodiversité », « Agronomie », « Tavelure », « Éclaircissage ».
- Groupe de travail national « Produits alternatifs », pour la plupart utilisables en Bio.
- Participation au groupe de travail européen « Tavelure », aux activités du COST873 (Bactérioses des fruits à noyau et à coque).
- Groupe de travail national « Agriculture biologique fruits », Ctifl – stations régionales.

Partenariats

- Inra.
- Itab
- Organisations de Producteurs.
- Réseau des stations régionales d'expérimentation.
- CEB et Commission des moyens alternatifs de l'AFPP.
- Constructeurs et équipementiers.
- RMT Dev AB.
- RMT Biodiversité fonctionnelle.
- Casdar Sol AB.



Légumes biologiques

Contexte et objectifs

Le Grenelle de l'environnement a fixé des objectifs ambitieux, le triplement des surfaces en Agriculture biologique d'ici à 2012 (soit 6 % de la SAU). Si la demande en produits biologiques de la part du consommateur est en augmentation (les fruits et légumes sont consommés par 78 % des acheteurs de produits biologiques), plusieurs freins actuels sont à lever pour améliorer la compétitivité des productions légumières biologiques au niveau national, à la fois sur les plans techniques et économiques. L'accompagnement technique de la filière doit se poursuivre dans le cadre des objectifs définis par la profession, pour favoriser la progression des productions françaises de légumes biologiques, et lever plusieurs verrous techniques : ■ expérimenter les solutions de protection contre certains bio-agresseurs, respectueuses de la réglementation AB, et incluant une meilleure gestion de l'enherbement ; ■ acquérir une meilleure maîtrise de la nutrition des cultures légumières (matière organique et azote).

Travaux et résultats

Sensibilité du matériel végétal

- Le groupe « Criblage variétal en Agriculture biologique » (Ctifl, Itab, stations régionales d'expérimentation) s'est tenu le 17 mars 2010 sur le centre Ctifl de Carquefou.
- Deux essais variétaux ont été

menés en septembre, en partenariat avec l'ARELPAL, sur la mâche et le radis. Les résultats sont encore en cours d'analyse.

Désherbage

Désherbage de la carotte. – Comparaison de plusieurs itinéraires culturaux : témoin non désherbé ; une référence vapeur ; 7 modalités combinant faux-semis, désherbage thermique, mécanique et manuel. L'essai a été terminé en juillet 2010. – Les deux modalités les plus intéressantes ont été celles qui combinaient désherbage thermique en plein en pré et post-semis, puis désherbage thermique localisé après la levée.

Auxiliaires biologiques

■ Auxiliaires contre les ravageurs.
Tomate. Des études ont été menées en serres expérimentales pour mieux connaître le ravageur émergent *Tuta absoluta* et mettre au point des stratégies de protection biologique adaptées à nos conditions de culture. – Des acquis ont été obtenus sur la biologie du ravageur et son comportement sur les plantes. Les auxiliaires (*Macrolophus melanotoma* et *Trichogramma achaeae*) ont montré une bonne efficacité, notamment lorsqu'ils ont été introduits en combinaison (parasitoïde/prédateur). – L'intérêt d'un apport précoce du prédateur dès le stade pépinière a aussi été montré. Cet essai est poursuivi en 2011 avec plusieurs modalités mais sur un créneau de production plus proche de la pratique (plantation en hiver) notamment dans le cadre du projet

Casdar TutaPi. **Courgette.** – Protection biologique à l'aide d'insectes auxiliaires en tunnel de production (Centre Ctifl de Balandran) – Validation de l'efficacité du nouveau prédateur, l'acarien *Typhlodromips (Amblyseius) swirskii* qui s'est bien installé sur la courgette.

Fraise. – Protection biologique à l'égard des pucerons sur plusieurs cultures expérimentales de fraise remontantes en hors-sol. – Poursuite de la mise au point d'une stratégie contre les pucerons. – Résultats positifs avec *Aphelinus abdominalis* sur *Macrosiphum euphorbiae* et confirmation de l'intérêt des larves de Chrysopes sur foyers (*Chrysoperla carnea*). – Première enquête sur les espèces de pucerons présentes dans le Sud-Est : 8 espèces ont été identifiées dont 5 espèces dominantes. (cf. Programme « Protection intégrée sous abri et en plein champ »).

■ Etude sur l'intérêt d'infrastructure paysagère dans le contrôle des ravageurs et sur les populations d'auxiliaires en production de plein champ (cf. « Biodiversité fonctionnelle légumes »).

Produits alternatifs

■ Evaluation de produits à base de substances naturelles contre le Mildiou de la laitue dû à *Bremia lactucae*. – Essais effectués sous abri ou en plein champ sur plusieurs créneaux de production ou en conditions contrôlées. – Un travail d'évaluation important reste à faire dans la mesure où un grand nombre de produits est actuellement disponible sur le marché.

■ Evaluation de produits à base de Neem ou d'extraits de plantes contre

les Mouches du chou *Delia radicum* et des semis *Delia platura* en culture de navet et de radis. Aucun produit ne s'est montré réellement efficace.

- Stimulation des Défenses Naturelles des plantes: le projet de recherche DEFILeg financé par l'Onéma a démarré en 2010. – Ce projet vise à évaluer le fonctionnement, l'efficacité et l'intérêt de l'intégration de produits SDN dans les stratégies de protection contre l'Oïdium des Cucurbitacées (*Podosphaera xanthii*), le Mildiou de la laitue (*Bremia lactucae*) et les Bactérioses du melon et de la laitue (*Pseudomonas syringae*, *Xanthomonas campestris* et *Pseudomonas cicorii*). – Des travaux visant à identifier des variétés de melon et de laitue ayant un haut niveau de réactivité aux SDN sont également prévus.
- Lutte contre la Teigne du poireau, en partenariat avec l'ARELPAL: évaluation de l'efficacité de deux produits à base de nématodes entomopathogènes (*Sternernema feltiae* et *Sternernema carpocapsae*). – Ces deux produits n'ont pas montré de meilleurs résultats que la référence (extrait de *Bacillus Thuringiensis*). Leur application est très délicate car elle nécessite des conditions d'humectation des feuilles précises, mais également une période sans trop de pluie après traitement, et une application à un stade précis du développement de la Teigne. – Le Spinosad s'est lui révélé efficace (résultats statistiquement significatifs). – En 2011, les produits à base de nématodes entomopathogènes seront de nouveau testés, en optimisant les conditions d'application.

Approche système

Sous abri.

- Étude de rotations en cultures: gestion des systèmes de culture pour maîtriser les bioagresseurs telluriques. – Deuxième année de mise en place sur quatre tunnels (travail mené dans le cadre du projet Prabiotele, labellisé PICLég à partir de 2009). – Après l'étude préliminaire de l'état sanitaire initial du sol en 2008, plusieurs rotations (exemple: tomate/salade/melon) et pratiques améliorantes (bio-fumigation avec moutarde brune, solarisation et apport de matière organique – fumier de cheval) ont été évaluées: observations sanitaires sur les plantes et les racines (et cartographie des problèmes sanitaires – champignons et nématodes), niveau de rendement. – L'incidence de ces pratiques en 2010 a été nette, seulement pour la solarisation vis-à-vis des nématodes Meloïdogyne, tant sur la laitue d'hiver 2009/2010 que sur la culture de courgette: pas de dégâts sur les racines et pas de nématodes dans les analyses de sol contrairement aux autres modalités. – Par contre, l'incidence sur les champignons n'a pas été clairement observée. Il apparaît que les conditions climatiques et l'humidité du sol soient des facteurs également importants: Sclerotinia rencontré sur tiges de courgette, *Colletotrichum coccodes* sur tomate, etc. Les travaux sont poursuivis en 2011 et l'incidence des pratiques sera particulièrement observée sur les 4 mêmes cultures, laitue en hiver et tomate au printemps, dans les 4 systèmes de culture.

Plein champ.

- Fusariose du melon: dans une parcelle dont le niveau d'infestation a été préalablement cartographié (2008), différentes successions culturales et techniques améliorantes (biodésinfection, solarisation, BRF, etc.) sont évaluées sur plusieurs années. – Malgré des effets négatifs importants sur la culture (faim d'azote), les premiers résultats 2009 montrent une efficacité intéressante de l'apport de BRF contre la fusariose. – En 2010, 100% de la parcelle est attaquée, mais on distingue un meilleur rendement sur les parcelles où du BRF a été incorporé en 2008. L'attaque de fusariose est légèrement retardée, et donc les rendements légèrement meilleurs. – L'essai se poursuit en 2011, afin de mieux comprendre le phénomène.
- Étude de pratiques améliorantes dans la rotation poireau primeur/ mèche: dans le cadre du projet Prabiotele, évaluation de l'intérêt de la biofumigation avec la moutarde brune, de la solarisation et de l'association des deux pratiques, pour améliorer l'état sanitaire des cultures.

Fertilisation

- Acquisition de références sur la minéralisation de produits organiques (cinétiques, vitesses de minéralisation) avec: – suivi de la biotransformation des matières organiques au champ et traitement des jeux de données avec Lixim, outil de calcul de l'azote minéralisé en jours normalisés; – détermination du potentiel de minéralisation en conditions standards de tempéra-

ture et d'humidité (tests d'incubation).

- Acquisition de références sur 2 nouveaux produits : tourteau de Neem (Sopropêche, 62) et compost de déchets verts (Ecoval, 30).
- Préparation d'une base de données sur la valeur nutritive des matières organiques. Cf. programme « Nutrition et agronomie, matières organiques ».

Perspectives

- Poursuite du travail sur la biodiversité fonctionnelle.
- Evaluation de stratégies de désherbage biologique en culture de carotte.
- Evaluation de techniques de protection biologique contre la Teigne en culture de poireau.
- Poursuite des essais de spécialités alternatives pour la protection des cultures.
- Quatrième année de mise au point de la stratégie de protection vis-à-vis des pucerons, des thrips et des acariens sur fraisier. – En particulier, confirmation de l'efficacité de la stratégie parasitoïdes/*Chrysoperla carnea* et étude de l'efficacité de plusieurs parasitoïdes sur un complexe d'espèces de pucerons. – Parallèlement, deuxième année pour l'état des lieux des espèces de pucerons sur fraisier sous abri dans le Sud-Est sur la base d'identifications à partir d'échantillons envoyés par des techniciens.
- Poursuite de la mise au point d'une stratégie de protection biologique contre *Tuta absoluta*, ravageur émergent sur tomate (prédateur *Macrolophus* et parasitoïdes *Trichogrammes*, etc.), notamment dans le cadre du

projet TutaPi (première année en 2011).

- Poursuite des travaux prévus dans les programmes Prabio-tel, BiodivLeg et DEFILég
- Poursuite de la rédaction des fiches « Méthodes alternatives » et co-réalisation d'une plaquette sur les carabes de culture.
- Poursuite de fiches « Le Point sur » les méthodes alternatives (concombre abri froid, nématodes entomopathogènes, etc.)
- Valeur nutritive des produits organiques. Acquisition de références sur les engrais verts : fourniture d'azote minéral et vitesse de minéralisation via des tests d'incubation.
- Essai d'une spécialité contre l'Aleurode des serres sur tomate à base d'un champignon et essai de produits alternatifs contre l'Oïdium sur concombre (pour l'homologation).

Communication et diffusion

Publications

- Icard C. *et al.*, 2010. « Désherbage par occultation – Une technique biologique pour les producteurs diversifiés. » Infos-Ctifl, n° 266, p. 41-45.
- Fiches Point Sur « Les méthodes alternatives » : « Le binage de précision » – Le point sur n°5, juin 2010 ; « La désinfection vapeur » – Le point sur n°6, juin 2010.

Manifestations, Salons, Groupes de travail

- Commission « Moyens de Protection pour une Production Intégrée » (MPPI) de l'AFPP : participation à des groupes de travail (recensement des moyens alternatifs de protection toutes filières, rédaction de fiches pratiques), analyses bénéfices/risques.
- Groupe « Criblage variétal en Agriculture biologique », Carquefou, 17 mars 2010.
- Groupe de travail expérimentateurs « Produits alternatifs pour la protection des cultures légumières. »
- Groupe de travail national légumes biologiques.

Partenariats

- Inra.
- Stations régionales.
- Itab.
- Firmes qui proposent des produits alternatifs compatibles avec le cahier des charges AB.



Agronomie – Environnement fruits

Contexte et objectifs

La production fruitière intégrée prend en compte l'agriculture raisonnée, la sécurité des aliments, la protection de l'environnement et la durabilité des exploitations fruitières. Dans ce contexte, le programme « Agronomie-environnement » orienté sur les productions fruitières, réalise des études et expérimentations sur l'aménagement des conduites d'irrigation, de fertilisation et sur la gestion des sols.

Travaux et résultats

Alimentation hydrominérale sur verger de pêcheurs à hautes performances économiques et environnementales

L'objectif du test, mis en place sur la variété TOPAZE® Monnaze depuis 2009, est d'optimiser l'alimentation hydro-minérale sur un prototype de verger à hautes performances technico-économiques et environnementales : la haie alternée (mode de conduite en haie à très haute densité et à recépage cyclique triennal). – La méthode testée consiste à irriguer en goutte à goutte de part et d'autre du rang de manière alternée dans le temps. – Cette méthode d'apport semble permettre un ajustement plus précis des doses par rapport à l'ETP. Elle permet d'observer moins de sur-irrigations au cours des campagnes 2009 et 2010 par rapport aux campagnes 2007 et 2008 (irrigation classique par micro-aspersion localisée sur le rang).

Groupe de travail national « Agronomie fruitière »

Ce groupe de travail a été créé en 2006, il réunit les stations régionales d'expérimentation et le Ctifl. Il permet l'échange d'informations et de travaux sur différents sujets : fertilisation, irrigation, entretien et préparation des sols en vergers. Deux sous-groupes ont été créés en 2007, afin de travailler sur les thématiques « Alternative désherbage – Bois Raméal Fragmenté » et « Alternative à la désinfection des sols ».

Mise en place de Bois Raméal Fragmenté

La mise en place d'expérimentations sur le Bois Raméal Fragmenté (BRF), se développe depuis plusieurs années en arboriculture fruitière. Les avantages attendus sont multiples : meilleure gestion de la ressource eau (effet tampon) ; alternative au désherbage chimique ; amélioration de la structure et du taux de matière organique du sol ; amélioration de la vie biologique du sol ; limitation de l'érosion et de la battance. Différents tests et essais sont réalisés sur cette thématique sur le centre Ctifl de Balandran depuis plusieurs années, en 2010 les travaux ont porté sur 3 espèces.

Abricotier

Cette étude est conduite dans le cadre du programme « Agriculture biologique » sur deux variétés (TOM COT® Toyaco et BERGAROUGE® Avirine). – L'objectif est de comparer un mode de désherbage mécanique à un mulch de BRF. Cette comparaison

se fait sur différents facteurs : comportement des arbres ; conservation des fruits ; humidité du sol ; suivi nitrates ; température du sol. – Cet essai, qui se poursuivra en 2011, permet d'acquérir des références en ce qui concerne l'utilisation du BRF. Il a déjà fait ressortir des avantages comme l'amélioration de la structure du sol et des inconvénients comme la variabilité de l'effet herbi-statique de cette technique.

Cerisier

Des essais sont réalisés depuis plusieurs années pour étudier l'intérêt d'un mulch de BRF en alternative au désherbage chimique sur le rang. Les résultats des années précédentes ont permis de mettre en évidence les avantages et inconvénients de cette technique.

Pêcher

■ Un essai, mené sur un verger conduit en Agriculture biologique, est réalisé sur la variété BENEDICTE® Meydicte_{cov} depuis 2007. – Cet essai met en comparaison du BRF à du désherbage mécanique. Les principaux résultats obtenus depuis la mise en place de l'essai sont multiples. – Effet sur la flore adventice évolutif dans le temps, le BRF favorise certaines espèces : liseron les premières années, puis gaillet grateron. – Effet tampon sur l'eau du sol, contrairement au travail mécanique qui favorise l'assèchement de celui-ci. – Le BRF favorise la macrofaune (vers de terre) et le mesofaune du sol. – La « faim » d'azote n'a pas été constatée sur cet essai, au contraire, le BRF a favorisé la pousse des arbres et la production.

■ Un test sur l'irrigation a été réalisé sur l'essai mode de conduite haie alternée. L'objectif est d'évaluer l'intérêt du BRF par rapport à un sol nu désherbé chimiquement sur le pilotage de l'irrigation. Les observations, réalisées au cours de la campagne 2010, semblent montrer que le BRF permettrait une meilleure redistribution des irrigations dans le temps (effet tampon). Ces tests seront poursuivis en 2011.

Alternative à la désinfection des sols

Un essai de replantation de pommier, sous structures paragrêles, a été mis en place sur le centre Ctifl de Lanxade en 2009. La contrainte est de conserver les poteaux de la structure paragrêle. Des travaux du sol en travers des rangs ont été réalisés en 2009. – L'étude est réalisée sur la variété Goldrush® Pajam 2 plantée en mars 2010. – Différentes modalités ont été testées : témoin (pas de traitement particulier) ; bio-désinfection par enfouissement d'une culture de moutarde brune au stade floraison suivi d'un bâchage avec film VIF (imperméable à certains gaz) ; désinfection chimique au DMDS (diméthyl-disulfure) suivi d'un bâchage avec film VIF ; apport massif de matières organiques : compost, Bois Raméal Fragmenté et activateurs de la vie du sol. – En fin de première année de culture, les mesures des circonférences de troncs montrent des différences entre les modalités. Les deux modalités de désinfection : DMDS et biodésinfection par la moutarde ont significativement augmenté la vigueur des arbres par rapport au témoin et à la modalité organique.



Biodiversité fonctionnelle fruits

Contexte et objectifs

Le contexte actuel de préservation de la biodiversité et de la diminution des intrants implique de disposer de solutions durables pour la protection du verger et de mettre au point un indicateur de l'évolution de la biodiversité et de la qualité écologique des structures paysagères au niveau des exploitations. L'objectif de ce programme est donc de mieux comprendre les interactions entre les différentes composantes biologiques de l'«écosystème verger» dans une perspective fonctionnelle. On souhaite pouvoir « utiliser » la biodiversité comme un outil de progrès durable pour gérer les maladies et les ravageurs, améliorer les impacts environnementaux de l'arboriculture (diminution des intrants), optimiser la productivité (fertilité des sols), sans oublier son intérêt en terme de communication marketing. L'ensemble de ces travaux est destiné à déterminer des modes de gestions (itinéraires techniques, aménagements) favorisant la biodiversité ainsi qu'un gain environnemental et économique.

Travaux et résultats

- Régulation des ravageurs: implication des auxiliaires vertébrés et invertébrés dans le contrôle des ravageurs. Détection ADN de la présence des 3 principaux ravageurs du pommier (puceron, Carpocapse et Tordeuse) dans l'estomac et les fèces de plusieurs groupes de prédateurs (coléoptères

du sol, aranéides, oiseaux, chauves-souris) pour étudier leur consommation effective au verger et leur capacité de régulation. Thèse en collaboration avec l'Inra et l'Université de Cardiff. – Mise en évidence de la prédation de pucerons et de Tordeuses par les arthropodes et chauves-souris à différents moments clés de la saison. – Suivis de la biodiversité dans un réseau de 15 vergers.

- Développement d'un indicateur permettant d'évaluer les potentialités écologiques des structures non productives (infrastructures agro-écologiques) en arboriculture (I-Aménagement): poursuite des mesures d'évaluation de la biodiversité de l'entomofaune sur 8 parcelles dans un objectif de validation de l'indicateur.

- Inventaire de la diversité faunistique du centre Ctifl de Balandran en relation avec le développement de l'indicateur I-Aménagement. – Suivi des populations de chauves-souris et d'oiseaux cavicoles. – Inventaire des oiseaux nicheurs et des reptiles.

- Biodiversité en oléiculture. Diversité végétale et faune auxiliaire généraliste (arthropodes du sol principalement) en vergers d'olivier (cf. programme «Olivier »).

Perspectives

- Indicateur I-Aménagement: poursuite de la validation biologique sur un réseau de parcelles étendu. Etude de l'application de l'indicateur à l'échelle de l'exploitation.
- Publication scientifiques sur la thèse en cours.

Communication et diffusion

Publications

- Boreau de Roincé C. *et al.*, 2010. « Fonctionnalité des auxiliaires vertébrés et invertébrés dans le contrôle des ravageurs du pommier. » Infos-Ctifl, n° 263, p. 10-15.

Manifestations, Salons, Groupes de travail

- Ricard J.-M. *et al.*, 2010. « Implication des auxiliaires vertébrés et invertébrés dans le contrôle des ravageurs. » Rencontre phytosanitaire Ctifl-DGAL/SDQPV « Fruits à pépins », 11 février 2010, centre Ctifl de Lanxade.

- Ricard J.-M., 2010. « Régulation des ravageurs par les auxiliaires généralistes. » Journée technique « Biodiversité fonctionnelle », Serail – BTM, 15 novembre 2010.

- Groupe de travail National « Biodiversité fonctionnelle Fruits ».

Partenariats

- Inra d'Avignon: avifaune auxiliaire et thèse sur l'implication des auxiliaires généralistes.
- Université de Cardiff: tests de détection biomoléculaire.



Modèles – Indicateurs environnementaux légumes

Contexte et objectifs

Le contexte actuel s'oriente vers une diminution des recours à l'utilisation des spécialités phytosanitaires chimiques par les producteurs de légumes. Les textes réglementaires ou les cahiers des charges de production visent de plus en plus à protéger la santé des applicateurs et des consommateurs et à limiter l'impact des traitements sur l'environnement. Pour aider les producteurs dans cette démarche, il est important de mettre à leur disposition des outils d'aide à la décision. Les modèles de prévision des risques permettent de mieux raisonner les traitements phytosanitaires. Les indicateurs environnementaux sont à la fois des outils d'aide à la décision face au choix des pratiques à mettre en œuvre mais également des outils de validation de ces pratiques dans une démarche d'amélioration au sein des entreprises agricoles. Dans ce contexte, l'objectif du Ctifl est de développer des outils ou de les adapter aux productions légumières, pour accompagner les producteurs dans ces évolutions.

Travaux et résultats

Modèles de prévision des risques

- Modèles Rouille sur poireau : validation du modèle (collaboration SILEBAN et Fredon Nord Pas-de-Calais), améliorations et essais de stratégies de protection basées sur ce modèle. Les sorties du modèle indiquent une bonne prévision des sorties de taches, avec toutefois des difficultés à caler des stratégies de protection, compte-tenu de la variabilité des conditions environnementales d'une année sur l'autre, et des différences de sensibilité variétale.
- Modèle Thrips sur poireau (collaboration SILEBAN) : la campagne d'évaluation de ce modèle initiée en 2006 s'est terminée en 2009 avec un dernier essai mené en parcelle expérimentale. En 2010, pré-lancement du modèle qui a été utilisé dans différents bassins de production.
- Modèles Alternaria sur carotte, Stemphylium sur asperge et Alternaria sur poireau : validation en cours des modèles et essais de stratégies de protection basées sur ces modèles. Réflexions sur l'adaptation possible des modèles avec une meilleure prise en compte des facteurs favorables ou non à la germination des spores.
- Modèle Mildiou sur laitue : validation du modèle Bremcast adapté et du nouveau modèle biologique, et essais de stratégies de protection basées sur ces modèles. L'utilisation d'un modèle semble intéressante pour mieux positionner les traitements phytosanitaires, voire pour en réduire le nombre.

- Modèle Oïdium sur fraise : l'étude sur les conditions de développement du champignon a permis d'approcher plus finement la courbe du temps de latence (temps pour la germination de la spore, la croissance du mycélium et la sporulation) et de l'intégrer dans le modèle. En conditions de contaminations forcées, les simulations sont très pertinentes en chambre climatique et serre verre et moins précises sous tunnel froid.

Indicateurs environnementaux

- Outil de diagnostic environnemental « Azosystem ». Objectif dans le cadre du groupe « Azosystem » (RMT « Fertilisation et environnement », instituts techniques et Inra) : construire un outil de diagnostic environnemental utilisable dans les principaux systèmes de culture en France. Le diagnostic concerne les différentes formes d'azote présentant un risque de pollution pour l'air et l'eau (NH_3 , N_2O , N_2 , NO_3).
- Analyse Cycle de Vie et Bilan carbone (cf. fiche « Diagnostic environnemental bilan carbone – Analyse Cycle de Vie »). Travaux initiés sur tomate et carotte en lien avec la profession.

Perspectives

Modèles de prévision des risques

- Améliorations et travaux de validation par des études épidémiologiques (Oïdium/Fraise), des suivis de parcelles (poireau), etc.
- Poursuite des réflexions en cours pour la meilleure prise en compte des

conditions favorables à la germination des spores pour certains modèles.

- Essais de stratégies de protection des cultures en fonction des modèles.
- Démarrage d'une phase de pré lancement auprès d'utilisateurs potentiels des modèles dans les bassins de production (Mildiou/Laitue, Rouille/Poireau, Stemphylium/Asperge, etc.).
- Lancement commercial, sur la plateforme Inoki, des modèles Thrips/Poireau et Mildiou/Oignon porte-graine.
- Transfert de modèles de la protection des végétaux au Ctifl et utilisation dans le cadre de la SBT (Surveillance Biologique du Territoire).
- Travail dans le cadre du RMT « Modélia » sur l'appréciation de l'impact des différentes sources d'incertitude sur la fiabilité des résultats du modèle Rouille/Poireau.

Indicateurs environnementaux

- Veille/projet Azosystem.
- Participation aux réunions d'échanges dans le cadre du RMT Fertilisation.
- Poursuite de l'étude sur les Analyses de Cycle de Vie et Bilan carbone des fruits et légumes.

Partenariats

- Inra.
- Stations régionales.
- Fredon.
- Chambres d'agriculture.
- DGAL/SDQPV.
- FNAMS.
- Organisations de Producteurs.
- Instituts techniques.



Recyclage des déchets organiques

Contexte et objectifs

Le recyclage des déchets organiques d'origine végétale (fruits, légumes, plantes, bois, substrats organiques) se conçoit dans le cadre de la protection de l'environnement et des économies d'énergie. Le compostage des bio déchets peut être une voie intéressante à condition de bien la maîtriser. Les principaux objectifs de ce programme sont de : ■ mettre au point des techniques de compostage pour les déchets de culture, les écarts de tri de fruits et de légumes et les déchets de substrats organiques; ■ qualifier les composts obtenus pour une utilisation agronomique raisonnée et sécurisée; ■ contrôler les teneurs de ces composts en éléments traces du sol, des matières organiques expérimentées et des plantes en culture; ■ contrôler la survie des phytopathogènes et la persistance d'action de molécules chimiques après compostage. ■ Diffuser les outils et références produits.

Travaux et résultats

■ Recyclage par co-compostage de résidus de cultures de fruits, de légumes et de déchets verts sur le site pilote du centre Ctifl de Balandran, et de résidus de bois, de fruits associés à du fumier, sur le centre Ctifl de Lanxade. Les déchets organiques sont désormais recyclés par compostage. La poursuite du suivi technique et de la caractérisation physique, chimique, biologique et sanitaire des composts produits confirme l'étude

préalable de faisabilité pratique.

■ Utilisation en routine des plateformes de compostage des centres Ctifl de Lanxade et de Balandran pour le recyclage des déchets de fruits, de bois, de légumes et des autres déchets verts du centre. Le compost produit est utilisé comme amendement organique sur les parcelles des exploitations des deux centres.

■ La méthode des sacs perméables a été utilisée pour effectuer des tests de germination de pépins de pommes, de kiwis et de noyaux de pêches et pour évaluer la dégradation d'un herbicide après compostage. Les pépins de pommes se sont décomposés dès le premier mois de compostage. – La perte complète de capacité germinative des graines de kiwis n'est survenue qu'après 2 mois de compostage. – Les amandes de pêches ont été dégradées en 2,5 mois, mais les noyaux entiers sont restés en l'état sur les 3 mois du test. – En ce qui concerne le test « herbicide », 20 jours de compostage n'ont pas suffi à dégrader complètement la molécule chimique, seulement 60-65% de germination contre 100% pour le témoin lors du test cresson.

■ Étude de la composition physique, chimique et biologique de trois lots représentatifs du compost du centre Ctifl de Lanxade. L'étude granulométrique de ces 3 lots montre que 90% du compost (taille inférieure à 5cm) ont une valeur amendante et que 10% auront un effet structurant dans le sol.

■ Elaboration d'un outil informatique d'aide à la préparation de mélanges optimisés contenant les déchets de fruits et légumes à recycler par compostage.

Perspectives

- Tester l'efficacité du processus de compostage pour l'hygiénisation du compost issu de plants de fraisier contaminés par des agents pathogènes (Oïdium, Phytophthora, etc.).
- Poursuite des tests d'efficacité du processus de compostage sur la levée des graines d'adventices ou issues de produits compostés (pépins, amandes, tomate, cucurbitacées, etc.).
- Poursuite des tests de dégradation des produits phytosanitaires par compostage.
- Mise en ligne de l'outil sur le site Internet du Ctifl.

Communication et diffusion

Manifestations, Salons, Groupes de travail

- Participation au projet du guide CORPEN, « La contamination des sols agricoles par les éléments traces métalliques – Recommandations pour en limiter les causes et les effets. »



Mécanisation, chantiers en arboriculture fruitière

Contexte et objectifs

Le Ctifl apporte ses compétences afin de répondre aux priorités stratégiques de la production et de la distribution :

- maîtriser les applications phytosanitaires dans un itinéraire cultural respectueux de l'environnement;
- diminuer les coûts de production par la mécanisation de tâches coûteuses en main-d'œuvre;
- maîtriser la qualité des fruits au verger pour assurer leur qualité en aval;
- apporter des réponses face aux contraintes d'une agriculture propre, de précision et économiquement viable. Les aléas climatiques comme la grêle et le gel demeurent une menace pour une arboriculture durable, c'est pourquoi la protection climatique des vergers reste prioritaire. Dans le cadre de ce programme, le Ctifl remplit essentiellement un rôle de coordination nationale et de veille technologique au niveau d'actions d'intérêt national, menées avec les partenaires régionaux. Il est aussi initiateur et moteur d'évolutions techniques pour certaines compétences spécifiques.

Travaux et résultats

Chantier de taille et d'éclaircissage pomme

Recherche de solutions face aux coûts de la main-d'œuvre, pour réduire les interventions dans les vergers tout en maintenant l'intégrité du fruit. – La mécanisation de la taille et de l'éclaircissage constitue une piste intéressante. Les vergers conduits en

Mur fruitier se prêtent particulièrement à cette mécanisation. – Essais d'éclaircissage mécanique sur le centre Ctifl de Lanxade : résultats encourageants en terme de gain de temps et de maintien de la qualité des fruits. – Mise au point d'un prototype d'éclaircissage mécanique Eclairfel® susceptible d'améliorer le travail réalisé par Darwin sur vergers conduits en Mur fruitier et en axe. – Poursuite des essais sur fruits sur le centre Ctifl de Balandran de l'outil Effleureuse. – Programme Casdar 2009-2011 : « Eclaircissage mécanique du pommier (Effleureuse, Darwin, Secoueur/vibreux) assisté par analyse d'image, technologie innovante pour une arboriculture productive et écologique ». Partenariat avec L'ENITA de Bordeaux, le CEMAGREF et les stations régionales CEFEL, CEHM et La Morinière.

Chantier de taille et d'éclaircissage fruits à noyau

Recherche, comme pour les vergers de fruits à pépins, de solutions pour réduire les interventions dans les vergers. – Différentes solutions de modes de conduite des vergers sont étudiées sur pêcher : Haie alternée, Mur fruitier. Elles permettent une certaine mécanisation de la taille par rabattage périodique et barre de coupe pour la taille en vert. – Accompagnement dans l'utilisation de l'effleureuse Electroflor®, co-obtention Ctifl-Infaco. – Extension des essais à l'ensemble des espèces fruitières (cerisier, prunier, etc.) avec le concours de stations régionales et de producteurs.

Chantier de récolte pomme et châtaigne

- Étude, en partenariat avec les stations régionales (La Morinière, CEFEL, CEHM, Invénio, etc.) des pratiques actuelles dans le but de définir des types de chantiers adaptables aux types d'exploitations.
- La raréfaction de la main-d'œuvre pour la récolte est importante et conduit à mener diverses veilles et études de pistes de travail sur la mécanisation de la récolte et/ou la robotisation du chantier de récolte.
- Sur châtaigne, poursuite de la validation du système mécanisé de récolte-conditionnement (cf. programme « Châtaigne »).

Réduction mécanique de l'inoculum de Tavelure

Validation de la technique de broyage de feuilles au sol dans le verger, ou d'autres moyens d'élimination mécanique des feuilles, afin de réduire la pression d'inoculum de Tavelure en prévision de la campagne suivante (en partenariat avec La Morinière).

Application des intrants

- Buses anti-dérive : poursuite des essais au verger sur la qualité de pulvérisation en fonction des types de buses (essais réalisés sur le centre Ctifl de Lanxade et sur les stations régionales de La Morinière et du CEHM). Poursuite de la veille à travers le groupe de concertation Ctifl – stations régionales (Invénio, La Morinière, CEFEL et CEHM) dont l'objectif est de comparer l'efficacité biologique de buses standards et de buses à dérive limitée.
- Qualité de pulvérisation : sur fruits

à pépins, poursuite de la veille stratégique des différentes méthodes ou matériels réduisant la dérive. Travaux prospectifs sur un système de pulvérisation par brumisation. Travail sur les volumes d'application, en partenariat avec La Morinière.

- Matériel de pulvérisation : conduite d'essais afin de vérifier l'effet du type d'appareil sur la qualité de la pulvérisation en verger, en partenariat avec La Morinière. Conduite d'essai visant à tester un nouveau type de buse (Centre Ctifl de Lanxade).
- Mode de conduite : étude d'un système innovant de vergers de pêcheurs (Haie alternée) afin de réduire la quantité d'intrants et d'adapter le matériel de pulvérisation. Le matériel testé permet une réduction du volume de bouillie et de la dose de substances actives, une meilleure répartition de la pulvérisation et une limitation de la dérive.

Perspectives

- Poursuite des essais d'éclaircissage et de taille mécanisée, sur fruits à pépins et fruits à noyau.
- Poursuite de la réflexion sur la récolte mécanisée de la pomme.
- Poursuite des travaux sur la réduction d'application d'intrants, avec préservation de l'intégrité et de la qualité des fruits.
- Poursuite des tests de matériels (appareils de traitement et buses) pour améliorer la qualité de la pulvérisation, en réduisant les risques de dérive.

Communication et diffusion

Publications

- Roche L. *et al.*, 2010. « Mode de conduite sur pommier – L'éclaircissage mécanique pour réduire l'utilisation de substances chimiques. » Infos-Ctifl, n° 261 p. 45-49.
- Roche L. *et al.*, 2010. « Eclaircissage mécanique du pommier – Darwin, effleureuse, vibreurs etc. Quelles perspectives pour demain ? » Arboriculture fruitière, n° 645, p. 28-3.
- Charlot G. *et al.*, 2010. « La conduite du cerisier en mur fruitier – Bilan du premier essai mis en place au centre Ctifl de Balandran après 9 ans d'étude. » Infos-Ctifl, n° 260, p. 37-43.

Manifestations, Salons, Groupes de travail

- Rencontres techniques « Eclaircissage », centre Ctifl de Balandran, 4 mars 2010.
- Groupe de travail national « Eclaircissage pommier-poirier », centre Ctifl de Balandran, 7 et 8 décembre 2010.
- Groupe de travail « Eclaircissage cerise », centre Ctifl de Balandran, 2 décembre 2010.

Partenariats

- Stations régionales : La Morinière, Invénio, CEFEL, CEHM.
- Chambres d'agriculture.
- Constructeurs de matériel.
- Cemagref.
- ENITA de Bordeaux.

Climat et espèces fruitières

Travaux et résultats

Protection des vergers contre le gel de printemps

Poursuite de l'observation des performances de différents systèmes : brassage d'air par tour à vent, générateur d'air chaud mobile, etc. (partenariat avec les stations régionales et l'ACMG).

Changements climatiques

- Poursuite des tests pour reproduire, en conditions contrôlées, les besoins en froid des fruits à noyau, afin de comprendre le phénomène de nécroses florales (chute de bourgeons). Essais réalisés sur une gamme diversifiée de variétés d'abricots.
- Poursuite de l'évaluation des besoins en froid du cerisier avec la méthode de Tabuenca et mise en place d'un test rapide permettant de classer les besoins en froid de nombreuses variétés, observations des anomalies florales du cerisier.
- Mise au point d'une méthode permettant de caractériser les besoins en froid du pommier dans le but de classer les nouvelles variétés.
- Poursuite sur plusieurs espèces des observations et de l'Observatoire mis en place au cours du projet Casdar : « Les arboriculteurs et viticulteurs français face au changement climatique » (projet achevé). Partenariat avec l'ACMG, le CIRAME et l'Inra. Les résultats des observations et les analyses sont mis à disposition des professionnels sur un site Internet dédié (www.arviclim.fr).
- Reprise des travaux sur la sensi-

bilité variétale au froid des espèces fruitières en cellules climatiques sur le centre Ctifl de Balandran : clôture des travaux sur les seuils (critiques, 10 % et 90 % de dégâts) pour le pêcher et le pommier, tests de sensibilité variétale.

Perspectives

- Poursuite du suivi de l'évolution des systèmes de protection contre le gel de printemps et contre la grêle.
- Poursuite des travaux sur la compréhension du phénomène des nécroses florales des fruits à noyau (chutes de bourgeons).
- Poursuite des travaux sur les impacts du changement climatique sur les cultures pérennes : un verger dit « de référence d'observation phénologique » est en place pour plusieurs espèces.
- Poursuite de l'acquisition de références sur le changement climatique et ses conséquences sur les cultures fruitières.
- Poursuite des travaux sur la sensibilité variétale au froid des espèces fruitières en cellules climatiques sur le centre Ctifl de Balandran (pêcher et le pommier).
- Poursuite des travaux sur l'évaluation des anomalies florales sur cerisier en 2011.
- Poursuite des travaux sur la quantification des besoins en froid en vue de l'établissement d'un classement variétal sur les espèces abricotier et pommier. Démarrage de travaux sur l'incidence du climat sur la chute physiologique.

Communication et diffusion

Publications

- Breisch H. *et al.*, 2010. « Le gel printanier – principes et techniques de lutte. » Infos-Ctifl, n° 259, p. 34-40.

Manifestations, Salons, Groupes de travail

- Mathieu V. « L'impact du changement climatique dans la stratégie de production de fruits. » Sival, Angers, 12 janvier 2010.

Partenariats

- Stations régionales : CEFEL, Cresse, La Morinière, SEFRA, La Pugère, Invénio, AREFE, La Tapy, Serfel.
- Inra.
- CIRAME.
- ACMG.