

Comment les conditions de production influencent les qualités des fruits

Résultats du GIS Fruits – 7 mars 2017

Ces premières Rencontres du GIS Fruits sont l'occasion de présenter les résultats de projets ou d'actions menés ou soutenus par le GIS. Cette année, le thème choisi est « Comment les conditions de production influencent les qualités des fruits ». En faisant ce choix, le GIS veut souligner l'importance d'avoir une approche globale de la qualité : du verger jusqu'au consommateur. La journée sera structurée autour des axes thématiques du GIS : qualité, bioagresseurs, économie, changement climatique et approche système.

● Méthodes d'évaluation de la qualité des fruits

-Perspectives de nouveaux outils et méthodes d'évaluation de la qualité des fruits - Données issues du rapport Medieval.

● Facteurs influençant les qualités nutritionnelles des fruits

-Master GIS : Etude des effets combinés des UV-B et de la ploïdie, sur la synthèse des flavonoïdes et sur la physiologie de la plante chez les agrumes.

-Master GIS : La fraise, un atout pour la santé.

● Gestion de la qualité phytosanitaire des fruits en fonction du mode de commercialisation

-Les stratégies des acteurs de la filière face aux exigences des différents marchés : du local au grand export.

● Maîtrise des bioagresseurs pour préserver les qualités des fruits : surveillance, anticipation, prévention, moyens alternatifs aux pesticides.

-Evaluation et optimisation de l'utilisation de stimulateurs de défense des plantes dans les stratégies de protection phytosanitaire en verger de pommier. Bilan à mi-parcours du projet Casdar PEPS « fruits à PEPins et Stimulation de défense ».

-Di@no-Pom : identifier, connaître, maîtriser les bioagresseurs du Pommier. Di@gnoprune: identifier, connaître, maîtriser les bioagresseurs du prunier d'Ente.

-La coccinelle *Rhyzobius Lophantae*, agent de bio contrôle pertinent dans la lutte contre la cochenille *Pseudolaulacaspis pentagona* ?

-Comment lutter contre *Drosophila suzukii*, un ravageur émergent responsable de pertes majeures en production fruitière ? Projet européen DROPSA.

● Impact du changement climatique sur les qualités des fruits

-Master GIS : Effets annuels et pluriannuels des températures élevées sur la production et la qualité des fruits du pêcher.

● La gestion et l'évaluation de la qualité des fruits au sein des systèmes de production

-DEXiFruits une évaluation de la durabilité des systèmes verger en fonction du contexte de production.

-La qualité des fruits dans des systèmes de verger à faibles intrants: premiers résultats issus du projet «Verger Cidricole de Demain ».

-Premiers enseignements issus de l'enquête 'Problèmes de sol en verger' menée par le GIS Fruits.



Perspectives de nouveaux outils et méthodes d'évaluation de la qualité des fruits – Données issues du rapport Medieval

Codarin Sandrine¹, Guadagnini-Palau Marine², Audergon Jean-Marc², Colleu Sylvie², Hilaire Christian¹, Mathieu Vincent¹, Plénet Daniel², Regnard Jean-Luc³, Ruesch Julien¹, Bintein Yann¹, Jeannequin Benoit², Navez Brigitte¹, Vaysse Pierre¹

¹ Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes (Ctifl)

² Institut National de la Recherche Agronomique (Inra)

³ Montpellier Sup Agro

Correspondance : codarin@ctifl.fr

Medieval (méthodes et dispositifs innovants pour l'évaluation du matériel végétal fruitier) est un groupe de travail constitué à l'initiative du Gis Fruits, dédié à l'évaluation variétale des espèces fruitières. Il a rassemblé des experts de 22 organismes entre 2013 et 2016 dans l'objectif de dresser un état des lieux et une analyse critique des dispositifs existants puis, dans un deuxième temps, d'identifier et proposer de nouveaux outils, méthodes et dispositifs pouvant être mis en œuvre pour évaluer les nouvelles variétés et porte-greffe fruitiers. L'objectif est de proposer des évolutions des dispositifs d'évaluation variétaux pour que leur pertinence soit en adéquation avec l'évolution du contexte de la production fruitière et de la filière fruits et qu'ils répondent à de nouveaux enjeux. La qualité des fruits, définie ici sous l'angle de la qualité gustative des produits frais, est l'un des quatre axes thématiques prioritaires autour desquels se sont cristallisées les réflexions du groupe.

Lors de la phase d'évaluation variétale, l'objectif essentiel du volet qualité du produit réside dans la caractérisation du potentiel gustatif de variétés retenues sur des critères agronomiques. Jusqu'à présent, les descripteurs utilisés classiquement sont basés sur des notes de qualité gustative données à dire d'expert, des analyses de paramètres physico-chimiques (fermeté, sucres, acidité). A un stade plus avancé de développement de la variété, des analyses complémentaires peuvent être mises en œuvre pour enrichir la description. Celles-ci vont de l'analyse sensorielle du produit, à son appréciation par un panel de consommateurs naïfs, en passant par des analyses intégratrices comme la cartographie des préférences. En complément, les facteurs de production impliqués dans l'élaboration de la qualité du fruit au verger, comme l'influence de la charge, et les situations agronomiques liées à la gestion des intrants pourront être analysés.

Les nouveaux enjeux identifiés par le groupe dans cette réflexion renvoient, tout d'abord, au développement de nouvelles technologies pour phénotyper (caractériser) plus rapidement et à moindre coût la qualité des produits et objectiver cette évaluation. De plus, la prise en compte de nouveaux critères destinés à préciser les aptitudes des produits à répondre aux besoins de nouveaux marchés a été examinée : qualité nutritionnelle, aptitude à la transformation (4ème gamme), aptitude à satisfaire les exigences de l'agriculture biologique. Face aux verrous identifiés pour mettre en œuvre ces évolutions, plusieurs propositions ont été faites par le groupe : assurer une réflexion prospective sur les nouveaux critères, accompagner le développement de nouvelles technologies, caractériser les produits en fonction de leur aptitude à la structuration de l'offre, encourager le dialogue au sein de la filière pour anticiper les évolutions en matière de segmentation des marchés, et des attentes des consommateurs. Compte tenu de la diversité des situations de production dans lesquelles seront placées les nouvelles variétés la prise en compte de scénarii agronomiques variés supposera aussi d'organiser une partie de l'évaluation selon un mode participatif, qui impliquera davantage de partage de protocoles, et de données inter-opérateurs.

Lien internet pour accéder au rapport : <https://www.gis-fruits.org/Publication-du-GIS/Documents-du-GIS/Rapport-Evaluation-du-materiel-vegetal-fruitier>

Mots-clés: Qualité, Phénotypage, Non destructif, Espèces fruitières, Qualité gustative

Etude des effets combinés des UV-B et de la ploïdie, sur la synthèse des flavonoïdes et sur la physiologie de la plante chez les agrumes

Marie Durand-Hulak^{1,2}, Luc P.R. Bidel³, Raphaël Morillon⁴, Christian Jay-Allemand⁵, Frédéric Bourgaud⁶, Yann Froelicher^{1*}, Anne-Laure Fanciullino^{2,7}.

¹ CIRAD, UMR AGAP, 20230 San Giuliano

² INRA, UMR AGAP, 20230 San Giuliano

³ INRA, UMR AGAP, Place P. Viala, 34060 Montpellier

⁴ CIRAD, UMR AGAP, 97170 Petit Bourg, Guadeloupe

⁵ Université Montpellier II, UMR DIADE, 34394 Montpellier

⁶ Université de Lorraine, UMR 1121 LAE, 54518 Vandoeuvre-lès-Nancy

⁷ INRA, UR PSCH, Domaine St-Paul - Site Agroparc, 84914 Avignon

Correspondance : marie.durand-hulak@inra.fr

L'exposition de jeunes plants aux rayonnements ultraviolets est une technique prometteuse afin de renforcer les défenses des plantes au sein des systèmes de culture. En effet, il a été montré que des plantules soumises aux UV-B présentaient une résistance accrue aux contraintes abiotiques et biotiques, telles que la sécheresse ou encore la prédation herbivore. L'exposition des plantes aux-UV-B entraîne une réponse photomorphogénique lui permettant ainsi de s'adapter à ce changement environnemental. Cette réponse comprend généralement des modifications au niveau foliaire (feuilles plus petites et moins nombreuses, plus épaisses et plus cireuses). De plus, des études ont montré qu'en présence d'UV-B la voie de biosynthèse des flavonoïdes était induite et que des mutants pour les enzymes de la voie de biosynthèse de ces molécules étaient plus sensibles aux UV-B. Ceci tend à mettre en avant l'implication des flavonoïdes dans la défense des plantes aux rayons UV-B.

Les agrumes semblent être une cible pertinente pour ce type d'étude du fait qu'ils produisent un très large éventail de composés phénoliques et notamment de flavonoïdes, molécules qui sont des éléments clés dans la réponse aux UV-B. Toutefois, nous en savons très peu sur la façon dont les agrumes réagissent aux UV-B et notamment en ce qui concerne les nouveaux génotypes polyploïdes développés dans le programme d'innovation variétale. En effet, de nombreuses études ont mis en évidence, que les génotypes tétraploïdes issus du doublement du matériel génétique étaient dotés d'un système antioxydant de défense plus performant que leurs diploïdes correspondants. De même, l'hybridation somatique conduisant à une addition de génomes *via* une fusion de protoplaste, semble avoir un effet sur le profil quantitatif et qualitatif en composés secondaires.

Dans ce contexte nous avons étudié l'impact d'une forte exposition en rayons UV-B sur la physiologie et le métabolisme des flavonoïdes de génotypes diploïdes et tétraploïdes d'agrumes. Pour cela, deux génotypes diploïdes d'agrumes contrastés, leurs diploïdes doublés respectifs ainsi que l'hybride somatique allotétraploïde issu de la fusion de protoplastes des parents diploïdes, ont été évalués en ce qui concerne leurs caractères morphologiques, physiologiques et métaboliques au niveau des feuilles en croissances ainsi que des feuilles matures.

Notre étude a révélé que l'hybride somatique présente des caractères liés à la résistance de la plante tels que la composition et la concentration en flavonoïdes ou encore le niveau de l'activité photosynthétique, accrus en comparaison à la valeur intermédiaire aux deux parents. L'addition de forte teneurs en flavonoïdes, molécules protectrices contre les UV-B, associée à d'importantes concentrations en dérivés de quercétine et de lutéoline préserve les feuilles en croissance des effets négatifs des rayons UV-B. L'exposition aux UV-B a également permis l'activation de la voie de

biosynthèse des anthocyanes, *via* le gène codant pour l'enzyme DFR, chez le mandarinier 4x et chez l'hybride somatique.

Ce dispositif expérimental, composé d'individus diploïdes, diploïdes doublés et d'un allotétraploïde issu de l'hybridation somatique des deux parents diploïdes semble donc être un modèle très intéressant pour l'étude des éléments impliqués dans la régulation de la biosynthèse des flavonoïdes chez des agrumes soumis à un stress abiotique ou biotique.

Mots clés : Agrumes, Antioxydant, Flavonoïdes, UV-B, Défense des plantes

La fraise, un atout pour la santé

Vallin Guillaume¹, Petit Aurélie², Labadie Marc¹, Chartier Philippe², Rothan Christophe¹, Denoyes Béatrice¹

¹ INRA, UMR 1332 BFP, Université de Bordeaux, UMR 1332 NFP, F-33140 Villenave d'Ornon

² Cifref, Maison Jeannette, F-24140, Douville

Correspondance : beatrice.denoyes@inra.fr

La fraise est un produit très apprécié et est le premier fruit cité par les enfants. C'est aussi un fruit riche en antioxydants notamment grâce à sa richesse en polyphénols. Face à la concurrence, et avec le développement de grandes zones de production à faibles coûts au sud de l'Europe, l'objectif d'une production de fruits de qualité, identifiables par le consommateur et présentant une plus forte valeur ajoutée est central. La richesse en antioxydants répond à un critère de qualité nutritionnelle. De plus, les fruits riches en antioxydants seraient plus résistants aux maladies.

Pour mieux comprendre le contrôle génétique et moléculaire des antioxydants et plus précisément de certains métabolites secondaires incluant les phénylpropanoïdes, nous avons développé une approche de génétique quantitative en nous appuyant sur une population en ségrégation issue d'un croisement entre deux variétés, Capitola et CF1116, présentant des critères contrastés pour la qualité de leurs fruits. Dans un premier temps, des cartes de liaison génétique denses, femelle et mâle, ont été obtenues. Ces cartes ont été construites en utilisant la puce SNP 'Affymetrix® Axiom® IStraw90®' qui contient 90KSNP.

La suite des analyses s'est appuyée sur des données obtenues dans un projet précédent, FraGenomics (ERANET). Dans ce projet, la teneur en 18 composés phénylpropanoïdes avait été quantifiée sur deux années de production sur l'ensemble de la population en ségrégation. De plus, des données d'expression des gènes du fraisier étaient disponibles par l'analyse de microarray.

La mise en parallèle des données de cartographie génétique avec les données des teneurs en métabolites a permis l'identification de régions génomiques liées à la teneur en phénylpropanoïdes pour l'ensemble des métabolites mesurés. Certaines de ces régions étaient très localisées et expliquaient une très large proportion de la variation de la teneur en métabolites.

Ainsi, nous avons notamment identifié une même région génomique liée à la teneur en trois composés de phénylpropanoïdes : cinnamoyl-glucose, cumaroyl-glucose-glucoside et caffeoyl-glucose. L'analyse du génome parallèlement à celle des données d'expression (eQTL grâce aux microarrays) a permis d'identifier un gène candidat, une estérase, qui seraient impliquée dans la voie de ces phénylpropanoïdes.

L'ensemble de ces études nous a donc permis d'explorer les voies de synthèse de métabolites secondaires et de mettre en évidence le potentiel rôle d'une estérase pour la voie plus spécifique des

phénylpropanoïdes. L'étude de ressources génétiques ainsi qu'une validation fonctionnelle permettra de confirmer le rôle de ce gène qui sera alors une cible potentielle pour la sélection de variétés riches en phénylpropanoïdes.

Mots-clés : Fraise, Qualité du fruit, Antioxydants, Phénylpropanoïdes

Les stratégies des acteurs de la filière face aux exigences des différents marchés : du local au grand export

Jean Marie Codron¹, Pierre Varlet²

1 INRA, UMR MOISA, 2, place Viala, F-34060 Montpellier Cedex 1

2 ANPP, 7 rue Biscornet, F-75012 Paris

Correspondance : codron@supagro.inra.fr

La pomme est le premier fruit produit, consommé en France, et exporté. La filière est sous haute surveillance sanitaire et phytosanitaire (SPS) du fait des réglementations nationale et européenne, des normes privées sur les résidus, des protocoles à l'export exigeants et des perceptions parfois critiques des consommateurs. Les aspects SPS conditionnent donc aujourd'hui largement le succès et le devenir de cette filière. Le projet Sustain'Apple ici présenté, a pour objectif de donner à l'ensemble des acteurs de la filière pomme des clés pour améliorer son organisation face aux risques et contraintes SPS.

Le projet Sustain'Apple s'est construit au sein du GIS Fruits. Il est financé par l'ANR pour une durée de 4 ans et est coordonné par l'INRA (Jean-Marie Codron, directeur de recherche UMR MOISA). Les cinq partenaires du projet sont l'INRA (MOISA Montpellier, PSH Avignon, UERI Gotheron), l'ANPP (Association Nationale Pommes Poires), le CTIFL, le CIRAD et l'IRSTEA. Sont également mobilisés Montpellier Supagro, INTERFEL, l'ANEEFEL et le GRAB.

La recherche d'innovations techniques faisant déjà l'objet de nombreux efforts, Sustain'Apple a voulu se centrer sur les problématiques organisationnelle et institutionnelle. Ce projet est mis en oeuvre aux différents échelons de la filière nationale : production, expédition, distribution, consommation. Il s'intéresse aussi bien aux circuits courts qu'aux circuits longs. Il s'intéresse également aux filières d'exportation et d'importation, au rôle joué par les intermédiaires du commerce international et à quelques grands pays concurrents de la France sur le marché international: l'Italie, le Chili et la Chine.

Une attention toute particulière est accordée aux protocoles phytosanitaires et aux facteurs notamment institutionnels qui influencent l'issue de leur négociation. Ces protocoles sont aujourd'hui un enjeu majeur pour le développement des exportations vers un certain nombre de destinations lointaines, notamment en Asie ou en Amérique. Contrairement aux exigences relatives aux résidus de pesticides qui font l'objet de normes publiques ou privées et s'appliquent à l'ensemble des fournisseurs, les protocoles phytosanitaires, certes encadrés par des normes SPS à caractère universel, font toujours l'objet de négociations bilatérales entre Etats. Ils sont donc spécifiques à un couple exportateur-importateur de pays donnés, ce qui complique singulièrement le jeu des acteurs publics et privés.

Sustain'Apple a enfin pour objectif d'évaluer l'impact de différentes organisations : impact micro-économique d'un nouvel itinéraire technique sur les résultats techniques et économiques d'une exploitation, impact macro-économique d'un nouveau protocole phytosanitaire sur les volumes exportés, perception de la qualité sanitaire par le consommateur pour différents types de circuits, bilan

environnemental pour différents scénarios de commercialisation.

Trois résultats complètent cette présentation générale. Ils concernent i) les stratégies de gestion du risque des producteurs de deux bassins français et la démarche de co-construction qui permet de simuler l'impact des itinéraires techniques sur les résultats économiques de l'exploitation, l'organisation du travail et les IFT; ii) la diversité des attitudes des distributeurs français dans leur gestion du risque sanitaire et environnemental occasionné par l'utilisation des pesticides; iii) les résultats d'une étude comparée des protocoles phytosanitaires de deux pays exportateurs concurrents: la France et le Chili.

Mots-clés : Pomme, Risque sanitaire, Protocole phytosanitaire, Organisation, Institution

Bilan à mi-parcours du projet Casdar PEPS «fruits à PEPins et Stimulation de défense »

Brisset Marie-Noëlle ¹

¹ INRA, UMR IRHS, 42 rue Georges Morel, F-49071 Beaucouzé

Correspondance : marie-noelle.brisset@inra.fr

Les SDP, ou stimulateurs de défenses des plantes, représentent « toute substance ou tout micro-organisme vivant non pathogène qui, appliqué sur une plante, est capable de promouvoir un état de résistance significativement plus élevé par rapport à une plante non traitée, face à des stress biotiques » (définition du RMT Elicitra, <http://www.elicitra.org>). Ils pourraient activement participer à la réduction des pesticides mais leur intégration dans les itinéraires techniques des cultures est encore rare, voire absente, en raison d'une trop faible efficacité associée à une forte variabilité.

Le projet Casdar PEPS (2014-2018, 10 partenaires) a pour objectif de comprendre comment intégrer ces nouveaux intrants dans la conduite du verger de pommier, en fédérant les acteurs de la filière : INRA, centres techniques (CTIFL, IFPC), stations régionales d'expérimentations, lycée horticole.

La première étape a été de cribler, en laboratoire, sur jeunes semis de pommier, une trentaine de produits déjà commercialisés, revendiquant plus ou moins clairement une capacité à induire les défenses des plantes. Les 5 meilleurs stimulateurs ont ensuite été répartis dans le réseau d'expérimentations pour étudier leur efficacité de protection vis-à-vis de la tavelure et des maladies de conservation du fruit, selon des protocoles communs, construits par le consortium de partenaires et évolutifs d'année en année. Si l'année 2015 a été plutôt décevante du point de vue des résultats obtenus, l'année 2016 a permis de révéler des résultats très prometteurs, tout au moins vis-à-vis de la tavelure, qui devront être confirmés en 2017. En parallèle de ces expérimentations en verger sont également effectuées différentes études en conditions contrôlées. Elles consistent à identifier les facteurs qui influencent l'efficacité des SDP tels que variétés, environnement, persistance d'action ou interactions avec d'autres intrants du verger et à étudier deux effets additionnels possibles : la modification de l'allergénicité des fruits et leur éventuelle action de protection vis-à-vis de trois autres problèmes phytosanitaires majeurs du pommier, le feu bactérien, l'oïdium et le puceron cendré. Un bilan de l'ensemble du projet à mi-parcours sera présenté.

Mots-clés : Pommier, Tavelure, Maladies de conservation, SDP

Di@gno-Pom : identifier, connaître, maîtriser les bioagresseurs du Pommier

Giraud Michel¹

¹Ctifl, Centre de Lanxade, 28 Route des Nébouts, F-24130 Prignonieux

Correspondance : giraud@ctifl.fr

Ephytia (<http://ephytia.inra.fr>) est un portail INRA dédié à la santé des plantes. Son objectif est l'identification, la connaissance et la maîtrise des bioagresseurs. A l'origine, les premières plateformes ont été constituées à l'initiative de Dominique Blancard, phytopathologiste INRA, auteur de nombreux ouvrages sur les maladies des plantes. Soucieux d'assurer la pérennité et la transmission de son expertise, ses ouvrages ont été transférés en version informatique.

L'outil Di@gno-Pom (http://ephytia.inra.fr/fr/P/132/Di_gno_Pom) a été conçu dans le cadre d'un partenariat INRA / Ctifl / IFPC / GIS Fruits. L'objectif est de valoriser l'expertise en reconnaissance et gestion des maladies et ravageurs de la pomme acquise au Ctifl, à l'IFPC et à l'Inra depuis de nombreuses années. Cet outil s'articule autour d'un module identification par l'image utilisant un système de clés simples de diagnostic à partir de symptômes observés soit en verger soit en conservation ; le diagnostic en verger est basé sur la localisation des symptômes selon les organes touchés : feuilles, fruits, tronc, etc... le diagnostic en conservation part sur le type de symptômes : taches superficielles ou non, brunissements internes, pourritures, etc...

Le deuxième volet de l'outil est le fond documentaire sur lequel il repose. Ce sont des fiches individuelles pour chaque bioagresseur construites sur un modèle standard, apportant toutes les informations pratiques (la cible reste le technicien ou le producteur) sur l'agent causal :

- Description des symptômes permettant l'identification, avec support photographique, éléments de reconnaissance par comparaison avec des symptômes voisins, confusion possibles
- Eléments de biologie et d'épidémiologie, sources d'inoculum, connaissance des conditions d'infection (maladies), cycles, aspects des insectes à leurs divers stades (larves, adultes)
- Moyens de contrôle, chimiques et/ou biologiques, prophylaxie,
- Méthodes d'évaluation des risques lorsqu'elles existent et comment s'en servir en protection intégrée.

Début 2017, cette base comprenait 42 fiches Maladies dont 33 fongiques, 3 bactériennes, 6 virales, 1 phytoplasme, 64 fiches Ravageurs dont 61 Insectes et 3 Acariens, 20 fiches Maladies / désordres abiotiques. Les fiches sont principalement issues de la base Défense des cultures Ctifl et ont dues être mises à jour : cette opération est faite à 72% pour les maladies et est en cours pour les ravageurs. L'alimentation en photos est également en cours, grâce à l'implication de collaborateurs extérieurs (stations régionales d'expérimentation, Fredon, chercheurs Inra,...). Il manque encore des photos pour certains dégâts et d'insectes : toute proposition est bienvenue !

Mots-clés : Ephytia ; Di@gnopom ; Pommier ; Diagnostic par l'image

Di@gnoprune : identifier, connaître, maîtriser les bioagresseurs du prunier d'Ente

Maud Delavaud¹

¹ BIP Bureau national Interprofessionnel du Pruneau, 2 rue des Magnolias, F-47300 Villeneuve sur Lot.

Correspondance : maud.delavaud@pruneau.fr

Ephytia (Ephytia.inra.fr) est un portail INRA dédié à la santé des plantes. Son objectif est l'identification, la connaissance et la maîtrise des bioagresseurs. A l'origine, les premières plateformes ont été constituées à l'initiative de Dominique Blancard, phytopathologiste INRA, auteur de nombreux ouvrages sur les maladies des plantes. Soucieux d'assurer la pérennité et la transmission de son expertise, ses ouvrages ont été transférés en version informatique.

Au travers du GIS Fruits, de nouveaux modules sont venus enrichir le portail : le guide éco-fruits et di@gnopom. Le service verger du BIP, en collaboration avec l'INRA et le GIS Fruits, est en cours de conception de di@gnoprune.

Le verger de prunier d'Ente représente 70% de la surface totale de prunes cultivées en France (Inventaire verger Agreste 2013). D'où un besoin plus prégnant d'accompagner les producteurs dans l'identification et la connaissance des bioagresseurs du prunier d'Ente. Le bon diagnostic est la première étape pour la qualité sanitaire et physique du fruit récolté.

A ce stade du projet, la liste des bioagresseurs décrits dans di@gnoprune est établie. Il est prévu que les autres variétés de prunes puissent être intégrées dans le système : les bioagresseurs dont le prunier d'Ente peut être la cible ont été intégrés même si la maladie ou le ravageur n'est pas problématique dans nos vergers.

Dans la section « connaître les bioagresseurs », la fiche correspondant à chaque bioagresseur listé est rédigée. Des ressources photographiques ont été liées à la quasi-totalité de ces fiches. Hormis les illustrations, le contenu type est constitué :

- De généralités (Introduction, Organes attaqués). Le tableau incidence du bioagresseur a notamment été conçu en prévision de l'intégration des autres variétés de prunes. Il a pour objectif de caractériser l'importance, la fréquence du bioagresseur par groupes de variétés et suivant les conditions pédo-climatiques des différents bassins de production de prune.
- D'une description des principaux éléments de biologie et d'épidémiologie du bioagresseur
- La partie « méthodes de protection » est séparée en deux. Les mesures prophylactiques, seuils, auxiliaires... connus y sont décrits. Le paragraphe « Protection du verger » comporte uniquement les périodes clés d'intervention, sans aucune mention de produit. Les producteurs peuvent se référer au guide de protection raisonnée mis à jour chaque année par le BIP.

Hormis les ravageurs et les maladies cryptogamiques, bactériennes, à phytoplasmes ou à virus, une section de di@gnoprune est consacrée aux maladies physiologiques et abiotiques (notamment, carences en éléments minéraux).

Désormais, il reste à constituer le système de diagnostic par l'image qui est le coeur d'Ephytia : à partir de photos de symptômes, de manière intuitive, le producteur parvient à un diagnostic. La phase ultime du projet consistera à intégrer le contenu pour les autres variétés de prunes.

Mots-clés : Ephytia, Di@gnoprune, Prunier d'Ente, Diagnostic par l'image

La coccinelle *Rhyzobius Lophanthae*, agent de bio contrôle pertinent dans la lutte contre la cochenille *Pseudaulacaspis pentagona* ?

Guigneault Philippe¹

¹ Station d'études et d'expérimentations fruitières La Morinière, F-37800 Saint Epain

Correspondance : Guigneault.lamorinière@orange.fr

La cochenille blanche du mûrier (*Pseudaulacaspis pentagona*) est un ravageur extrêmement polyphage affectant un grand nombre de cultures commerciales. En France, les plantations de cassissiers sont particulièrement touchées par ce bio-agresseur. La succion de la sève par les cochenilles affaiblit le buisson provoquant dans un premier temps une baisse de production, et, si la pression est trop forte, la mort de l'arbuste. La production peut être réduite de 50% en 2 ou 3 ans. La durée de vie du verger est donc réduite et le renouvellement des plantations n'est pas systématique, faute de solution à ce problème, ce qui pourrait à terme condamner toute une filière de production et de transformation.

Les pesticides ayant une efficacité très restreinte, la lutte biologique constitue une alternative intéressante. C'est dans ce cadre que s'inscrit le projet RhizoDia, qui cherche à évaluer la pertinence de la coccinelle *Rhyzobius lophanthae* comme agent de biocontrôle. RhizoDia s'inscrit au sein de la démarche Ecophyto 2 et bénéficie à ce titre du financement de l'ONEMA. L'introduction de l'auxiliaire se fait en plein champ, au travers de 2 lâchers, synchronisés aux périodes d'essaimage du ravageur. Une parcelle de référence permet de comparer les résultats à celle d'introduction. L'implantation de la coccinelle *R. lophanthae* est suivie grâce à des frappages réguliers. L'évolution de l'infestation, et donc de la régulation de *R. lophanthae* sur la cochenille, est surveillée à deux niveaux. Premièrement, à l'échelle de la parcelle par l'observation du degré de contamination générale. Deuxièmement, à l'échelle des populations de cochenilles, par l'évaluation de la mortalité et de la densité de cochenilles après chaque essaimage.

Les résultats de la première année montrent que l'implantation de la coccinelle est effective seulement pour 3 sites sur un total de 5. Les hypothèses pouvant expliquer ces résultats en demi-teinte sont d'une part, de mauvaises conditions lors de la 1ère introduction et d'autre part une possible compétition avec les espèces autochtones. Au niveau de l'infestation de *P. pentagona*, aucune amélioration n'est décelable après la 1ère introduction, en revanche suite à la seconde introduction, la régression est observée dans 3 sites sur 5. Parmi les 3 sites l'un d'entre eux est pourtant peu pourvu en *R. lophanthae*. Il est probable que la quantité de coccinelles introduites est trop faible pour avoir un effet immédiat sur les populations importantes de *P. pentagona*.

Plusieurs questions restent en suspens, la première porte sur la capacité des coccinelles à établir des populations pérennes et la seconde sur la survie de *R. lophanthae* à des hivers rigoureux. Il convient également d'étudier plus en détail le cortège de parasitoïdes, qui pourrait agir en synergie avec *R. lophanthae* ou au contraire qui pourrait exercer une compétition, comme la coccinelle asiatique (*Harmonia arylidis*) très présente dans les vergers.

Mots-clés : *Pseudaulacaspis pentagona*, *Rhyzobius lophanthae*, Cassissier, Lutte biologique, Projet RhizoDia

**Comment lutter contre : *Drosophila suzukii*, un ravageur émergent responsable de pertes majeures en production fruitière.
Projet européen DROPSA.**

Jean-Luc Gatti¹

¹Institut Sophia Agrobiotech, INRA, F-06900 Sophia Antipolis

Correspondance : Jean-luc.gatti@inra.fr

DROPSA (en français «Stratégies visant à développer des méthodes efficaces , innovantes et pratiques pour protéger les principales cultures fruitières européennes contre les ravageurs et agents pathogènes») est un projet de 4 ans financé par la commission européenne doté de 6M euros et impliquant 26 partenaires d'Europe, d'Asie, de Nouvelle-Zélande et d'Amérique du Nord. Débuté en 2013, il s'est concentré sur les menaces nouvelles et émergentes pour les fruits en particulier *Drosophila suzukii* et les agents pathogènes bactériens *Pseudomonas syringae* pv. Actinidiae, *Xanthomonas fragariae* et *X. arboricola* pvv. Pruni. La présentation se focalisera sur les avancées faites au cours du programme sur *D. suzukii*.

La lutte contre *D. suzukii* est une préoccupation et un défi majeur pour l'industrie des fruits car son éradication est maintenant impossible et son impact économique sur la production ne fait que s'accroître depuis son introduction en Europe en 2008. Le programme a évalué différents moyens de lutte (chimique, physique et biologique) pour le développement d'une gestion intégrée ciblée de ce ravageur afin d'en minimiser l'impact économique. Les résultats principaux seront présentés.

Mots-clés : Ravageurs, Fruits, *Drosophila suzukii*, Gestion intégrée

Effets annuels et pluriannuels des températures élevées sur la production et la qualité des fruits du pêcher

Gautier Hélène¹, Vercambre Gilles, Adra Fatima, Ammar Aroua, Amramni Sihame, Oualha Inès

¹INRA UR 1115 PSH, Domaine St Paul Site Agroparc, CS 40 509, F-84914 Avignon Cedex 9

Correspondance : helene.gautier@inra.fr

Le dernier rapport du GIEC confirme clairement des projections climatiques prévoyant une augmentation des températures et de leur variabilité à la fin du XXIème siècle. Les effets de ces changements sur la qualité des fruits ont été étudiés dans le cadre du projet CAQ40 (financé par le méta-programme ACCAF, INRA). Les expérimentations réalisées, ont permis d'identifier les stades de développement du fruit les plus sensibles à des périodes de limitation hydrique ou de fortes températures et leurs conséquences sur le développement et la composition des fruits de l'année, voir sur celle des années suivantes.

Après floraison, les températures élevées accélèrent la croissance végétative, induisant une mise en place de la surface foliaire anticipée. Cette croissance végétative précoce est réalisée sur les réserves de la plante, et elle peut être en compétition avec la croissance du fruit pendant sa phase de division et d'expansion cellulaire. L'augmentation de température après floraison a entraîné un raccourcissement de la durée de croissance du fruit, avec une date de récolte anticipée de près de 3 semaines. Ce raccourcissement de la durée de croissance du fruit peut donc entraîner une diminution du flux entrant de carbone dans le fruit, pénalisant sa croissance et sa qualité. Même en augmentant l'irrigation des pots nous avons observé que les fortes températures tendaient à diminuer le potentiel hydrique des arbres, ce qui a pu entraîner a contrario, une concentration des composés d'intérêt dans le fruit.

Pour analyser les effets des fortes températures sur la composition des fruits nous avons distingué une composante liée à la dilution (% matière sèche), une composante liée à la matière sèche structurale et une composante liée au métabolisme. A maturité, la composition biochimique des compositions de fruits est très variable selon les années et les périodes de fortes températures. Les fruits soumis à de fortes températures en fin de développement ont des concentrations en hexoses plus importantes liées à un effet concentration mais également à un effet sur le métabolisme. Les fortes températures en fin de cycle ont également favorisé l'accumulation d'acide malique et citrique. Les fortes températures n'ont pas eu beaucoup d'effet sur les teneurs en vitamine C et des effets variables sur les composés phénoliques.

Pour mieux appréhender le fonctionnement des arbres dans leur pérennité, nous avons suivi les effets des fortes températures en année n sur la mise à fleur l'année suivante. Les fortes températures l'année n ont modifié la dynamique et l'architecture des pousses (futurs rameaux porteurs des fruits), lorsque ces fortes températures se produisaient en période estivale elles ont également diminué la proportion de bourgeon à fleur ; ces deux phénomènes conjugués ont réduit le potentiel de production l'année suivante.

L'augmentation de température affecte de très nombreux processus (phénologie, développement, croissance, photosynthèse, métabolisme), et il apparaît difficile de donner une réponse intégrée de l'effet de la température sur la production et sa qualité. L'utilisation d'un modèle d'arbre fruitier générique pourrait permettre de simuler à la fois l'effet de l'environnement et des pratiques culturales sur la croissance et la qualité du fruit, et donner une vision plus intégrée du fonctionnement de la plante sous contraintes environnementales.

Mots-clés : Pêcher, Réchauffement climatique, Croissance végétative, Phénologie, Qualité des fruits

DEXiFruits, une évaluation de la durabilité des systèmes verger en fonction du contexte de production

Alaphilippe Aude¹, Angevin Frédérique², Guérin Anne³, Guillermin Pascale⁴, Vélou Alice¹,
Zavagli Franziska⁵

¹ UERI Gotheron, INRA, F-26320 St Marcel Lès Valence

² Eco-Innov, INRA, F-78850 Thiverval-Grignon

³ IFPC, F-61500 Sées

⁴ AgroCampus Ouest - Centre d'Angers, F-49045 Angers Cedex 01

⁵ CTIFL, Centre de Lanxade, F-24130 Prignonieux

Correspondance: aude.alaphilippe@inra.fr

DEXiFruits est un outil informatique en libre accès sur internet co-construit par l'Inra, le Ctifl, l'IFPC, et AgroCampus Ouest. <http://wiki.inra.fr/wiki/deximasc/DEXiFruits/> . Il a été développé pour permettre aux acteurs de terrain d'évaluer la durabilité de systèmes de production de fruits, dans un contexte donné.

Cet outil calcule les performances globales des vergers évalués. Il peut aussi être utilisé comme tableau de bord pour identifier les forces et les faiblesses de ces vergers et les améliorations possibles. L'outil est simple d'utilisation : il suffit de renseigner des listes à choix multiples avec des données portant sur les pratiques culturales et apport d'intrants, les coûts de production et rendement, l'aménagement du verger, ainsi que le contexte de l'exploitation (climat et sol, marché choisi, haies ...). L'utilisateur peut ensuite comparer les performances de son verger avec un système référent moyen fourni avec l'outil qu'il peut créer lui-même avec ses propres références.

DEXiFruits a été utilisé notamment dans le cadre des réseaux EXPE Ecophyto comme le projet ECOPECHE, pour évaluer conjointement les performances économiques et en termes de réduction d'intrants de 3 systèmes de production (Référence, Bas intrants et Bio) mobilisant ou non des circuits courts de commercialisation.

Globalement, pour la campagne 2013/2014, le système Bio a obtenu les meilleures notes pour la durabilité globale et pour chacun de ses trois piliers (économique, environnemental et social). Le système classique est le moins durable malgré sa bonne durabilité sociale. Le système Bas-Intrants occupe une position intermédiaire avec une durabilité économique jugée mauvaise.

En détail, les systèmes, étant plantés les uns à côté des autres, sont soumis au même contexte. Ils profitent d'une bonne disponibilité en eau et d'un paysage très hétérogène tant au niveau régional qu'au niveau de l'exploitation. Des haies riches en essence diverses sont installées et les aménagements favorisant la biodiversité sont nombreux. Les systèmes Bio et Bas-Intrants utilisent moins de produits phytosanitaires que le système classique, au profit de produits NODU Vert, jugés plus respectueux de l'environnement et de la santé humaine. Les coûts en protection des cultures sont également moins importants. Concernant le volet économique, la « rentabilité » est bonne dans Bio alors qu'elle est moyenne dans les deux autres systèmes. Ce résultat en Bio résulte d'une valeur de production correcte (le faible rendement est « compensé » par un prix de vente très élevé), de coûts de production relativement faibles et des aides directes supplémentaires. Les deux autres systèmes possèdent une faible valeur de production car leur rendement n'est pas bien valorisé (le prix de vente pour les systèmes Bas-intrants et classiques est très inférieur à celui appliqué pour le Bio).

Cet exemple illustre une des nombreuses possibilités d'utilisation de DEXiFruits. Véritable outil collaboratif, c'est un logiciel qui se veut évolutif, dans l'objectif de toujours mieux aider la production arboricole française à aller vers des systèmes de culture plus durables.

Mots-clés : Outil informatique, Evaluation, Durabilité, Production fruitière

La qualité des fruits dans des systèmes de verger à faibles intrants: premiers résultats issus du projet « Verger Cidricole de Demain »

Guérin Anne¹, Bauduin Rémi², Guillermin Pascale³

¹ IFPC, La Rangée Chesnel, F-61500 Sées

² IFPC, Domaine de la Motte, F-35653 Le Rheu Cedex

³ AgroCampus Ouest Centre d'Angers, F- 49045 Angers Cedex 01

Correspondance : anne.guerin@ifpc.eu

Pour répondre aux enjeux environnementaux et sociétaux actuels, tout en continuant d'assurer les besoins de l'aval de la filière cidricole, l'IFPC (Institut Français des Productions Cidricoles) coordonne depuis 2010, le projet CASDAR « Verger Cidricole de Demain » qui vise à expérimenter et évaluer des systèmes de vergers performants du point de vue économique et environnemental. Basés sur les principes de l'agroécologie et grâce à un partenariat multi-acteurs, 9 systèmes innovants implantés entre 2010 et 2012 (dont 2 en ABio), sont ainsi expérimentés directement chez 9 producteurs du Grand-Ouest dans un dispositif comparatif avec système témoin.

Dans une filière intégrant amont et aval, l'évaluation des systèmes de production doit comprendre une dimension liée à la qualité des fruits et des produits. Depuis 2015, avec l'entrée en production des 9 vergers, le projet intègre une évaluation de la qualité des fruits en vue de leur transformation en cidre. Dans des systèmes économes en intrants, il s'agit notamment d'analyser les conséquences sur le potentiel de conservation des fruits, l'éventuelle présence de mycotoxines comme la patuline ou encore d'étudier l'impact des pratiques au verger sur la teneur en azote des moûts qui influence le comportement en fermentation des levures indigènes. Différents critères sont ainsi évalués : économiques, sanitaires, potentiel organoleptique et technologique.

Concernant les critères économiques et l'état sanitaire des fruits au moment de la récolte, les premiers résultats (fruits 2015) ne montrent pas différence statistiquement significative entre les 2 systèmes, compte-tenu de l'importante variabilité inter-site. Dabinett apparaît néanmoins comme la variété qui se conserve la moins bien des 3, problème assez connu en jeune verger sur cette variété mais qui tend à s'améliorer en verger adulte. Le potentiel de conservation des fruits au sol sur le rang et l'inter-rang, n'est également pas influencé par l'itinéraire technique.

Sur les critères organoleptiques (masse volumique, acidité, et en polyphénols), le potentiel saveur des variétés n'apparaît pas modifié par le système de culture, ou du moins il est totalement dominé par l'effet site, avec une grande variabilité inter et intra-parcellaire. Cette variabilité n'est pas étonnante car elle dépend classiquement des conditions pédoclimatiques (non contrôlables) et de la charge de l'arbre, elle-même très variable entre les sites et entre ECO et PROD. Enfin, concernant la teneur en azote des moûts (potentiel technologique), l'effet du système de culture est plus marqué, en particulier pour Dabinett, avec une richesse en azote plus importante dans PROD sur tous les sites.

Ces résultats restent cependant à confirmer les années suivantes et à approfondir en les mettant notamment en relation avec des indicateurs caractérisant les pratiques de traitement et de fertilisation (IFT, unités d'azote apportées, ...).

Mots-clés : Systèmes de culture, réduction des intrants, pomme à cidre, qualité des fruits

Remerciements : Ce projet a reçu le soutien financier du CASDAR, des régions Bretagne, Pays de la Loire, et de l'Unicid.

Enquête « SOLS en vergers » - Premiers enseignements

Guillermin Pascale ¹, Coureau Claude ², Delavaud Maud ³, Guérin Anne ⁴, Le Clanche Xavier ⁵,
Rivière Nathalie ⁶, Varlet Pierre ⁵

¹ AgroCampus Ouest, centre d'Angers, 2 rue Le Nôtre, 49045 Angers cedex 01

² CTIFL – station d'études et d'expérimentations fruitières La Morinière, 37 800 Saint Epain

³ BIP Bureau national Interprofessionnel du Pruneau, 2 rue des Magnolias, 47 300 Villeneuve sur lot

⁴ IFPC Institut Français des Productions Cidricoles, La Rangée Chesnel, 61 500 Sées

⁵ ANPP, 7 rue Biscornet, 75012 Paris

⁶ Chambre d'agriculture de Lot-et-Garonne, 271, rue de Péchabout, B.P. 80349, 47 008 Agen cedex

Correspondance : pascale.guillermin@agrocampus-ouest.fr

Résumé

Le rôle du sol sur l'expression de divers symptômes en recrudescence au verger, à la plantation ou en production (fatigue de sol mais aussi perte de vigueur, de rendement, dépérissements divers, hétérogénéité des parcelles.....) reste mal connu et fait l'objet de nombreux questionnements. Dans l'objectif d'identifier les questions de recherche adéquates pour traiter ces thématiques, le GISFruits a proposé aux producteurs et conseillers de répondre à une enquête sur 'le sol en verger', mise en ligne de juillet à octobre 2016. Elle visait à mobiliser l'expertise des praticiens pour mieux cerner les ressentis et attentes de terrain et dégager les premières hypothèses. Les 123 réponses exploitables obtenues sont représentatives des principales espèces fruitières et des différents bassins de production.

Les problèmes rencontrés (volet 1), classés en 9 catégories sont majoritairement considérés comme « à surveiller » ou « devenant préoccupants » : il s'agit donc de problèmes émergents, concernant plutôt des symptômes liés à la production (perte de rendement et de vigueur). Parmi les problèmes « vraiment préoccupants » (17%), les pathogènes telluriques et les campagnols sont les plus souvent cités.

Sur l'ensemble des questions visant à établir un lien entre l'expression des symptômes d'un côté et les caractéristiques du sol et/ou les pratiques mises en œuvre de l'autre (volet 2), le taux de réponse « sans effet » ou « ne sait pas » reste important, confirmant le besoin de mieux stabiliser les connaissances sur les interactions sol-arbre-pratiques. Différentes dimensions du fonctionnement hydrique du sol (hydromorphie ou rôle tampon du sol mal assuré) sont des causes probables les plus souvent citées. L'effet (positif ou négatif) des pratiques proposées ne fait pas l'unanimité et permet de différencier des profils de répondants agissant probablement sur la base de règles de décision différentes qu'il serait nécessaire d'approfondir. L'importance accordée au choix de la variété, à la gestion de la couverture du sol, au nombre de passages motorisés et aux formes d'apports (foliaires, organiques) sont les critères les plus discriminants de cette typologie. Par contre, d'une manière générale (volet 1 et 2), les réponses se différencient très peu selon les espèces et les bassins, ce qui incite à poursuivre le travail sur la base des types de problèmes et d'inquiétudes rencontrés.

Enfin, le dernier volet (volet 3) concernant les attentes et pistes de recherche à explorer indique que ces attentes sont fortes et portent à la fois sur de meilleures connaissances concernant, quasiment à part égale, les besoins de l'arbre, le fonctionnement du sol et l'effet des pratiques. Elles concernent en priorité des outils de diagnostic et des méthodes d'optimisation des pratiques.

Mots-clés : sol, interactions plante-milieu, expertise terrain, baisse de rendement, pathologies telluriques