

Compte-rendu d'activité 2015

JUIN 2016





EDITORIAL

La diffusion des résultats au centre du travail de l'IFPC

La diffusion des résultats est une mission essentielle de l'IFPC. A la veille d'échéances importantes pour sa reconnaissance et ses financements (renouvellement de l'UMT en 2016 et de la qualification en 2017), il est intéressant de revenir sur le travail fait par l'IFPC en la matière, et 2015 en donne une bonne illustration.

La communication à destination de la communauté scientifique en est une composante, d'une grande importance même si elle n'a pas toujours une portée pratique immédiate. Gage d'excellence (qualité de plus en plus attendue des instituts techniques) et vecteur de reconnaissance, elle est surtout le témoignage des partenariats fructueux que nous avons développés et devons continuer à développer avec la recherche et l'enseignement supérieur. En 2015, l'IFPC a ainsi été partie prenante à la rédaction de deux articles acceptés et publiés dans des revues scientifiques, et à 4 colloques (dont 2 internationaux) à travers la production de posters.

Le transfert de résultats et outils à destination des entreprises de la filière est l'autre volet de l'effort de diffusion, et c'est bien sûr le cœur même de l'action de l'IFPC. Sur ce plan, l'année 2015 a également été riche. Comme tous les ans, l'IFPC a produit une série d'articles et synthèses techniques publiés notamment dans la revue « Pomme à Cidre » et dans le présent compte-rendu d'activité et organisé les Entretiens Cidricoles au SIVAL, rendez-vous incontournable de la filière. Mais il a de surcroît organisé deux journées techniques à destination des professionnels, l'une en transformation, dédiée à la gestion de l'hygiène en cidrerie, l'autre en production de fruits, centrée sur le matériel végétal.

A quoi il faut ajouter : une contribution active aux « Rencontres du Végétal » (rendez-vous bisannuel à Agrocampus Ouest Angers, s'adressant aux chercheurs, aux enseignants et aux professionnels) ; la participation à des journées d'échanges ou de formation, notamment avec les lycées agricoles, chambres d'agriculture, fédérations professionnelles, associations cidricoles régionales ou coopératives ; les services apportés aux professionnels dans le cadre des missions de veille (suivi de l'état du verger, participation au bulletin de santé du végétal, veille phytosanitaire...) et à travers les prévisions de récolte fournies chaque année.

Enfin, il faut souligner, qu'au-delà de la partie visible (dont l'essentiel, d'ailleurs, est disponible sur le site internet de l'IFPC www.ifpc.eu), le transfert repose également sur la relation particulière entre l'Institut et les acteurs du développement (conseillers et techniciens, notamment). Les nombreux échanges avec ces acteurs et leur implication dans la construction et la réalisation des programmes d'expérimentation favorisent à la fois l'identification des besoins et l'appropriation des résultats par eux, qui sont les prescripteurs auprès des entreprises, ce qui contribue grandement au transfert. C'est un des points forts du dispositif de recherche-développement dans notre filière.

Voici donc un bilan qui met en évidence les performances de l'IFPC en matière de diffusion des résultats, mais aussi un modèle de fonctionnement, depuis la recherche amont jusqu'au transfert par les acteurs du développement, original et efficace. Il ne faut pas relâcher l'effort, on peut sans doute améliorer, mais ce modèle, dans lequel l'IFPC a un rôle central, est une richesse et une force, qu'il nous semble important de préserver et de promouvoir.

Denis ROULAND
Président de l'IFPC

Synthèse des programmes Recherche et Développement 2015 : principaux résultats acquis

Ce compte-rendu d'activité présente une sélection de projets qui permet de couvrir les différentes thématiques du programme de l'IFPC. Le choix de ces focus est réalisé de manière à alterner les sujets présentés d'une année sur l'autre. Les autres principaux projets de l'IFPC sont synthétisés page 18. Nous remercions les acteurs de la filière qui participent ou collaborent aux essais (techniciens, producteurs, transformateurs...), les financeurs et la profession cidricole qui soutiennent ces projets.

Thèmes et objectifs	Partenaires techniques et scientifiques de l'IFPC	Commentaires	Page
Vers un matériel végétal mieux adapté			
<p>Les projets de R&D conduits sur le matériel végétal</p> <ul style="list-style-type: none"> Améliorer et adapter le matériel végétal aux besoins actuels et futurs de la filière, gérer et mettre à disposition des producteurs du matériel végétal de qualité 	IFPC (pilote), INRA Angers IRHS, AGRIAL, Les Celliers Associés, CEP innovation, GIE IFO, Dalival, pépiniéristes, APPCM, CDA 22, CRAN, CRRG, CVR Aquitaine, CRA-W (Belgique), NACM (Angleterre), SERIDA (Espagne), Gis fruits, Ctifl	L'étude et l'amélioration du matériel végétal (variété, porte-greffe) constitue une part importante du programme de R&D de l'IFPC avec également l'activité sur la conservation et la production de plants, mais aussi l'inscription des variétés au catalogue CTPS. En 2015, une journée technique a permis de présenter l'ensemble des travaux en cours.	2
Adapter les itinéraires techniques de production			
<p>Pulvarbo : La pulvérisation, un levier pour réduire les intrants</p> <ul style="list-style-type: none"> Améliorer les pratiques de pulvérisation afin de limiter les pertes dans l'environnement 	Ctifl (pilote), IFPC, IRSTEA, CDA 22, CRA Normandie, AGRIAL, APPCM, stations La Morinière, Invenio, CEFEL, La Pugère, CEHM,	Cette première année du projet a permis de mieux caractériser les surfaces foliaires et les volumes de haies fruitières en pommier à cidre. Les résultats acquis pourront être utilisés pour calculer les doses ajustées au volume de l'arbre. L'étude des performances de matériels de pulvérisation sera réalisée. Les actions se poursuivent afin de proposer une 1 ^{ère} ébauche d'un outil d'aide à la décision.	3
<p>DEXiFruits : Un outil facile d'utilisation pour l'évaluation multicritère de la durabilité des systèmes de culture</p> <ul style="list-style-type: none"> Proposer un outil d'évaluation de la durabilité des vergers 	INRA UERI Gotheron (pilote), IFPC, INRA Paris-Grignon, Ctifl, Agrocampus Ouest Angers	L'outil a été finalisé, il calcule les performances environnementales, économiques et sociales de vergers cidricoles. L'utilisateur peut comparer les performances de son système évalué avec un système référent moyen.	6
<p>Biodiversité fonctionnelle</p> <ul style="list-style-type: none"> Favoriser le contrôle biologique du puceron cendré en augmentant la présence des auxiliaires grâce à des Infrastructures agro-écologiques 	Cf. p. 7	La régulation naturelle du puceron cendré par les insectes auxiliaires peut être favorisée grâce à la mise en place d'aménagements dits agro-écologiques tels que les mélanges fleuris.	7
Maîtriser les procédés de transformation			
<p>Maîtrise du trouble des produits cidricoles</p> <ul style="list-style-type: none"> Lever les verrous de connaissance sur les mécanismes impliqués dans l'instabilité colloïdale des différents produits et proposer des leviers techniques 	IFPC (pilote), IFV, IFBM, INRA BIA PRP Le Rheu, INRA SPO Montpellier, CNRS 	Les travaux de 2015 ont été surtout consacrés à l'analyse moléculaire fine des troubles. Les résultats permettent de formuler des hypothèses concernant les composés impliqués dans la formation de trouble en fonction du type de produit.	10
<p>Optimiser l'hygiène en atelier cidricole</p> <ul style="list-style-type: none"> Fournir les éléments nécessaires aux cidriers pour leur permettre d'effectuer une mise en bouteille pauvre en germe et ainsi réduire l'occurrence des déviations organoleptiques post-embouteillage 	IFPC (pilote), APPCM, ARAC, CIDREF, CRA Bretagne, INRA BIA PRP Le Rheu, SPCFHN 	Cette étude a permis d'identifier les points critiques importants, et montre qu'il est possible de disposer d'un matériel de mise en bouteille très faiblement contaminant. Les résultats ont été transférés lors d'une journée technique organisée par l'UMT Novacidre.	13
<p>Réalisations de pilotes expérimentaux</p> <ul style="list-style-type: none"> Disposer de matériels d'expérimentation pilotes adaptés aux besoins des projets de R&D en transformation 	IFPC, INRA BIA équipes PRP, PVPP et CRAIS, IRSTEA, Agrocampus Ouest, PAO, COREC 	Les principaux pilotes réalisés sont une tireuse iso-barométrique, une capsuleuse, un micro-filtre tangentiel, un pilote de propagation de levures, une presse instrumentée et un extracteur d'arôme.	16

Vers un matériel végétal mieux adapté

Les projets de R&D conduits sur le matériel végétal

Contexte

Le choix du matériel végétal (porte-greffe, variété) est déterminant pour disposer d'un verger cidricole durable, performant du point de vue économique et environnemental. En effet, le facteur génétique est prépondérant dans le potentiel et la régularité de production, les tolérances vis-à-vis des bioagresseurs, le potentiel de conservation des fruits, les caractéristiques sensorielles des produits... Le verger cidricole français (basse-tige) mis en place à partir des années 1980-90, était composé très majoritairement de variétés issues du verger traditionnel haute-tige. En phase de renouvellement du verger, la question du choix variétal est d'importance.

Financiers

CAS DAR, FranceAgriMer, Régions Basse-Normandie, Bretagne, Pays de la Loire, UNICID

La création de nouvelles variétés

Le programme de sélection initié avec l'INRA en 1987 est arrivé à son terme. Cinq variétés ont été dénommées et sont en cours de multiplication : Douce de l'Avent_{COV}, Fréquinette_{COV}, Tréladine_{COV}, Kéramère_{COV} et Saireline_{COV} sont inscrites au catalogue CTPS.

La première phase du programme INNOVACIDRE (2008-2011), consacrée à la réalisation des croisements et à la sélection en serre et en pépinière à l'INRA IRHS de Beaucozé (49), est achevée. Des géniteurs de diverses provenances ont été utilisés : variétés anciennes, INRA, présélections de programmes précédents. Près de 4000 individus ont été implantés en verger sur la station de l'IFPC pour l'observation de leurs comportements agronomiques. Certaines observations permettent dès à présent de discriminer les variétés entre-elles : la tavelure, le chancre, l'architecture de l'arbre, l'aptitude des fruits à se décrocher à la récolte... Pour le moment, la teneur en sucre du fruit (teneur minimale) est le seul paramètre technologique utilisé pour effectuer une sélection. Les autres critères seront intégrés dans les étapes suivantes de la sélection.

La sélection de variétés issues de programmes étrangers

Des programmes de création variétale initiés dans d'autres bassins de production cidricole en Europe sont des sources potentielles d'intérêt pour notre filière. Le programme lancé en 2010 en est une illustration avec des variétés en provenance d'Espagne, d'Angleterre, de Belgique, du Nord Pas de Calais (CRRG)... (cf. détails du programme dans le compte-rendu d'activité IFPC 2012). Des surgreffages ont été réalisés en 2015 afin de remplacer certaines variétés éliminées par de nouvelles sélections notamment du CRRG, qui étaient non disponibles en 2010.

L'étude du potentiel colorant de variétés existantes

Les cidres rosés se développent et une réglementation spécifique est en cours d'élaboration au niveau de l'interprofession UNICID. L'IFPC a mis en place une parcelle d'évaluation de variétés à chair rouge. Au-delà des observations agronomiques classiques, le potentiel colorant de ces variétés sera particulièrement étudié.

L'étude des porte-greffes

La sensibilité au phytophthora de MM106 est un frein à son utilisation dans certaines conditions (sols lourds argileux) et des solutions de remplacement doivent être trouvées. Les principales sources d'alternatives sont issues de travaux de sélection conduits conjointement par la station d'East Malling et le John Innes Horticultural Institute de Merton en Angleterre d'une part, et par l'Université de Cornwell (Geneva) aux USA d'autre part. En 2015, un essai implanté en 2009 est en cours avec Dalival sur des porte-greffes de vigueur proche du MM106 (M116, AR10). D'autres essais sont en préparation avec Dalival sur d'autres PG issus de créations anglaises, et avec le pépiniériste Castang sur des PG en provenance de Geneva.

Conclusion

La R&D sur le matériel végétal constitue une part importante du programme annuel de l'IFPC qui apporte aussi un appui méthodologique dans le cadre de programmes d'études régionales de variétés anciennes d'intérêt local. Il faut également mentionner l'activité tournant autour de la conservation et la production de plants étiquetés des variétés cultivées (cf. compte-rendu d'activité IFPC 2013), mais aussi les dépôts et suivis d'inscription des variétés au catalogue national CTPS (Comité Technique Permanent de la sélection).

L'ensemble des activités conduites autour du matériel végétal a été présenté lors d'une journée portes-ouvertes le 5 septembre 2015 à la Station Cidricole de l'IFPC de Sées.

Adapter les itinéraires techniques de production

PULVARBO : La pulvérisation, un levier pour réduire les intrants

Contexte

Le projet PulvArbo vise à limiter les pertes dans l'environnement en améliorant les pratiques de pulvérisation et en adaptant les doses de produits phytosanitaires à la surface foliaire à traiter. L'utilisation d'une dose unique sur tous les vergers, quel que soit le volume de bouillie appliqué, peut conduire à des surdosages en début de végétation ou à des sous-dosages sur le végétal pour les arbres de grands volumes. En effet, suivant le stade végétatif de la culture, le réglage du pulvérisateur, la surface de culture à traiter ou encore la quantité moyenne de produit déposée par unité de surface à protéger est très variable. Différents pays européens disposent déjà d'outils permettant d'optimiser la pulvérisation des doses en fonction de la surface du végétal à protéger. Ce projet est financé par l'Onema, dans le cadre du plan Ecophyto qui vise à réduire l'usage des produits phytosanitaires. Il est conduit en collaboration avec la DGAL, les firmes phytosanitaires et les équipementiers.

Objectif de l'étude

Initié en 2015, ce projet de 5 ans réunit une dizaine de partenaires et se développe autour de **3 actions** principales :

- Acquérir des données sur la caractérisation de la végétation à différents stades végétatifs selon les typologies fruitières (haie, gobelet, arbres de grand volume). Pour cela, des mesures manuelles et automatisées par capteurs de végétation sont réalisées et les quantités de produit à déposer par unité de surface foliaire peuvent être déterminées à différentes périodes de la saison.
- Caractériser la pulvérisation en vue d'identifier l'équipement le plus performant d'un point de vue agronomique et environnemental. Dans cet objectif, il faut quantifier la bouillie pulvérisée sur la plante, au sol, et dans l'air (dérive) en fonction du stade végétatif, du type de conduite, et de l'équipement utilisé.
- Mettre au point un outil d'aide à la décision pour adapter les doses en arboriculture fruitière. Le but est d'évaluer dans quelle mesure il est possible de réduire la dose à appliquer en fonction du développement végétatif et du stade phénologique de l'arbre pour obtenir une récolte de qualité.

Partenaires et financeurs

Partenaires : Ctifl (pilote), AGRIAL, APPCM, CDA 22, CRA Normandie, IFPC, IRSTEA, stations La Morinière, Invenio, CEFEL, La Pugère, CEHM

Financeurs : ONEMA, Ecophyto, Casdar, UNICID

Dispositif de l'étude et premiers résultats

Action 1 : Caractérisation de la végétation

L'IFPC a suivi 12 parcelles dont 4 à la Station Cidricole de Sées. Les arbres étudiés sont principalement conduits en haie fruitière libre. Pour caractériser l'évolution de la végétation au cours de la saison, des mesures sont effectuées pour calculer 2 types d'indicateurs de végétation : le LWA (Leaf Wall Area, surface de haie fruitière du verger) et le TRV (Tree Row Volume, volume de haie fruitière du verger). Les mesures sont effectuées à trois périodes de l'année : avril/juin/août (de la sortie d'hiver à la pleine végétation).



Figure 1 – Evolution de la surface foliaire au cours de la saison

Au cours de la saison, la surface et le volume de la végétation des pommiers à cidre augmentent. La charge importante de fruits sur les têtes des arbres peut cependant faire diminuer leur hauteur à la fin de la saison.

Comme attendu, les premières mesures ont démontré que le LWA et le TRV des pommiers à cidre adultes est plus important que celui des pommiers de table (TRV moyens respectivement de 21 700 m³ de haie/ha contre 11 300 m³ de haie/ha).

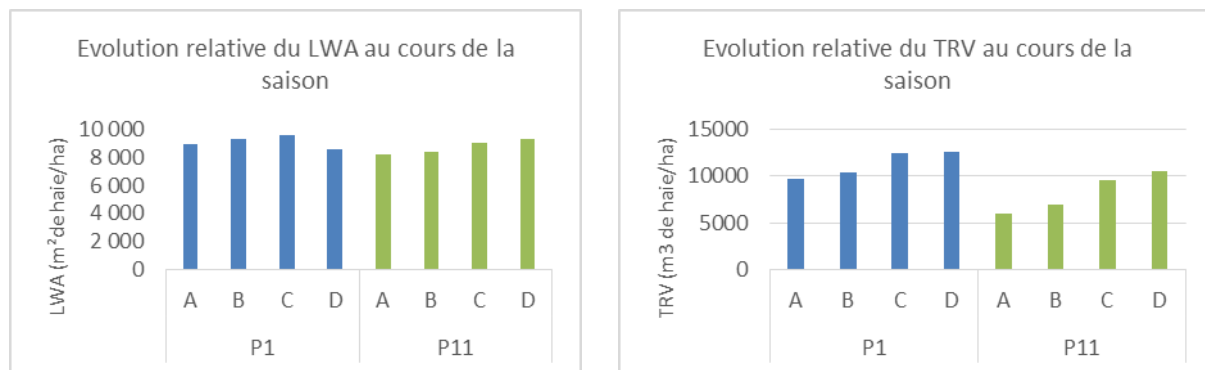


Figure 2 : exemple d'évolution des LWA (m² de haie/ha) et TRV (m³ de haie/ha) pour les parcelles P1 (7^{ème} feuille, Bedan) et P11 (5^{ème} feuille, Judor). A : notation avril, B : notation mi-mai, C : notation fin juin, D : notation début septembre

Action 2 : Caractérisation de la pulvérisation

Cette action vise à développer une méthode simplifiée de mesure de la dérive adaptée aux conditions vergers, en vue de mettre à disposition des professionnels des moyens de limitation de cette dérive à court terme. Le second objectif consiste à développer des méthodes simplifiées de mesure de la qualité de pulvérisation en verger et en conditions standardisées en vue d'identifier les combinaisons de matériels les plus performants au niveau agronomique et environnemental.

Des comparaisons des performances de différents pulvérisateurs seront donc réalisées par les différents partenaires du projet, et des essais seront conduits sur des équipements utilisés couramment en verger cidricole.

La méthode consiste à utiliser une solution d'eau contenant un traceur alimentaire. Des collecteurs plastiques sont placés sur les feuilles (répartis sur 7 zones de l'arbre) et au sol (dans les inter-rangs) puis la bouillie (eau et traceur) est pulvérisée. Après pulvérisation, les collecteurs d'une même zone sont réunis ensemble formant un même échantillon. A partir d'un dosage du colorant alimentaire dans les collecteurs, il est possible d'en déduire la distribution de la pulvérisation sur l'arbre.



Figure 3 : Photo de collecteur

Action 3 : Adaptation des doses et des volumes

Pour la première année du projet, et avant d'intégrer les données acquises dans les actions 1 et 2, cette action 3 a pour but de commencer à tester l'impact de différentes réductions de doses de produits phytopharmaceutiques. A l'avenir, l'objectif sera d'adapter la dose de matière active à la surface de végétal à traiter (LWA) en utilisant les mesures réalisées en pleine végétation.

Quatre modalités sont testées en 2015 sur la variété Douce-Moën :

- Témoin non traité
- Référence producteur
- 3/4 de la dose producteur
- 1/4 de la dose producteur

La réduction de dose concerne l'ensemble des traitements fongicides et insecticides.

En prenant l'exemple des résultats obtenus pour la tavelure sur cette parcelle de Douce Moen, la réduction des doses de matière active n'aurait que peu de conséquence sur la présence du champignon sur les feuilles. On peut observer cependant une répercussion à la récolte (Fig. 4). Utiliser seulement un quart de la dose référence producteur pourrait réduire la qualité de la récolte, et surtout ne plus suffire après plusieurs années pour contenir l'inoculum à un niveau acceptable. Cette donnée sera suivie dans le dispositif des années qui viennent.

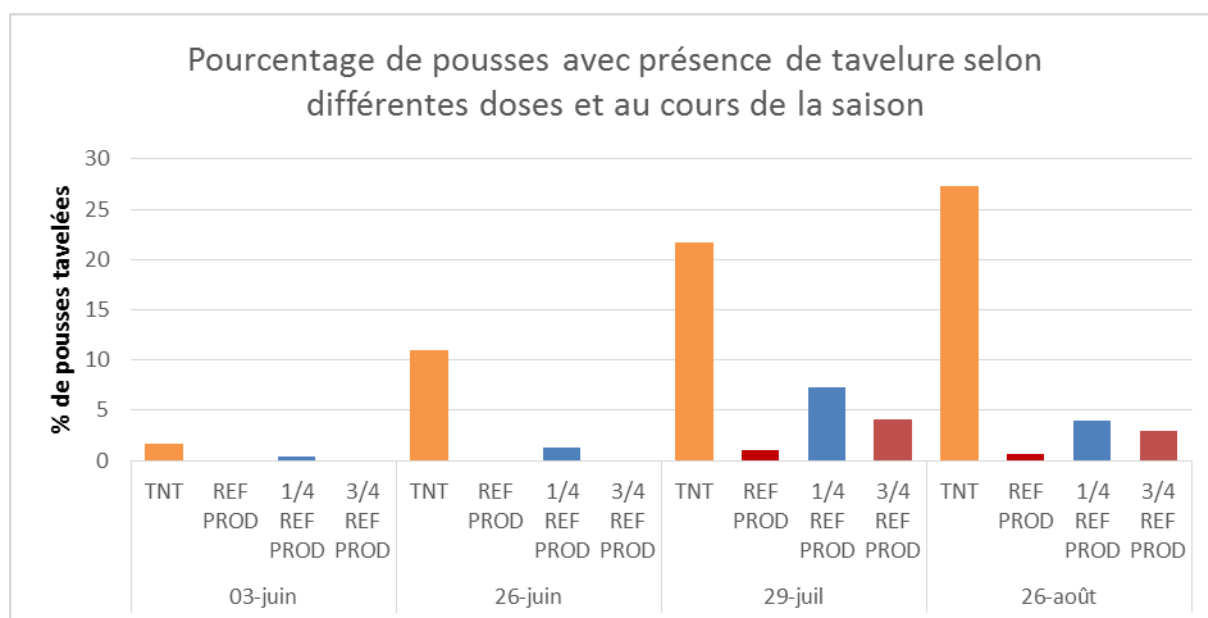


Figure 4 : Résultats des suivis de la tavelure dans les 4 modalités de l'action réduction de dose. On note la différenciation des 4 modalités à partir de la notation du 29 juillet, due aux contaminations secondaires. Celles-ci ont engendré à la récolte des repiquages importants sur les fruits.

Conclusion et perspectives

En 2016, les données de mesures du LWA et TRV acquises dans le cadre de l'action 1 pourront être utilisées pour calculer des doses ajustées au volume de l'arbre au cours de la saison. Le LWA et le TRV des pommiers à cidre étant plus importants que celui des pommiers de table, il faut se poser la question d'un ajustement particulier pour ces arbres. Les mesures de surface foliaire effectuées grâce à un outil laser par l'IRSTEA permettront d'avoir une information supplémentaire sur la surface réelle du végétal à protéger.

Les trois actions se poursuivent afin de proposer la première ébauche d'un outil d'aide à la décision fin 2017.

DEXiFruits : Un outil facile d'utilisation pour l'évaluation multicritère de la durabilité des systèmes de culture en arboriculture fruitière

Contexte et objectifs

L'amélioration de la durabilité des systèmes de production est facilitée par l'évaluation de leurs performances économiques, environnementales et sociales. Or, à ce jour, il n'existait pas en arboriculture fruitière d'outil adapté à l'évaluation de vergers déjà mis en place. Le projet avait donc pour ambition de fournir aux acteurs de terrain des filières arboricoles un outil pour évaluer la durabilité des vergers.

Partenaires et financeurs

INRA UERI Gotheron (chef de file), Agrocampus Ouest Angers, Ctifl, IFPC, INRA Paris-Grignon, Gis Fruits ONEMA, Ecophyto, Casdar, Unicid

Principes de l'outil

DEXiFruits repose sur la décomposition des 3 piliers de la durabilité en plusieurs critères hiérarchisés sous la forme d'un arbre de décision (Fig. 1). Les données nécessaires pour remplir ces critères (au nombre de 57) sont facilement récupérables sur le terrain par un arboriculteur ou un conseiller. Ils sont qualitatifs ou correspondent à des classes de valeurs (Fig. 2). Ils portent sur les caractéristiques du verger évalué et son contexte (pratiques culturales, coûts de production, rendement, aménagements, marché...). Ils sont ensuite agrégés selon une pondération et des règles de calcul, appelées fonctions d'utilité (Fig. 2).

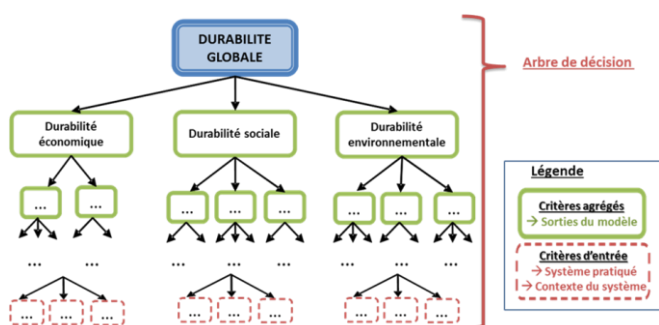


Figure 1 – Schéma de la structure de DEXiFruits

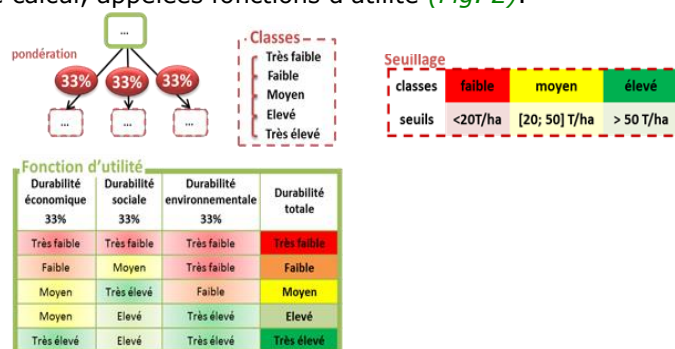


Figure 2 – Illustration des notions de classe, pondération, seuillage et fonction d'utilité

Type de sorties : quels résultats de l'évaluation avec DEXiFruits ?

A partir de cet arbre, l'outil calcule alors les performances globales des vergers évalués. L'utilisateur peut comparer les performances de son système évalué avec un système référent moyen (Fig. 3), créé pour 3 espèces fruitières (pomme à couteau, pomme à cidre et pêche). Ce « système type » correspond à des pratiques et à un contexte moyen définis nationalement par des experts des différentes filières fruits sollicités pour le projet. Dexifruits peut aussi être utilisé comme tableau de bord pour identifier les forces et les faiblesses de ces vergers et les améliorations possibles (exemple Fig. 4).

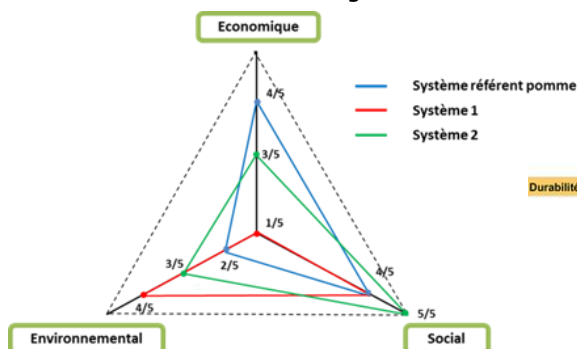


Figure 3 – Graphique de performances

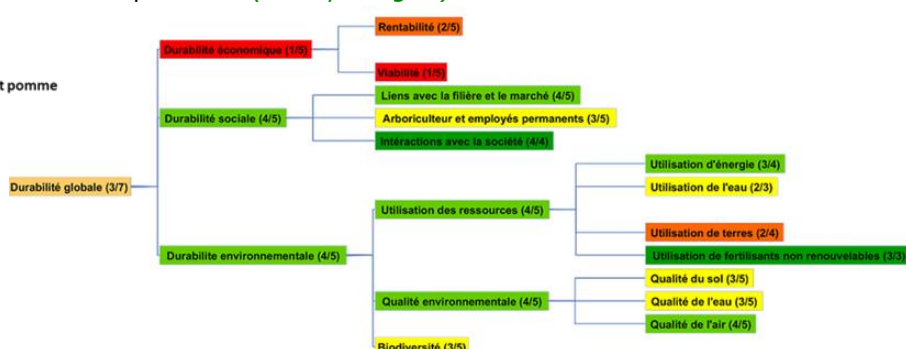


Figure 4 – Exemple de tableau de bord

L'IFPC a été impliqué dans la conception de l'arbre générique arboricole et a contribué à adapter l'outil aux spécificités de la filière cidricole, que ce soit au niveau de la pondération des critères, leur définition, le choix des seuils, la définition du système type, etc. Pour cela, plusieurs sources de données et d'expertises cidricoles ont été mobilisées (Agribalyse, Verger Cidricole de Demain, dires d'experts de la filière : CRA Normandie...). L'outil est téléchargeable gratuitement sur internet (lien sur <http://www.ifpc.eu/programmes-de-recherche/verger/dexifruits.html>) - Contact : dexifruits@listes.inra.fr

Biodiversité fonctionnelle : Apport des aménagements fleuris dans la régulation naturelle du puceron cendré en verger cidricole

Contexte

L'IFPC et ses partenaires étudient le développement de systèmes de vergers économes en intrants notamment au travers du projet CAS DAR « Verger Cidricole de Demain ». Dans le cadre de ce projet, une thèse CIFRE (IFPC, ANRT) a débuté en 2014 sur l'impact d'aménagements agro-écologiques sur la régulation naturelle du puceron cendré, ravageur majeur en phase jeune du verger cidricole. En effet, ce dernier provoque l'enroulement des feuilles et la déformation des branches, impactant la production non seulement l'année de l'infestation mais aussi les années suivantes. La mise en place de mélanges fleuris, dans et à proximité du verger, peut favoriser le contrôle biologique du puceron cendré en augmentant la présence des auxiliaires (insectes et araignées) et ainsi réduire l'usage d'insecticides.

Partenaires

IFPC (chef de file), APPCM, AGRIAL, Agrocampus Ouest, CDA 22, CRAN, EPLEFPA Alençon-Sées, EPLEFPA Le Robillard, IGEPP Rennes, INRA IRHS Angers, INRA Avignon, LPA Pays de Bray, MCB, producteurs accueillant les parcelles d'essais.

Financeurs

CAS DAR, ANRT, Régions Basse-Normandie, Bretagne, Pays de Loire et UNICID.

Une communauté d'auxiliaires diversifiée qui se succède au sein des foyers de pucerons cendrés
Au sein des vergers de producteurs du réseau « Verger Cidricole de Demain », des foyers de pucerons cendrés ont été suivis durant 3 années (2013, 2014 et 2015). Ces foyers étaient repérés au début de saison puis suivis par observations visuelles de manière hebdomadaire (comptage du nombre de pucerons cendrés, de fourmis et de la quantité, du stade et du type d'auxiliaires observés dans les foyers). Les abondances de pucerons, fourmis et auxiliaires ont ensuite été analysées suivant la distance de l'arbre à l'aménagement fleuri et les pratiques des producteurs.

Une **grande diversité d'auxiliaires** pouvant consommer des pucerons cendrés a été observée dans les foyers suivis :

- Larves de syrphes (*fig. 1 en haut à droite*)
- Adultes et larves de coccinelles (*fig. 1 en bas à gauche*)
- Forficules (communément appelé perce oreille)
- Araignées
- Pucerons parasités par des hyménoptères parasitoïdes (i.e. momies) (*fig. 1 en haut à gauche*)
- Punaises appartenant à la famille des anthocorides
- Larves de chrysopes (*fig. 1 en bas à droite*)
- Larves de cécidomyies...



Figure 1 : Quelques auxiliaires dans des foyers de pucerons cendrés © L. ALBERT - IFPC

Beaucoup de ces auxiliaires (forficules, araignées, punaises, chrysopes) sont dits généralistes, c'est à dire qu'ils peuvent aussi consommer d'autres ravageurs du verger (pucerons verts, carpocapse, acariens, champignons...).

Ces auxiliaires ne sont pas tous présents en même temps dans les foyers de pucerons cendrés (*Fig. 2*). Les larves de syrphes et de cécidomyies sont les auxiliaires présents le plus tôt dans les foyers de pucerons cendrés. Les coccinelles, forficules et araignées arrivent plus tard. Au vu du développement rapide du puceron cendré, il est intéressant que les auxiliaires puissent contrôler les populations de ce ravageur le plus tôt possible dans la saison. Les **larves de syrphes semblent être des auxiliaires intéressants à favoriser dans les vergers** du fait de leur présence précoce, de leur abondance et de leur voracité (une larve de syrphes peut consommer jusqu'à 1000 pucerons).

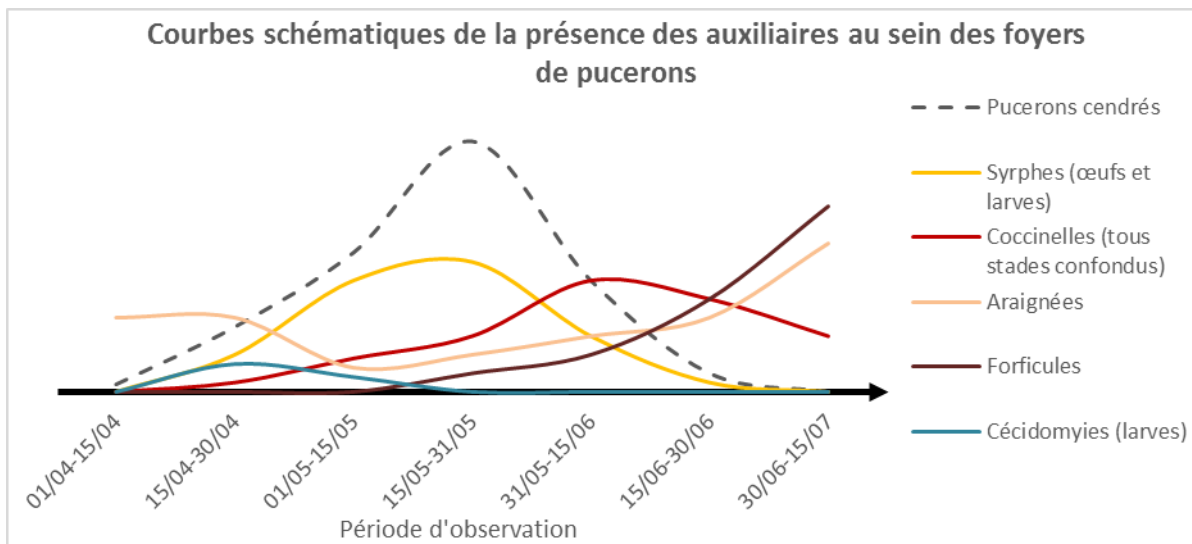


Figure 2 : Courbes schématiques de la dynamique de présence des pucerons et des auxiliaires au sein de foyers de pucerons au sein du réseau « Verger cidricole de demain »

La proximité d'un mélange fleuri favorise la régulation naturelle du puceron cendré

Les résultats de cette étude montrent que les arbres situés à proximité des mélanges fleuris sont moins infestés par les pucerons cendrés sur l'ensemble de la saison. De plus, les arbres situés à proximité des mélanges fleuris ont un plus grand nombre d'auxiliaires dans les foyers de pucerons (pour une même quantité de pucerons considérée). La mise en relation de ces deux résultats suggère que la proximité d'un mélange fleuri favorise la régulation naturelle du puceron cendré. Ceci peut s'expliquer par les différents rôles fonctionnels que ces aménagements peuvent jouer. En effet, ils fournissent :

- Refuge aux insectes et araignées lorsque le verger est perturbé
- Site d'hivernation et de reproduction
- Sources de nourriture secondaires (par exemple des pucerons non inféodées aux pommiers mais qui sont présents sur la parcelle toute l'année permettant aux auxiliaires de rester au sein du verger et d'être rapidement disponibles pour s'attaquer aux ravageurs des pommiers lorsque ceux-ci arrivent)
- Sources de nourriture de pollen et nectar essentiel au développement de certains insectes (par exemple, les syrphes se nourrissent à l'état adulte exclusivement de pollen et de nectar. Ils vont ensuite pondre dans les foyers de pucerons les plus proches de cette source de nourriture et la larve éclosse consommera alors les pucerons. La présence de fleurs précoces est donc intéressante pour attirer les syrphes adultes le plus tôt possible dans les vergers).



Figure 3 : Syrphe se nourrissant sur achillée millefeuille. © L. ALBERT - IFPC

Bien que les auxiliaires soient présents en plus grand nombre dans les foyers de pucerons cendrés situés à proximité des mélanges fleuris et diminuent leur abondance, cela ne suffit pas toujours à limiter les dégâts causés par ce ravageur. En effet, l'efficacité de la régulation naturelle n'est pas systématique car elle est sous la dépendance de nombreux paramètres (les conditions météorologiques de l'année d'étude, la synchronisation entre présence des auxiliaires et des ravageurs, les pratiques agronomiques...).

Cependant, au cours de l'étude, sur plusieurs vergers en phase de jeunesse, une régulation efficace du puceron cendré par ses auxiliaires a été observée. Dans ces cas, les auxiliaires n'ont pas entièrement éliminé les pucerons cendrés sur la parcelle mais ils ont permis de contenir son infestation dans des proportions semblables à des parcelles de référence conduites en PFI.

A l'heure actuelle, il reste encore à définir à partir de quel seuil de présence d'auxiliaires il est possible de se passer de traitements phytosanitaires. Des travaux sont en cours au sein de la filière mais aussi d'autres filières (viticulture, pomme de table, grandes cultures...) pour définir des outils d'aide à la décision intégrant ces données.

Impact des pratiques des producteurs sur la régulation naturelle du puceron cendré

Cette étude menée sur 3 ans a aussi mis en évidence l'impact de certaines pratiques sur le contrôle biologique du puceron cendré. Il a aussi été montré que la sensibilité des auxiliaires aux insecticides n'était pas la même suivant l'arthropode considéré : les forficules, araignées, syrphes et coccinelles semblent particulièrement sensibles. Le choix variétal est aussi un levier important dans la lutte contre le puceron cendré. Des variétés plus précoces semblent être plus soumises à l'infestation par ce ravageur. **Il convient donc d'adapter les pratiques des producteurs pour favoriser au mieux le contrôle biologique.**

Tests de différents mélanges fleuris

En parallèle à cette étude, un essai a été mis en place sur la station expérimentale de l'IFPC pour tester différents mélanges fleuris.

L'objectif était de pouvoir caractériser et comparer ces différents mélanges suivant des critères agronomiques (concurrence azotée, concurrence hydrique, impact de différents modes de fauche), des critères floristiques (facilité d'implantation du mélange, capacité à se ressemer d'une année à l'autre, hauteur du mélange) et des critères entomologiques (capacité à attirer des auxiliaires, pollinisateurs et arthropodes du sol) afin de fournir des éléments aux professionnels dans leur choix d'implantation de mélange fleuri.

Les données sont en cours d'analyse. Les premiers résultats semblent montrer que tous les mélanges testés ont des potentiels différents. Certains vont pouvoir s'installer rapidement et concurrencer les adventices efficacement (cas des mélanges contenant du trèfle). Ces mélanges peuvent donc être intéressants s'ils sont installés sur l'inter-rang du verger. Les communautés d'auxiliaires retrouvés dans les mélanges sont aussi différentes : certains mélanges vont attirer des communautés d'auxiliaires diversifiés (syrphes, coccinelles, chrysopes, araignées, hyménoptères parasitoïdes) et d'autres vont plutôt être favorables aux pollinisateurs (abeilles domestiques, abeilles solitaires, bourdons...). Plus le mélange aura des essences de familles différentes (Apiacées, Astéracées, Brassicacées, Fabacées...), plus la communauté d'auxiliaires présents sera diversifiée. Il revient donc aux producteurs de choisir le mélange qui répond le mieux à leurs objectifs. Il faut avant tout choisir des espèces qui correspondent au contexte pédoclimatique du verger (le coquelicot est plus adapté à un sol basique, mais ce n'est pas le cas de toutes les essences par exemple), dont la période de floraison correspond aux besoins des auxiliaires. La gestion des mélanges fleuris sera conditionnée par la hauteur des fleurs et leur localisation dans le verger.



Figure 4 : Exemple de mélange fleuri testé.
© A. GUERIN - IFPC

Conclusion et perspectives

La régulation naturelle du puceron cendré peut donc être favorisée et efficace grâce à la mise en place d'aménagements dits agro-écologiques tels que les mélanges fleuris.

La mise en place de telles infrastructures nécessite une réflexion sur l'emplacement, le choix des espèces à introduire, la gestion de celles-ci... Mais cette expérience et les premiers résultats qui en découlent montrent, qu'en conditions réelles, chez des producteurs, il est possible d'accroître la régulation naturelle du puceron grâce à la présence de mélanges fleuris. De plus, ces mélanges fleuris attirent des arthropodes qui sont capables de consommer d'autres ravageurs des vergers (acariens, carpocapse, pucerons verts, pucerons lanigères...).

Une journée technique sera organisée en juin 2016 à la station de l'IFPC de Sées et permettra de diffuser entre autres les résultats de cette étude.

Maîtriser les procédés de transformation

Maîtrise du trouble des produits cidricoles

Contexte

Les boissons limpides produites à partir de pommes à cidre (jus, cidre, pommeau) peuvent présenter, pendant leur phase de commercialisation puis de conservation avant consommation, une perte de limpidité, pouvant aller à l'encontre de l'attente de certains consommateurs et de la distribution. Cette problématique du manque de maîtrise de la limpidité étant partagée avec d'autres boissons, l'IFPC a construit un projet multi-filière portant sur les troubles d'origine colloïdaux : « La déstabilisation colloïdale des boissons limpides (jus de pomme, cidre, pommeau, bière et vins rouge et blanc) : recherche sur les mécanismes impliqués et développements d'itinéraires technologiques de prévention ».

Ce projet a été retenu dans le cadre de l'appel à projet national CAS DAR de Recherche Technologique. Il a débuté fin 2014 et se terminera mi 2018. Dans le cadre de ce projet, une thèse (co-financement de thèse IFPC & INRA département CEPIA) est dédiée spécifiquement aux produits d'origine cidricole (jus de pomme, cidre et pommeau).

Objectifs

Les objectifs poursuivis dans ce projet sont :

- i) Lever les verrous de connaissance sur les mécanismes impliqués dans l'instabilité colloïdale des différents produits grâce à la mise en œuvre d'approches couplées de chimie et de physico-chimie des macromolécules (composition et mécanismes de formation des troubles)
- ii) Améliorer et proposer des outils prédictifs fiables de l'instabilité colloïdale des produits finis, ceci afin d'optimiser les traitements préventifs et ou curatifs
- iii) A partir des connaissances acquises sur les mécanismes sous-jacents, proposer des méthodes pour favoriser la stabilité colloïdale

Partenaires

- Institut Français des Productions Cidricoles (pilote),
- Institut Français de la Vigne et du Vin (IFV),
- Institut Français des Boissons, de la Brasserie et de la Malterie (IFBM),
- INRA centre Angers-Nantes (UR 1268 Biopolymères, Interactions Assemblage – Equipe PRP), INRA centre de Montpellier (UMR A 1083 Sciences Pour l'Œnologie – Equipe SPIRAL et Halle de Biotechnologie, en collaboration avec l'UE PR),
- CNRS Centre national de la recherche scientifique (UMR 8640 CNRS-ENS-UPMC – Laboratoire de Physique Théorique et Hautes Energies, Ecole Normale Supérieure, Département de Chimie)

Financeurs

CASDAR, UNICID

Réalisation et résultats

Dans le cadre de la première phase du projet, les travaux de 2015 ont été surtout consacrés à l'analyse moléculaire fine des troubles.

L'isolement des troubles a débuté en décembre 2014 après le démarrage d'une campagne de collecte de produits troubles au niveau de la filière cidricole. Le trouble est isolé après plusieurs centrifugations (en gros et en petit volume), puis congelé et lyophilisé. Le surnageant et une partie du produit initial sont également conservés pour des analyses ultérieures.

Au total, les troubles et les surnageants de 5 cidres, 3 jus de pomme et 6 pommeaux ont été isolés. Le trouble lyophilisé représente de 0,02 g/L à 1,1 g/L dans les produits sélectionnés. Des analyses de polyphénols et d'acides aminés par LC-DAD-MS, de polysaccharides par GC-FID/MS, de composés azotés par analyse élémentaire, de minéraux et de métaux par ICP-MS, ont été réalisées.

Analyse des polyphénols du trouble

Les résultats montrent la présence de polyphénols dans les troubles des produits cidricoles avec des teneurs allant de 10 à 155 mg/g de trouble lyophilisé. Parmi les polyphénols natifs (c'est-à-dire les composés phénoliques de la pomme qui n'ont pas été oxydés) dosés dans les troubles, les procyanidines natives sont largement majoritaires puisqu'elles représentent plus de 85 % des polyphénols natifs dans les cidres et jus de pomme, et plus de 60 % des polyphénols natifs dans les pommeaux.

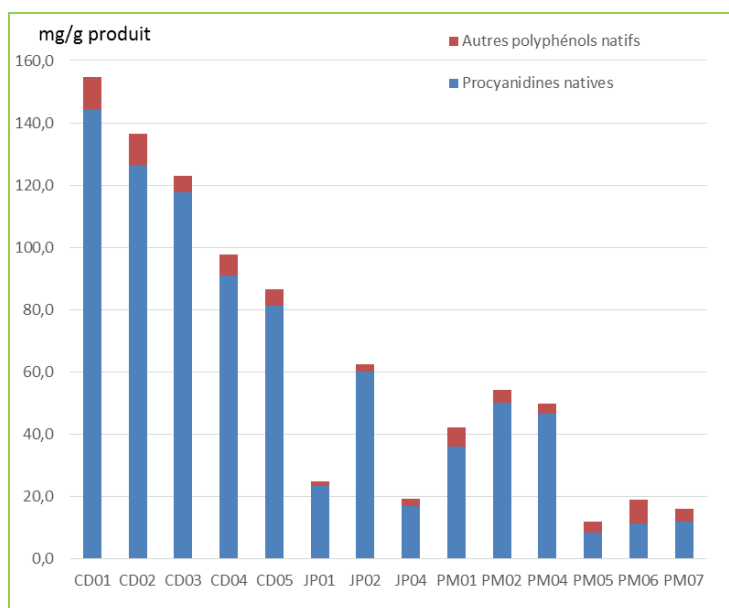


Figure 1 : Teneur en polyphénols natifs dans les troubles des produits cidricoles (CD : cidre ; JP : Jus de pomme ; PM : pommeau)

Les résultats font également apparaître que le degré de polymérisation moyen (DPM) des procyanidines (i.e. la taille des molécules) est supérieur dans les troubles par rapport à celui de la phase limpide. Toutefois, il serait nécessaire d'améliorer la méthode pour prendre également en compte le degré de polymérisation moyen des procyanidines oxydées (tanins oxydés) dans ce calcul.

Analyse des polysaccharides du trouble

Les résultats montrent la présence de polysaccharides dans les troubles des produits cidricoles avec des teneurs allant de 4 à 290 mg/g de trouble lyophilisé. Les principaux oses (sucres) constitutifs de ces polysaccharides sont le galactose (66 à 71 % du trouble lyophilisé) et l'arabinose (8 à 12 % du trouble lyophilisé), ce qui suggère que ces polysaccharides sont principalement des résidus de pectine libérés lors des opérations de clarification du moût (clarification haute ou décantation).

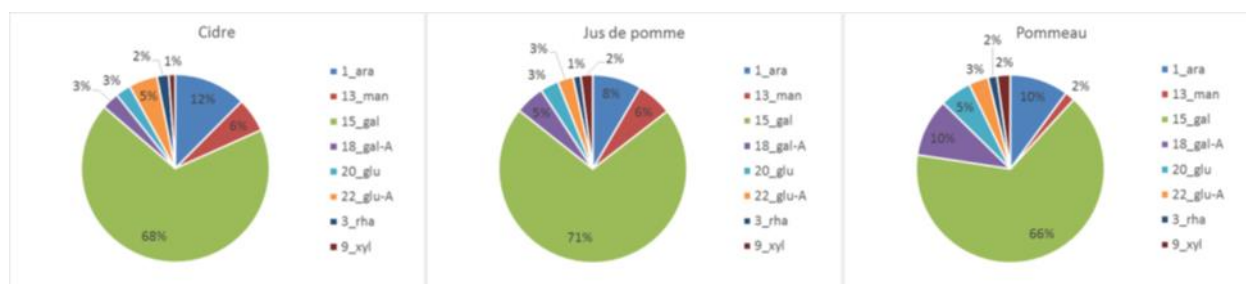


Figure 2 : Teneur relative moyenne en oses constitutifs des polysaccharides du trouble des produits cidricoles. Les oses constitutifs dosés sont l'arabinose (ara), le mannose (man), le galactose (gal), l'acide galacturonique (gal-A), le glucose (glu), l'acide glucuronique (glu-A), le rhamnose (rha) et le xylose (xyl).

Analyse des composés azotés

La teneur en azote des troubles des produits cidricoles a été obtenue par une analyse élémentaire. Les teneurs en azote exprimées en équivalent protéines sont inférieures à 2 % de trouble lyophilisé pour les cidres (CD01, 02, 03 et 05) et les pommeaux (PM01, 06 et 07), excepté pour l'échantillon PM02 où la teneur atteint 6,4 %.

Dans les jus de pomme, la teneur en azote exprimée en équivalent « protéines » est plus importante que celle des cidres et pommeaux, puisqu'elle atteint respectivement 18,7 % et 23,8 % pour les jus de pomme JP01 et JP04.

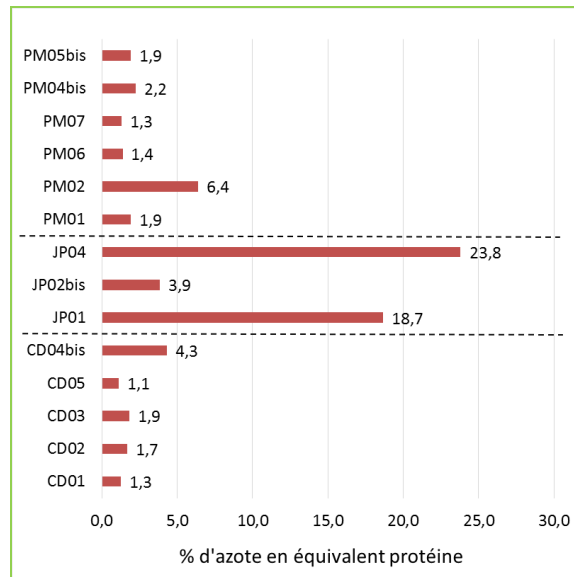


Figure 3 : Teneur relative en azote exprimée en équivalent protéine dans les troubles des produits cidricoles (CD : cidre ; JP : Jus de pomme ; PM : pommeau).

Analyse des minéraux et des métaux

Les principaux minéraux et métaux dosés par ICP-MS sont le potassium, le calcium et le magnésium, le cuivre, le fer, le bore et le zinc. L'ensemble de ces minéraux et métaux représentent moins de 1 % de la masse du trouble lyophilisé.

Conclusion et perspectives

En conclusion, l'ensemble de ces résultats permet de formuler des hypothèses concernant les composés impliqués dans la formation de trouble en fonction du type de produits. Les principales hypothèses émises concernent des interactions entre les 3 principaux acteurs (polyphénols, polysaccharides et protéines) et l'implication éventuelle d'autres facteurs tels que l'oxygène et le pH.

L'étape suivante consistera à purifier les macromolécules susceptibles d'intervenir dans la formation du trouble, à vérifier les hypothèses formulées par des expérimentations en solution modèle et à les valider sur des produits réels.

Optimiser l'hygiène en atelier cidricole

Contexte

Les précédents acquis sur la microfiltration tangentielle (MFT) ont permis de montrer qu'il était possible d'obtenir en sortie de cet appareil des niveaux de contamination très faibles (< 20 ufc/mL). De tels niveaux permettent par exemple, dans le cas de produits non pasteurisés, de limiter fortement l'impact organoleptique de certaines flores comme *Brettanomyces* responsable d'odeurs animales et de pertes de fruité. Pour être pleinement efficace, la microfiltration tangentielle doit être couplée à une chaîne de mise en bouteille n'apportant pas de contamination ultérieure. Or, il faut constater que le résultat des nettoyages et désinfections du matériel de mise en bouteille (cuve de réception après filtration, saturateur et tireuse iso-barométrique dans le cas de produits gazéifiés, ou « à plat » dans le cas de produits en prise de mousse en bouteille) n'est pas toujours parfait. Ce bilan provient d'observations effectuées soit sur des sites ayant une MFT et qui sont sujets à des repousses levuriennes en bouteille, soit sur des sites non équipés de MFT et présentant des variabilités de comportement intra-lot comme par exemple des cas de framboisé sporadique.

Objectif

L'objectif de cette étude sur l'hygiène du matériel de mise en bouteille est de fournir les éléments nécessaires aux cidriers pour leur permettre d'effectuer une mise en bouteille pauvre en germe et ainsi réduire l'occurrence des déviations organoleptiques post-embouteillage.

Partenaires

IFPC (pilote), APPCM, ARAC, CIDREF, CRA Bretagne, INRA BIA PRP Le Rheu, SPCFHN

Financeurs

FranceAgriMer, CASDAR, UNICID

Réalisation

9 diagnostics de contamination du matériel de mise en bouteille en cidrerie ont été réalisés en liaison avec les conseillers cidricoles avec l'objectif d'intégrer une large diversité de matériels. Ces diagnostics ont été réalisés sur site par l'IFPC, en collaboration avec le conseiller cidricole et le cidrier concerné. L'INRA BIA a apporté une expertise sur la réalisation du diagnostic.

Le diagnostic comporte 4 phases.

Phase 1 : Réalisation d'écouvillonnage sur différents points de la tireuse

Pour réaliser ces écouvillonnages sur des zones difficilement accessibles, certaines parties de la tireuse, en particulier les becs de tirage, sont démontés. Exemples d'écouvillonnages réalisés :



Écouvillonnage sur la canule de remplissage



Écouvillonnage du conduit permettant la mise à vide (sous la cloche, bec de tirage enlevé)

Après balayage de la surface, l'écouvillon est mis à tremper dans une solution de 10 ml. Cette solution est ensuite utilisée pour ensemencer trois types de milieux sélectifs : milieu levures totales, milieu bactéries lactiques et milieu Levures *Brettanomyces*.

Phase 2 : Evaluation de la contamination apportée par le passage du cidre dans le matériel de mise en bouteille

Pour évaluer cette contamination, de l'eau stérile est envoyée dans le circuit qu'emprunte le cidre lors de la mise en bouteille. L'eau stérile contaminée est recueillie stérilement et analysée sur le plan microbiologique avec les mêmes milieux sélectifs que ceux utilisés pour les écouvillonnages de surface.



Exemple de mise en bouteille d'eau stérile contaminée

Phase 3 (facultative) : Analyse microbiologique de cidres récemment embouteillés

Mis très récemment en bouteilles à l'atelier pour évaluer leur richesse en flore levurienne et bactérienne, l'objectif est de comparer l'ordre de grandeur de la contamination dans un produit embouteillé et celle apportée par le matériel. Il s'agit de hiérarchiser les causes de contamination : matériel ou cidre. Cette phase n'est pleinement informative que dans le cas où il n'y a pas de flore ajoutée à la mise en bouteille. Les milieux de culture sont les mêmes que ceux des deux phases précédentes.

Phase 4 (facultative) : Evaluation d'une procédure de nettoyage et désinfection

Le principe est d'évaluer la contamination, soit par écouvillonnage soit en faisant circuler de l'eau stérile, avant et après la procédure.

Résultats obtenus

On constate une forte hétérogénéité des résultats. La contamination de l'eau stérile occasionnée par le matériel de mise en bouteille est très variable entre les différentes cidreries. Si cette contamination est répartie de façon homogène au cours d'un embouteillage moyen (50HL), les apports par le matériel de mise en bouteille estimés sont de 0,001 à 100 ufc/mL. Le niveau de contamination peut être supérieur au niveau relevé sur un produit microfiltré (< 20 ufc/mL). Sur le plan qualitatif, on note dans 3 des 4 ateliers une contamination en levures *Brettanomyces*. La présence de bactéries acétiques n'est relevée que dans l'atelier le plus contaminé.

Pour tous les ateliers diagnostiqués, il n'y a pas de liaison entre le type de soutireuse (à « plat » ou isobarométrique) et le niveau de contamination apporté par le matériel.

Les résultats obtenus par les écouvillonnages permettent de mettre en évidence des points de contamination plus délicats. Les points les plus contaminés sont par exemple : i) les zones de rétention (coupelles dans les becs de tirage), ii) le système de mise à vide et de mise à la pression atmosphérique, iii) le haut de cloche et parfois iv) le système de mise à niveau. Ces zones ne sont à priori pas correctement balayées par les solutions de nettoyage et désinfection lors du lavage du matériel.



Coupelle de bec de tirage



Système « snif » de mise à vide

En 2015, deux essais ont été conduits pour évaluer l'impact de procédures de désinfection.

Le premier essai a été réalisé sur le principe d'une pasteurisation de la tireuse avec un passage dans la tireuse tous becs ouverts d'eau chaude perdue à 63°C (température mesurée en sortie de bec) pendant 10 minutes. Les résultats obtenus par passage d'eau stérile avant et après traitement thermique montrent que la contamination en levure a baissé de façon importante avec une réduction d'un facteur 5 000. Les écouvillonnages également réalisés avant et après montrent des résultats similaires avec, dans la majorité des cas, une absence de contamination mesurable. Cette technique thermique présente l'avantage, en chauffant par conduction l'ensemble de la tireuse, d'éliminer des microorganismes dans des zones que les produits de nettoyage et désinfection n'atteignent que peu ou pas. La contrepartie est de disposer d'une production d'eau chaude avec un débit suffisant et un matériel compatible à la chaleur.

Le second essai réalisé par désinfection chimique (eau sulfité à 200 mg/L et acidifiée à pH 3) a donné des résultats un peu moins satisfaisants, mais permet néanmoins de diminuer la charge levurienne d'un facteur 100 à 1000.

Conclusion et perspectives

Cette étude montre qu'il est possible de disposer d'un matériel de mise en bouteille très faiblement contaminant. Sur le plan pratique, il ressort que le matériel le moins contaminant est aussi celui qui est démonté très régulièrement.

Des essais de validation de procédure de désinfection seront reconduits en 2016 sur des ateliers différents. Une attention particulière sera portée sur une procédure de désinfection de tireuse isobariométrique dont les circuits sont tous difficiles à atteindre.

Ces résultats ont été présentés dans le cadre d'une journée technique organisée par l'UMT Novacide en juillet 2015 à destination des professionnels et techniciens de la filière cidricole.

REALISATIONS DE PILOTES EXPERIMENTAUX

Contexte et objectifs

Pour les projets de recherche et d'expérimentation, l'IFPC a besoin de matériels aux contraintes spécifiques. La plus importante est sans doute la nécessité de travailler avec de faibles volumes, de quelques litres à quelques dizaines de litres. Les fermentations sont en général réalisées dans des fermenteurs de 3 L et 15 L. Il faut pouvoir traiter les cidres expérimentaux comme de « vrais cidres » et leur faire subir des opérations classiques : filtration, gazéification, mise en bouteille. Il est difficile dans cette gamme de volume, intermédiaire entre du matériel de laboratoire (quelques ml à quelques centaines de ml) et du matériel de série (avec un minimum de quelques centaines de litres) de trouver du matériel parfaitement adapté. A cette exigence de volume, viennent se greffer d'autres contraintes comme le contrôle des gaz dissous (O_2), la faible contamination du matériel et de façon plus transversale l'assurance d'une reproductibilité des opérations unitaires. Au-delà du matériel utilisé pour des opérations de transformations classiques, il peut être nécessaire de développer des appareils spécifiques. Depuis plusieurs années, l'IFPC conçoit et réalise dans le cadre de l'UMT Novacidre avec l'INRA BIA PRP du matériel pilote adapté à ses besoins de R&D.

Partenaires : INRA BIA équipes PRP, PVPP et CRAIS, Agrocampus Ouest, COREC, IRSTEA, PAO

Financeurs : CAS DAR, MAAF, Régions Bretagne, Basse-Normandie et Pays de la Loire, Unicid

Principes de réalisation

La réalisation des pilotes comporte plusieurs étapes : i) définition du cahier des charges, ii) recherche sur le marché de matériel pouvant s'approcher des besoins et iii) suivant les cas modification ou adaptation d'un appareil de série ou création complète du matériel. Le prototype conçu est ensuite mis à l'épreuve pour aboutir à une version finale opérationnelle avec la chaudronnerie définitive.

Les pilotes réalisés sont conçus autour d'automates qui permettent une utilisation automatique (cycle) ou semi-automatique avec des commandes séquentielles pour contrôler par exemple des vannes aseptiques ou des vérins. La programmation des automates (contrôleurs logiques) est faite en interne suivant les besoins et les objectifs prédéfinis et la stabilité des programmes est ensuite éprouvée. La partie chaudronnerie inox est sous-traitée à une société spécialisée.

Exemple de réalisation de pilotes expérimentaux

Les principaux pilotes réalisés sont une tireuse iso-barométrique, une capsuleuse, un micro-filtre tangential, un pilote de propagation de levures, une presse instrumentée et un extracteur d'arôme.

Micro-filtre tangential

Pour cet équipement, les principales contraintes étaient de limiter fortement la prise d'oxygène lors de la filtration et surtout minimiser les volumes de cidre ou de moût perdus. Dans les quelques pilotes commerciaux proposés, les volumes résiduels (ou volumes morts) perdus dans la machine ne sont pas du tout optimisés (de 5 à 10 litres) pour de petits volumes filtrés mais conçus pour des volumes traités de l'ordre de la centaine de litres. Ce volume mort est important pour nos expérimentations où les volumes traités sont généralement faibles avec 6 à 20 litres. Dans le pilote MFT conçu par l'IFPC, ce volume a été réduit à 1,2 litre.

Une séquence automatisée de remplissage en eau du pilote et de purges à l'azote permet d'assurer une très faible prise d'oxygène lors de la filtration.

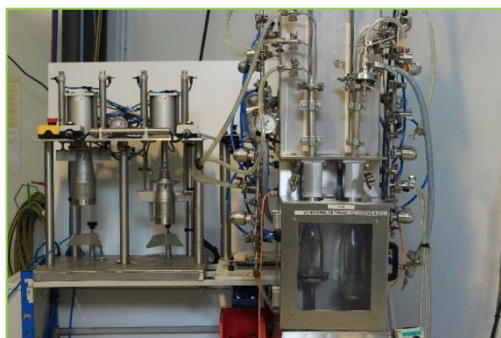
Enfin, ce matériel permet aussi la récupération presque totale du retentât de filtration, ce qui est utile par exemple pour concentrer les levures ou les bourbes.

Au final, la construction de ce pilote est structurée autour de la membrane de filtration et de son carter, seule pièce achetée au fabricant de micro-filtre tangential.



Micro-filtre tangential pilote

L'embouteillage (tireuse isobariométrique et capsuleuse)

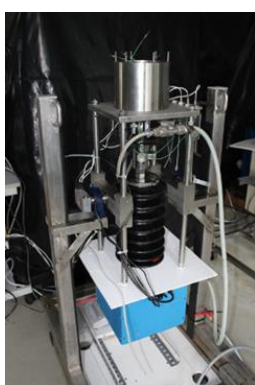


Tireuse isobariométrique et capsuleuse

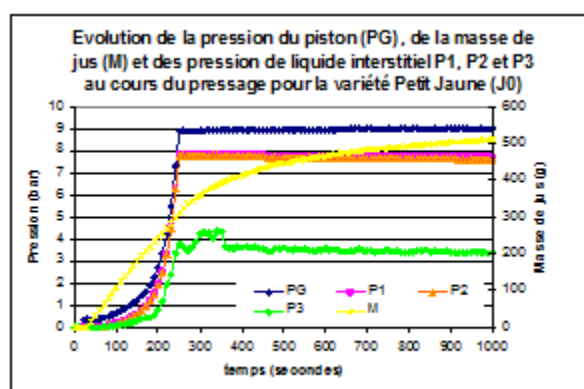
Sur la capsuleuse et la tireuse iso-barométrique, les contraintes étaient de pouvoir mettre en bouteille un produit gazéifié, ceci totalement à l'abri de l'oxygène et dans des conditions pauvres en germe pour conserver des produits non pasteurisés sans biais microbiologique. Là encore, le matériel pilote commercial ne répondait pas à nos exigences expérimentales. Pour la tireuse iso-barométrique, l'option choisie a été de remplacer les systèmes de cames, l'option choisie a été de remplacer les systèmes de cames par des vannes pneumatiques aseptiques et de réaliser une véritable purge de la bouteille au CO₂ avant remplissage du produit. Le cycle automatique de tirage (inertage / mise en pression / remplissage / mise à l'air) permet une mise en bouteille de 2 bouteilles à la minute, débit adapté à nos volumes de travail les plus courants d'une quinzaine de litres.

Presse instrumentée

L'étude de l'optimisation des rendements d'extraction nécessite de disposer d'une presse permettant de comprendre un certain nombre de phénomènes physiques lors du pressage. Dans le cadre du projet de R&D « Optipress », une presse instrumentée à l'aide de capteurs de différentes grandeurs (pressions, vitesses, volumes) a été conçue spécifiquement. Le cahier des charges de la presse instrumentée a été réalisé par l'INRA BIA (Equipes PVPP, CRAIS et PRP) ainsi que l'IFPC. Les données sont enregistrées automatiquement et transférées vers un fichier « excel » (cf. compte-rendu d'activité 2014 de l'IFPC). Ce projet Optipress était également conduit avec d'autres partenaires : IRSTEA, Agrocampus Ouest, PAO, COREC.



Presse instrumentée



Exemple de sorties graphiques automatisées

Extracteur d'arômes



Extracteur d'arômes

L'IFPC développe depuis plusieurs années d'importants travaux sur la composante aromatique des cidres. Il est apparu nécessaire de pouvoir extraire des fractions aromatiques sur de grands volumes de cidre (5 à 10 L) sous vide à basse température, afin de les étudier (analyses chromatographiques, analyses sensorielles). La réalisation de l'extraction sous vide est fastidieuse même à l'échelle laboratoire sur de petits volumes (100 mL). Un pilote a donc été conçu et construit en partenariat avec l'INRA BIA PRP du Rheu pour minimiser la présence humaine nécessaire lors d'extractions qui peuvent durer jusqu'à 8 h.

L'automate ainsi réalisé permet un contrôle et une régulation précise du vide (1 mbar) et de la température d'extraction (10 à 20°C).

Conclusion

D'autres matériels restent encore à réaliser (carbonatation, laveuse...) pour faciliter et fiabiliser les travaux de recherche et d'expérimentation. Certains de ces équipements ont suscité l'intérêt de chercheurs et d'ingénieurs d'autres organismes de recherche ou centres techniques, c'est une reconnaissance des compétences des équipes de l'IFPC qui ouvre de nouvelles perspectives de collaboration.

Autres programmes en cours

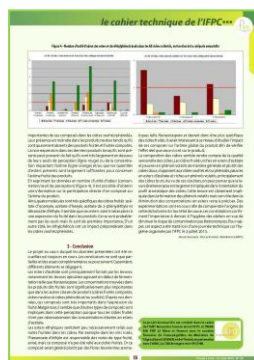
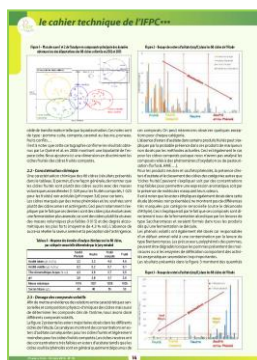
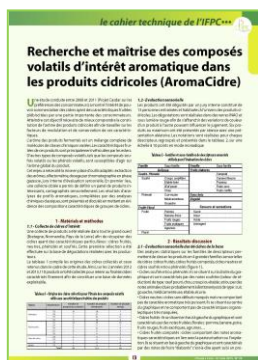
Thèmes et objectifs	Partenaires techniques de l'IFPC
Conduite de l'arbre et éclaircissage mécanique en verger cidricole <ul style="list-style-type: none"> • Etablir les conditions de mise en œuvre des techniques de conduite et leur incidence technico-économique, optimiser les techniques d'éclaircissage mécanique 	CRAN, AGRIAL, APPCM, INRA (groupe MAFCOT), Ctifl, Agrocampus Ouest Angers
Etude des techniques de l'agriculture biologique en verger cidricole <ul style="list-style-type: none"> • Disposer de références techniques adaptées au verger cidricole • Proposer des techniques transposables en verger conventionnel 	CRAN, GRABs de Normandie, ITAB, Ctifl, INRA groupe « verger durable »
Fertilisation et entretien du sol en verger jeune en AB <ul style="list-style-type: none"> • Comparer différentes stratégies de fertilisation et de gestion du sol en AB 	ACTA et ITAB (pilotes ATT AB), 10 ITAs dont Ctifl et IFV, CRAN
Gestion et modélisation de la tavelure en verger cidricole <ul style="list-style-type: none"> • Comparer différents outils de modélisation de la tavelure avec des observations réelles de projection de spores en verger 	Techniciens de la filière cidricole
Evaluation de l'intérêt de l'utilisation d'huiles essentielles (HE) dans des stratégies de protection des cultures (projet CAS DAR) <ul style="list-style-type: none"> • Développer des stratégies de protection des vergers incluant des HE 	ITAB (pilote), réseau de 13 partenaires dont l'IFPC, IFV, CRAN
PEPS : Fruits à PEPins et Stimulation des défenses (projet CAS DAR) <ul style="list-style-type: none"> • Intégrer les Stimulateurs de Défenses de Plantes dans les itinéraires techniques du verger de pommier tout en réduisant l'usage des pesticides classiques 	INRA (pilote), IFPC, Ctifl, GRAB, CEFEL, CEHM, INVENIO, Station de La Morinière et La Pugère, ELH
Dépérissement d'arbres adultes en verger cidricole <ul style="list-style-type: none"> • Comprendre les phénomènes de dépérissement du pommier et dégager des hypothèses sur leurs origines 	APPCM, CDA 22, CRAN, Ctifl
Diagnoplant « maladie et ravageurs du pommier » <ul style="list-style-type: none"> • Développer une application web et smartphone de reconnaissance des maladies et ravageurs 	INRA, IFPC, Ctifl, Gis Fruits
Verger cidricole de demain : évaluation et diffusion de systèmes de production agro-écologiques à double performance économique et environnementale (projet CAS DAR) <ul style="list-style-type: none"> • Concevoir des systèmes de vergers innovants viables économiquement, répondant aux besoins de l'aval et de haute valeur environnementale et conformes aux attentes sociétales 	IFPC (pilote), CRAN, CDA 22, APPCM, MCB, OP AGRIAL, EPLEFPA Sées, Le Robillard, LPA de Brémontier Merval, INRA IRHS, Agrocampus Ouest, ACTA Info
Guide de co-conception de systèmes de production fruitière économes en produits phytopharmaceutiques <ul style="list-style-type: none"> • Outil pour mettre en œuvre des systèmes de production économes en produits phytopharmaceutiques et économiquement viables 	Gis Fruits et ses partenaires (INRA, ITA dont Ctifl, APCA, enseignement, techniciens)
API-AGRO : Plateforme de références agronomiques au service du pilotage des systèmes agricoles et de suivi de l'état du milieu (projet CAS DAR) <ul style="list-style-type: none"> • Construire une plate-forme informatique permettant de partager des références agronomiques communes 	ACTA (pilote), réseau de 11 partenaires dont Ctifl et IFV
Conservation des fruits au verger <ul style="list-style-type: none"> • Connaître les altérations fongiques au verger et tester des stratégies alternatives 	AGRIAL, APPCM, CDA 22, CRAN
Outil de diagnostic agro-écologique des exploitations (CAS DAR) <ul style="list-style-type: none"> • Développer un outil pour accompagner les agriculteurs dans leur réflexion autour des performances de leur exploitation, de leurs pratiques et leurs démarches 	ACTA (pilote), nombreux ITAs dont Ctifl, IFV, ITAB ; INRA, MAAF
Base de données « résidus » : un outil pour la profession cidricole <ul style="list-style-type: none"> • Réaliser une veille et constituer une base de données pour les professionnels 	APPCM, CDA 22, CRAN
Stabilité microbiologique des produits cidricoles (Cistab) <ul style="list-style-type: none"> • Etude d'itinéraires technologiques permettant l'épuisement de moûts initialement très riches en azote assimilable. Optimisation de l'hygiène des matériels. 	APPCM, ARAC, CRA Bretagne, CIDREF, SPCFHN, IFV
Maîtrise aromatique des cidres (Aromacide) <ul style="list-style-type: none"> • Comprendre la construction de l'arôme des cidres et dégager des solutions pratiques en vue de moduler les caractéristiques aromatiques des produits 	ARAC, CRA Bretagne, CIDREF, SPCFHN, INRA BIA PRP, groupe ECLOR, Les Celliers Associés
INNOVAROMA <ul style="list-style-type: none"> • Identifier les composés du fruité et comprendre les interactions aromatiques 	IFV (pilote), ESA, INRA, ONIRIS, AgroParisTech, PAO, COREC
Diversité des levures de fermentation (projet CAS DAR) <ul style="list-style-type: none"> • Evaluer les intérêts technologiques et organoleptiques de différentes souches de levures isolées de cidres dans le but d'améliorer la qualité des produits 	IFV (pilote), ITAB, ISVV, INRA BIA équipe PRP Le Rheu, UMT Novacidre, RMT FIDELE
CICHROM <ul style="list-style-type: none"> • Comprendre les déterminants de couleur des produits cidricoles et proposer des solutions technologiques pour la maîtrise 	INRA BIA PRP, UMT Novacidre, Laboratoire GRAPPE (ESA Angers), PNSCM (Université Rennes 1), PAO, COREC.
Identification de nouveaux leviers pour renforcer le fruité des calvados, en réponse aux nouvelles attentes des consommateurs <ul style="list-style-type: none"> • Améliorer le fruité des calvados et eaux-de-vie de cidre 	IDAC (pilote), IFPC, ARAC

La diffusion de l'information

Articles techniques

En 2015, l'IFPC a publié plusieurs articles dans la revue de la filière cidricole « Pomme à cidre » :

- ✓ Les porte-greffes du pommier à cidre – « Pomme à cidre » n°38, juillet 2015
- ✓ Recherche et maîtrise des composés volatils d'intérêt aromatique dans les produits cidricoles (Aromacidre) – « Pomme à cidre » n°39, octobre 2015



Article « Aromacidre » paru dans la revue « Pomme à Cidre » n°39, oct 2015

Outils pratiques pour la filière

L'IFPC a réalisé et communiqué en septembre 2015 les **prévisions de récolte** pour la filière. Au cours de la récolte, l'IFPC a diffusé plusieurs **notes d'informations** sur la dynamique de chute des fruits, et l'évolution des maturités. Enfin, l'IFPC a contribué au **BSV arboriculture fruits transformés** inter régional (23 n°).

Les colloques et journées d'information techniques

En 2015, Les **Entretiens Cidricoles** organisés dans le cadre du salon SIVAL à Angers ont eu pour thème : « *Qualité organoleptique des cidres et procédés* ». Ils se sont déroulés devant une assistance de 150 personnes dont de nombreux professionnels. Ils ont permis de faire un état des connaissances sur certaines composantes majeures de la qualité des cidres et les moyens de les maîtriser.



150 personnes ont assisté aux Entretiens Cidricoles en 2015



SIVAL Angers – Stand IFPC

Les **8èmes Rencontres du Végétal** organisées à Angers les 12-13 janvier 2015 avaient pour thème « *Compétitivité et efficience des filières du végétal spécialisé : quels leviers d'action variétaux, agronomiques, technologiques et organisationnels ?* ». L'IFPC y a fait deux communications orales : **Albert L, Franck P, Gilles Y, PLantegenest M, 2015. Impact des infrastructures agro-écologiques sur la régulation naturelle de deux ravageurs majeurs du pommier cidricole dans le cadre d'un essai système** **Guerin A, Guillermin P, Gilles Y, 2015. Verger cidricole de demain : évaluation et diffusion de systèmes de production agro-écologiques à double performance économique et environnementale**

Début juillet, l'IFPC et l'INRA, dans le cadre de l'UMT NOVACIDRE et en partenariat avec l'IFV, ont organisé une **journée technique dédiée à la gestion de l'hygiène en cidrerie**. Cette journée, qui a réuni une cinquantaine de personnes, était destinée aux professionnels en contact direct avec l'élaboration des produits, ainsi qu'aux conseillers cidricoles. Elle a permis de rappeler l'importance de l'hygiène dans la maîtrise de la qualité des produits avant de rentrer plus en détail dans les techniques et pratiques d'application de l'hygiène tant des locaux que des matériels.



Une journée « portes-ouvertes » sur le thème du matériel végétal a eu lieu sur la Station Cidricole de Sées le 8 septembre 2015. Cette journée, organisée avec l'aide de nombreux partenaires (pépinières Dalival, INRA d'Angers IRHS, CRA de Normandie, CA des Côtes d'Armor, APPCM) a été l'occasion de présenter les travaux en cours sur le matériel végétal, avec la visite des parcelles expérimentales (porte-greffes, nouvelles variétés sélectionnées, nouveau programme de sélection en cours, variétés européennes...). Un espace était réservé aux partenaires souhaitant également présenter leurs travaux et résultats sur les variétés régionales et locales.



L'IFPC a également participé à des journées d'échanges ou de formation comme par exemple une journée consacrée au problème du dépérissement du pommier auprès des producteurs membres des Celliers Associés ; 2 interventions auprès d'étudiants de la formation CSIL Cidricole de L'EPLEFPA Le Robillard ou encore une participation à 3 journées de formation en transformation organisée par la CRA de Bretagne. L'IFPC s'implique également dans l'animation des techniciens de la filière (réunions techniques d'échanges et de projets).

L'IFPC également a participé au colloque organisé conjointement par le Ministère de l'Agriculture (DGER) et l'ACTA en juillet 2015 dédié au bilan des actions financées par le CASDAR, avec une présentation de ses travaux sur la qualité.

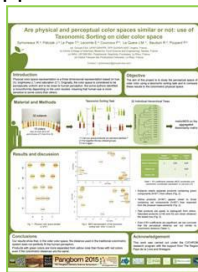
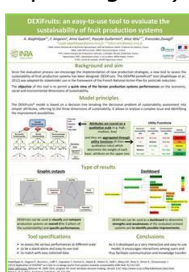
Communications à destination de la communauté scientifique

L'IFPC a participé à la rédaction de deux articles dans des revues scientifiques à comité de lecture :

- ✓ Could cider aroma modify mouthfeel properties ? R. Symoneaux, **H. Guichard**, JM Le Quéré, A. Baron, S. Cholet – Food Quality and Preference, 2015, 11-17
- ✓ Fruit quality prediction on cider apple : effect of annual fruit load, soil and climate – P. Guillermin, **B. Piffard, J. Primault, N. Dupont, Y. Gilles** – ISHS Acta Horticulturae 1099 : II International Symposium on Horticulture in Europe, 2015

Plusieurs posters ou présentations orales ont été réalisés dans le cadre de différents colloques scientifiques en Europe :

- **11th Pangborn Sensory Science Symposium**, 23-27 august 2015, Gothenburg, Sweden
 - ✓ Symoneaux R., Palczak J., Le Pape T., Lecomte E., Courcoux P., Le Quere J.M. , **Bauduin R., Poupard P.** 2015. Are physical and perceptual color spaces similar or not: use of Taxonomic Sorting on cider color space.
 - ✓ Symoneaux, R., **Poupard, P., Bauduin, R.**, Guyot. S., Le Quere, J.M., 2015. The Color of Cider : cider color preferences and cider consumption.
- **Colloque Inter UMT organisé par l'ACTIA le 7 octobre 2015**
 - ✓ **Bauduin R**, Le Quéré JM, Papineau P, 2015. Création d'un outil d'étude des limitations de rendement d'extraction de moût de pomme : une presse instrumentée
 - ✓ **Poupard P.** La couleur des cidres : espace couleur, nuancier et préférences Consommateurs.
- **Colloque européen Pure « IPM Innovation in Europe »** du 14 au 16 janvier 2016 à Poznan (Pol) :
 - ✓ Alaphilippe A., Angevin F., **Guérin A.**, Guillermin P., Vélou A., Zavagli F., 2015. DEXIfruits : an easy-to-use tool to evaluate the sustainability of fruit production systems
- **Colloque national de doctorants SPE** du 1^{er} au 3 juillet 2015, INRA Rennes
 - ✓ **Albert L**, Franck P, **Gilles Y**, PLantegenest M., 2015. Biological control of the rosy apple aphid (*Dysaphis plantaginea*) in cider appel orchards.



De nombreuses informations sont disponibles sur le site internet de l'IFPC www.ifpc.eu comme par exemple des fiches sur l'état d'avancement des programmes d'expérimentation dans la rubrique « programmes de recherche » ou bien les articles techniques disponibles dans la rubrique « Infos techniques ». On y trouve également les communications réalisées dans les colloques ou journées techniques. Une partie des informations est également mise à disposition au travers d'autres relais comme par exemple le portail Ecophytopic (<http://arboriculture.ecophytopic.fr/arboriculture>) ou le site Qui Fait Quoi de l'ITAB (<http://qfq.itab.asso.fr/>).

Organisation

Président Directeur Directeur Technique et Responsable « Production » Responsable « Transformation » et Halle Technologique Responsable Station Cidricole	Denis ROULAND • denisrouland@orange.fr Jean-Louis BENASSI • jl.benassi@cidre.net Yann GILLES • yann.gilles@ifpc.eu Rémi BAUDUIN • remi.bauduin@ifpc.eu Jean LE MAGUET • jean.lemaguet@ifpc.eu
---	---

Le Conseil d'Administration (arrêté du 27 novembre 2013)

Le Conseil d'Administration, nommé pour 3 ans, est composé de 25 membres : 10 transformateurs, 10 producteurs, 2 représentants des salariés, 1 représentant des pépiniéristes, de l'INRA et de FranceAgriMer. Sont invités de droit le commissaire du gouvernement et le contrôleur général économique et financier.

Des experts permanents (voix consultative uniquement) prennent également part aux travaux du Conseil d'Administration

Administrateurs

Représentants des transformateurs	Représentants des producteurs
Gilles BARBE Patrice BREUIL Bruno DESLANDES Xavier DE SAINT POL Jean-Pierre FOURNIER (vice-président) Guillaume JAN Corinne LEFEBVRE Nathalie LEGAVRE Didier LEPILEUR Philippe MUSELLEC (vice-président)	Jacques BAUX Marie BOURUT (vice-présidente) Yves FOURNIER Patrick GUYON (vice-président) Michel LE GOAS Thomas PELLETIER Jean-Baptiste ROLLO Denis ROULAND (Président) Guy STEPHAN David TURPIN
Représentants des salariés	Représentant des pépiniéristes
Gilles ROELEN Michel TRETON	Bruno ESSNER
Représentant de FranceAgrimer	Représentant de l'Inra
Le Directeur Général de FranceAgriMer ou son représentant	Le Président-Directeur-Général de l'INRA ou son représentant

Invités de droit (voix consultative uniquement)

Contrôleur Général Economique et Financier	Commissaire du Gouvernement
Guy CORREA	Arnaud DUNAND

Le Conseil Scientifique et Technique

La liste des membres du Conseil Scientifique et Technique est arrêtée par le Conseil d'Administration. Le CST est composé de 14 experts externes.

Président : Jean-Louis ESCUDIER (INRA)	
Didier ANDRIVON (INRA) Violaine ATHES-DUTOUR (INRA) Patrick BOIVIN (IFBM) Claude COUREAU (Ctif / La Morinière) Laurence GUERIN (IFV) Pascale GUILLERMIN (Agrocampus Ouest INHP) Marc LATEUR (CRA Gembloux – Belgique)	François LAURENS (INRA) Jean-Michel LE QUERE (INRA) Daniel PLENET (INRA) Catherine RENARD (INRA) Jean-Marie SABLAYROLLES (INRA) Sylvaine SIMON (INRA)

Les adresses de l'IFPC

Direction et comptabilité	Site de Sées (siège social)	Site du Rheu
UNICID / IFPC 123 rue Saint Lazare 75008 PARIS Tél : 01.45.22.24.32 Fax : 01.45.22.24.85	Station Cidricole La Rangée Chesnel 61500 SEES Tél : 02.33.27.56.70 Fax : 02.33.27.49.51	Laboratoire Cidricole Domaine de la Motte 35650 LE RHEU Tél : 02.99.60.92.84 Fax : 02.99.60.92.85

Compte-rendu d'activité 2015

JUIN 2016

Crédit photos : IFPC

Partenaires financiers

Région BASSE NORMANDIE
 MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DE L'AGROALIMENTAIRE ET DE LA FORÊT
 ONEMA
 Office national de l'eau et des milieux aquatiques
 ÉCOPHYTO
 RÉDUIRE ET AMÉLIORER L'UTILISATION DES PHYTOS
 Région HAUTE NORMANDIE
 FranceAgriMer
 Région BRETAGNE
 Région PAYS DE LA LOIRE
 Avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale "Développement agricole de rural"
 "La responsabilité du Ministère chargé de l'Agriculture ne saurait être engagée"

Partenaires professionnels

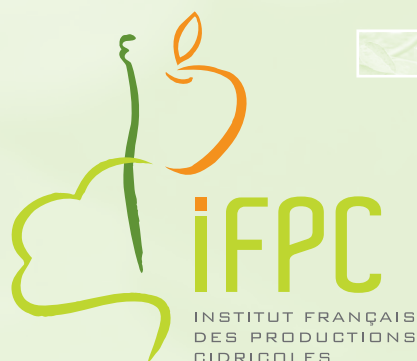
UNICID
 I-D·A·C
 A.P.P.C.M.
 MAISON CIDRICOLE DE NORMANDIE
 Maison Cidricole de Bretagne

Membre des réseaux

ACTA
 Le réseau des instituts des filières animales et végétales
 ITAI
 INSTITUT TECHNIQUE AGRO-INDUSTRIEL
 cti
 réseau
 COMPÉTITIVITÉ TECHNOLOGIE INNOVATION

Principaux partenaires Recherche et Développement

UMT NOVALIDRE
 INRA SCIENCE & IMPACT
 AGRO CAMPUS OUEST
 agricultures & TERRITOIRES CHAMBRE D'AGRICULTURE BRETAGNE
 IFV INSTITUT FRANÇAIS DE LA VIGNE ET DU VIN
 ITAB Institut Technique de l'Agriculture Biologique
 agricultures & TERRITOIRES CHAMBRE D'AGRICULTURE NORMANDIE
 A.R.A.C.
 agricultures & TERRITOIRES CHAMBRE FRANÇAISE DES DRAGONNIERS
 Ctifl
 GIS Fruits
 irstea
 cnrs
 IFBM Institut Français des Boisseries, de la Brasserie et de la Malterie
 esq ESCOLE SUPERIORES DE AGRICULTURAIS ANGRA COLA
 Oniris
 ISVV INSTITUT DES SCIENCES DE LA VIGNE ET DU VIN BORDEAUX AGOSTINELLI
 ceo INNOVATION



Siège social : Station cidricole
 La Rangée Chesnel 61500 SEES
 ☎ 02 33 27 56 70 📠 02 33 27 49 51 • www.ifpc.eu
expe.cidricole@ifpc.eu