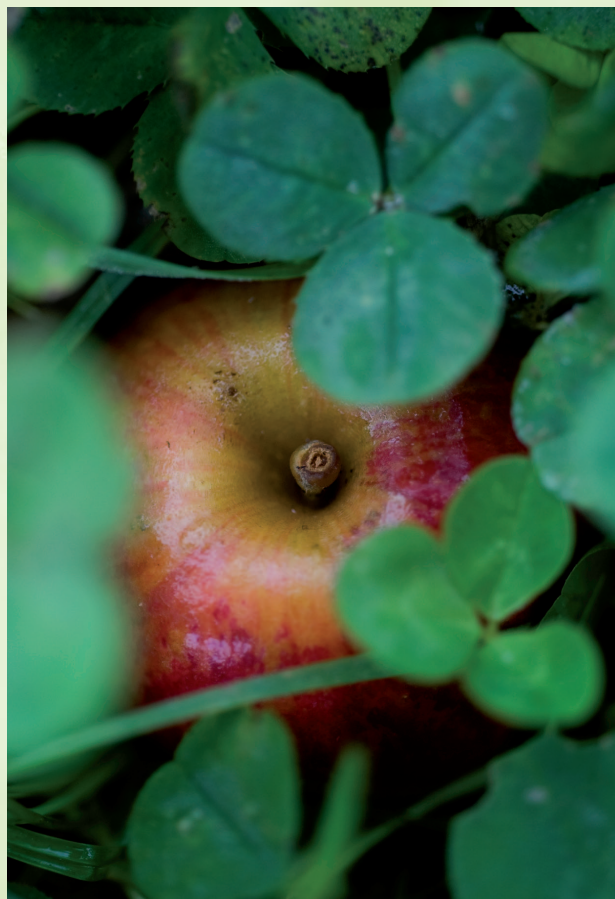


# Compte-rendu d'activité 2011

---



OCTOBRE 2012





## EDITORIAL

---

### Un engagement dans l'excellence, au service de la filière

Excellence. Le mot est à la mode. C'est le passage obligé pour être reconnu et accéder aux financements institutionnels. Pour un institut technique, l'excellence ne peut pourtant être une fin en soi, elle n'a de sens que pour être mise au service d'une filière.

Avec la labellisation en tant qu'UMT (Unité Mixte Technologique) pour cinq nouvelles années du dispositif de collaboration que nous avons mis en place avec l'INRA du Rheu sur la transformation et avec l'approbation du projet Verger Cidricole de Demain, lauréat à un appel à projet Casdar, l'excellence de l'IFPC a été une nouvelle fois reconnue en 2011.

Cependant, ce qui est fondamental pour l'IFPC lorsqu'il s'investit dans de telles actions, c'est bien d'accompagner au mieux le développement de la filière cidricole, tout en lui donnant les moyens d'être en phase avec les évolutions de l'environnement et les attentes de la société.

La qualité des équipes, qui se sont étoffées, la qualité des partenariats que l'institut a su nouer et qu'il sait renouveler et élargir, notamment avec la recherche et l'enseignement supérieur, avec les autres instituts techniques et avec les acteurs du développement, la qualité des équipements dans lesquels il a investi, ces éléments sont autant de facteurs contribuant à la qualité des programmes. Des programmes que la profession soutient y compris lorsqu'ils représentent une importante prise de risque par leur caractère novateur et ont une portée qui dépasse le seul univers du cidre (c'est par exemple le cas du projet Verger de Demain ou du travail fait sur les flores mixtes, qui soulèvent l'intérêt de la recherche et celui d'autres filières).

L'IFPC poursuit son action. Les orientations pour les années à venir, validées par les professionnels, ont été définies au vu des besoins de la filière et de leurs évolutions, en capitalisant sur les résultats acquis. Elles s'inscrivent dans la continuité des programmes précédents. Répondant aux grands enjeux de compétitivité, d'adéquation au marché, de durabilité environnementale, de prise en compte des attentes de la société et des politiques publiques, un ensemble de projets complémentaires, regroupés en quatre grandes actions, sera mené :

- poursuite des travaux sur l'amélioration du matériel végétal ;
- adaptation des itinéraires techniques de production, avec notamment le projet Verger Cidricole de Demain, mais également des projets à plus court terme (régularité de production, maîtrise des bio-agresseurs, conduite du verger en AB...) ;
- conservation et optimisation du potentiel des fruits à transformer ;
- adaptation et optimisation des procédés de transformation : compréhension et modulation des caractéristiques sensorielles, stabilité des produits, sécurité sanitaire, efficacité économique et environnementale des procédés (extraction, stabilisation, distillation).

Afin de pouvoir avancer sur le terrain de l'application, un certain nombre de verrous doit être levé, de nouvelles connaissances scientifiques doivent être produites, par exemple sur les approches systémiques (qui prennent en compte de multiples facteurs et leurs interactions au niveau d'un verger ou d'une exploitation) ou sur les mécanismes en jeu dans les processus de transformation. D'où la nécessité de mobiliser et motiver la recherche amont : l'IFPC s'y emploiera.

L'IFPC est engagé pour maintenir un niveau de qualité élevé. Le résultat de ces efforts, les solutions techniques qui contribueront à relever les défis de demain, appartiennent aux opérateurs. A chacun de s'en saisir.

# Synthèse des programmes Recherche et Développement 2011 : principaux résultats acquis

Ce compte-rendu d'activité présente les projets terminés ou caractérisés par une avancée importante en 2011. Nous remercions toutes les personnes qui participent ou collaborent aux essais (techniciens, producteurs, transformateurs...).

Thèmes et objectifs	Partenaires	Commentaires	Page
<b>Vers un matériel végétal mieux adapté</b>			
<b>Innovacidre</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Initier un nouveau programme de sélection variétale</li> <li>Préciser l'impact des nouvelles variétés sur les caractéristiques organoleptiques des cidres</li> <li>Sélectionner et dénommer des nouvelles variétés</li> <li>Sélection d'hybrides selon leur qualité cidrière</li> </ul>	IRHS, INRA, AGRIAL, Les Celliers Associés, pépiniéristes : GIE IFO, CEP Innovation	4 nouvelles variétés dénommées. Poursuite du travail de sélection	2
<b>Adapter les itinéraires techniques de production</b>			
<b>Gestion du sol en Agriculture Biologique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Comparer l'enherbement total et le binage mécanique</li> <li>Evaluer les incidences agronomiques</li> <li>Améliorer le diagnostic agronomique et environnemental via la conception d'outils simples</li> </ul>	ITAB, CRAN, Lycée Agricole de Sées, CTIFL, GRAB d'Avignon, INRA Gotheron	Fin de projet. Poursuite de l'étude de la problématique entretien du sol en jeune verger en utilisant les outils et méthodes testés dans le projet SolAB.	6
<b>Les cochenilles</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identification des cochenilles présentes en verger cidricole (ANSES)</li> <li>Etude bibliographique sur les cochenilles</li> <li>Travail de mise au point d'une méthode simplifiée d'observation des cochenilles</li> </ul>	ACO-INH, ANSES, ACB, APPCM, CDA 22, CRAN et techniciens de la filière	Les essais sur l'efficacité de produits doivent être renouvelés en 2012. Trois études complémentaires sont aussi prévues : <ul style="list-style-type: none"> <li>Identification de prédateurs/parasitoïdes de la cochenille rouge du poirier</li> <li>Observation de la période d'essai de la cochenille rouge du poirier</li> <li>Caractérisation des parcelles à problèmes</li> </ul>	10
<b>Maîtriser les procédés de transformation</b>			
<b>Maîtrise de la technologie flores mixtes</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sélection de nouvelles flores fermentaires aromatiques</li> </ul>	INRA URC APPCM ARAC CDA 22 SPCFHN Entreprises	Poursuite du projet avec le double objectif de cribler des souches commerciales d'intérêt organoleptique et réaliser des essais avec la technologie « flores mixte » sur des volumes plus importants	12
<b>Acquisition de références technico-économiques sur la microfiltration tangentielle</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Etablir des références technico-économiques sur cette technique de filtration pour aider les producteurs à prendre des décisions en terme d'équipement et d'utilisation</li> </ul>	INRA URC APPCM ARAC CDA 22 SPCFHN Equipementiers Entreprises ayant accueilli les essais	Réalisation d'essais de micro-filtration en ateliers cidricoles, acquisition de références technico-économiques	16
<b>Optimisation des traitements de pasteurisation des cidres</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Optimiser sur le plan microbiologique les barèmes de pasteurisation utilisés en cidrerie</li> </ul>	CTCPA	Fin de projet : Obtention des caractéristiques de destruction thermique (z et D) des microorganismes collectés en 2009 et 2010.	18
<b>Maîtrise des phénols volatils</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Disposer d'outils permettant de maintenir la levure <i>Brettanomyces</i> à un niveau le plus faible possible</li> </ul>	INRA URC ARAC CDA 22 SPCFHN Laboratoire Frank Duncombe - CG 14	Fin de projet : Validation de méthodes permettant d'empêcher/limiter la production de phénols volatils en bouteille.	20

# Vers un matériel végétal mieux adapté

## INNOVACIDRE

### Contexte

L'interprofession et l'INRA ont été à l'initiative d'un programme de création variétale en pomme à cidre dès 1987. Ce programme arrive à son terme. En 2008, un nouveau programme a été lancé avec pour but de finaliser la sélection du programme de 1987, mais aussi de réaliser un nouveau programme de croisement appelé « Innovacidre » toujours dans le même but : améliorer le comportement agronomique des variétés cidricoles ; toutefois, celui-ci s'inscrit dans un contexte plus fort d'évolution des pratiques dans le cadre de la politique actuelle de réduction d'intrants, de respect de l'environnement mais aussi de réponses aux attentes des consommateurs.

Les quatre années du programme Innovacidre (2008-2011) arrivent à leur terme. Pour autant, le programme ne s'arrête pas. Il se poursuit au travers de l'accord de consortium établi entre l'IFPC, l'INRA, les pépiniéristes et les entreprises.

### Partenaires





Agrial, Les Celliers Associés, CEP Innovation, GIE IFO (pépiniéristes), INRA, IFPC, PAO

### Lancement des nouvelles variétés

Lors des 10 premières années du programme de 1987, la sélection s'est effectuée sur des critères de sensibilité aux maladies (tavelure, oïdium, chancre) et de comportement général de l'arbre et de qualité du fruit (sucres, acidité, composés phénoliques). A l'issue de cette période, **90 individus** ont été présélectionnés.

Par la suite, ces derniers ont été suivis dans des contextes pédo-climatiques différents ; leur comportement agronomique a été caractérisé (rapidité de mise à fruit, régularité de production, sensibilité aux maladies), de même que leur intérêt en transformation à partir d'une analyse de moût (protocole d'extraction mis au point par l'ARAC et l'IFPC). Au terme de cette seconde phase, **26 pré-sélections** se sont démarquées.

Tableau 1 : Principales caractéristiques des nouvelles variétés dénommées

	<b>Douce de l'Avent</b> cov	<b>Fréquinette</b> cov	<b>Kéramère</b> cov	<b>Tréladine</b> cov
<b>Variétés</b>				
Parent cidre	Binet Rouge	Fréquin Rouge	Kermerrien	Fréquin Rouge
Port de l'arbre	Ouvert, retombant	Erigé (bois trapu)	Ouvert, retombant	Semi-ouvert
Alternance	Moyenne	Faible	Faible à moyenne	Moyenne à forte
Production	Moyenne à forte	Faible à moyenne	Moyenne à forte	Moyenne à forte
Bio-agresseurs	Tavelure : Résistance contournée	Sens. au chancre Feu Bactérien ?	Sens. anthracnose	Bon comportement à ce jour
Epoque réc.	Fin nov. Début déc.	Mi nov.	Mi à fin oct.	Mi oct.
Catégorie	Douce	Amère	Amère	Douce-amère
M. vol.	1,047 – 1,059	1,060 – 1,074	1,052 – 1,064	1,050 – 1,062
Remarque	Vigueur moyenne ; problème d'axe ; privilégier bon sol ; éclaircissage indispensable	Variété triploïde ; problème coulure si vigueur ; un fruit par corymbe	Vigueur moyenne ; problème d'axe ; privilégier bon sol ; éclaircissage indispensable	Ouverture des branches facilitée par une arcure complémentaire ; éclaircissage nécessaire



Le programme Innovacide s'est poursuivi par la réalisation de cidres pilotes de ces 26 individus selon le protocole cidre reproductible (IFPC, 2000-2002), afin de les caractériser au niveau analytique, mais aussi organoleptique (cf. paragraphe suivant).

A ce jour, **4 variétés** ont été retenues et dénommées (tableau 1). Une cinquième sera vraisemblablement proposée fin 2012.

Ces nouvelles variétés répondent en partie aux caractéristiques agronomiques recherchées ; de plus, elles permettent de compléter le tableau saveur /date de récolte afin de disposer des différents types variétaux tout au long de la saison de transformation voire remplacer des variétés existantes moins performantes au niveau agronomique.

La décision de lancement d'une variété déclenche une longue procédure en plusieurs étapes :

- Présentation à l'inscription au catalogue officiel français (CTPS)
- Pré-repérage d'un arbre initial et indexage afin de contrôler le caractère indemne du matériel (obtention d'une attestation)
- Réalisation de la procédure DHS par le GEVES (dépôt d'un dossier puis de plants pour 4-5 années d'examen de la variété)
- Présentation de la variété à l'inscription au catalogue européen

En parallèle à tout cela, une pré-multiplication d'arbres est mise en place afin de produire rapidement des scions. L'implantation en verger de production des deux premières variétés lancées (Douce de l'Avent et Fréquinette) a débuté en 2010 (tableau 2). Environ 27 ha sont actuellement plantés.

Tableau 2 : Evolution des plantations des nouvelles variétés

Année	Douce de l'Avent cov	Fréquinette cov
2010	5,8 ha	0,5 ha
2011	4,2 ha	-
2012	~ 15 ha	1,5 ha
<b>TOTAL</b>	<b>~ 25 ha</b>	<b>2 ha</b>

#### Suivi des fermentations et caractéristiques des cidres obtenus

Le principe repose sur l'étude des variétés selon leur type de saveur par comparaison à des variétés de référence. L'extraction et la clarification des moûts se font à l'abri de l'air. La technique de fermentation pour l'étude variétale est standardisée : stérilisation du moût et du fermenteur, apport d'une flore initiale et oxygénation contrôlée, température de fermentation constante et maîtrisée (10°C).

L'avancement des fermentations est suivi par mesure de la masse volumique.

Les cidres pilotes obtenus sont alors qualifiés sur le plan analytique et organoleptique pour ensuite être positionnés par rapport aux cidres des variétés de référence déjà connus. L'évaluation sensorielle des cidres a été réalisée à l'aide d'un jury entraîné. Cette analyse sensorielle reste incontournable pour caractériser les cidres sur le plan des saveurs amère et astringente, sauf dans le cas de variétés très riches en composés phénoliques pour lesquelles l'analyse physico-chimique peut s'avérer pertinente.

Il faut noter que le projet de recherche CISAVEUR, piloté par l'ESA Angers et actuellement en cours, permet d'espérer dans un futur proche une meilleure connaissance du lien entre la composition du cidre et ses saveurs.



Salle de fermentation pilote à l'IFPC

Par la méthode utilisée, les effets de la matière première sur la saveur sont bien mis en évidence. En revanche, l'impact sur les composés aromatiques est limité, la fermentation étant réalisée avec une seule souche de levure (*Saccharomyces cerevisiae*).

Compte tenu des difficultés à prédire les caractéristiques sensorielles des cidres des variétés à partir d'une analyse physico-chimique, des analyses sensorielles ont ainsi été réalisées systématiquement sur les cidres.

Il est donc possible de classer les nouvelles obtentions par rapport à des variétés connues. Ainsi, pour les 4 variétés issues du programme INNOVACIDRE, il a été possible d'établir les relations de proximité suivantes (tableau 3) :

Tableau 3 : Proximité sensorielle des cidres des nouvelles variétés et des variétés de références

Nouvelles variétés	Variétés de référence les plus proches
Douce de l'Avent <sub>COV</sub>	Douce Coetligné / Binet rouge
Tréladine <sub>COV</sub>	Douce Coetligné / Binet rouge / Dabinett
Kéramère <sub>COV</sub>	Marie Ménard / Kermerrien
Fréquinette <sub>COV</sub>	Jeanne Renard

### Travaux d'hybridation

L'étape préalable au travail de croisements est le choix des géniteurs. Les géniteurs retenus pour les croisements sont volontairement variés, afin d'accumuler des gènes de résistance (tavelure, oïdium, feu bactérien) à effet partiel ou renforcer quelques gènes majeurs et ainsi éviter le problème de contournement de la résistance à la tavelure (gène Vf) rencontré sur les obtentions des années 80 (ex : Judeline). Les géniteurs dits de « résistance durable » sont des génotypes identifiés comme tels chez des sélections INRA, mais aussi parmi les variétés cidricoles anciennes.

Ainsi, 33 géniteurs ont été utilisés dont 10 « traditionnels » (Kermerrien, Avrolles, Belle Fille de la Manche...) et 11 issus du programme de 1987 (Douce de l'Avent<sub>COV</sub>, Tréladine<sub>COV</sub> ...).

Dans les plans d'hybridation, les associations de géniteurs sont classées selon leur appartenance aux catégories de saveur (amer, doux-amer, doux, acidulé et acide), afin d'obtenir les différentes catégories de saveurs dans les descendance. 57 descendance ont été produites au cours des 5 années (des croisements préliminaires avaient été réalisés en 2007 avant le lancement d'Innovacidre en 2008). Les 57 descendance ont produit au total 34500 pépins.

Les opérations successives (figure 1) ont fait l'objet d'un transfert de compétences de l'INRA vers l'IFPC (préparations des pollens, réalisation des pollinisations jusqu'à la récolte des fruits et l'épépinage).

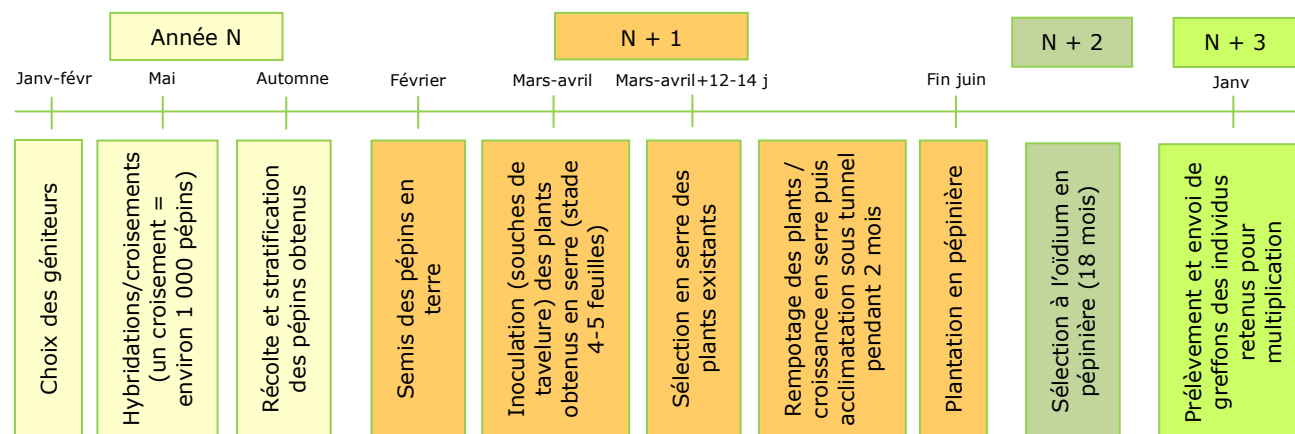


Figure 1 : Principales étapes de la sélection variétale à l'INRA d'Angers



Réalisation des pollinisations à la Station Cidricole de Sées

Après les sélections en serre et en pépinière, des greffons sont prélevés pour la multiplication sur M106 de 2 arbres : l'un est planté chez IFO (49) dans une parcelle dédiée à l'étude de la sensibilité au chancre et l'autre implanté à l'IFPC à Sées pour la phase de sélection au champ. La sélection se poursuit actuellement. Elle devrait permettre d'obtenir environ 5000 plants à étudier en verger (tableau 4).

Tableau 4 : Total des plants à étudier en verger (prévision)

Année d'hybridation	Nombre de plants sélectionnés en pépinière (oïdium) et plantés à l'IFPC (61) et IFO (49)
2007	391 (plantation 2011)
2008	781 (plantation 2012)
2009	~ 1 200 (plantation 2013)
2010	~ 2 300 (plantation 2014)
2011	~ 350 (plantation 2015)
<b>TOTAL</b>	<b>~ 5 000</b>

Par ailleurs, Innovacidre contribue aussi à une recherche plus amont sur le développement d'outils moléculaires pour cartographier les gènes contrôlant la variation des polyphénols. Cette étude fait l'objet d'une thèse à l'INRA Angers en partenariat avec l'INRA Le Rheu.

### Perspectives

Le travail de sélection se poursuit. La méthode mise au point d'évaluation des variétés vis-à-vis de leurs caractéristiques technologiques (sous l'angle de la qualité des cidres obtenus) sera utilisée.

A plus long terme, l'identification de régions chromosomiques impliquées dans la synthèse ou régulation des composés phénoliques permet d'espérer pouvoir un jour élaborer des outils de sélection assistée par marqueurs sur le critère « composés phénoliques » ou sur d'autres critères actuellement travaillés sur pomme de table.

# Adapter les itinéraires techniques de production

## Gestion du sol en Agriculture Biologique

### Contexte

Le projet SolAB est un projet d'innovation et de partenariat déposé en 2008 intitulé "étude des effets de différents modes innovants de gestion du sol en AB sur la fertilité et ses méthodes d'évaluation" et financé par le CASDAR. Ce projet national d'une durée de 3 ans (2009-2011) associe de nombreux partenaires instituts techniques, chambres d'agriculture, unités de recherches de l'INRA,... Tous les systèmes de production sont représentés dont l'arboriculture fruitière. Il se décompose en 3 actions :

- Consolidation des connaissances sur les innovations de gestion du sol
- Construction et validation d'outils de diagnostic simplifiés
- Valorisation et transfert des résultats

### Partenaires

ITAB (chef de file), IFPC, CRAN, Lycée Agricole de Sées, CTIFL, GRAB d'Avignon, INRA Gotheron pour l'arboriculture...

### Présentation de l'essai

L'objectif de l'essai conduit par l'IFPC est de comparer l'enherbement total et le binage mécanique, d'évaluer les incidences agronomiques, d'améliorer le diagnostic agronomique et environnemental apporté aux agriculteurs, via la conception d'outils simples, validés et fiables. L'essai est mené sur la variété Bedan dans une parcelle en AB du lycée agricole de Sées. Sur les 3 années de l'étude, différentes observations ont été réalisées (tableau 1).

Tableau 1 : Observations réalisées sur les 3 années du projet

	2009	2010	2011
Données climatiques	X	x	x
Disponibilité en eau	X	x	x
Suivi azote du sol	X	x	x
Vers de terre	X	x	x
Macro-arthropodes	X	x	x
Ravageurs, maladies	X	x	x
Vigueur des arbres	X		x
Nutrition azotée	X	x	x
Récolte	X	x	x
Analyse des fruits	X	x	x
Adventices	X	x	x
Temps de travail énergie	X	x	x
Infiltrométrie Beerkan		x	x
Test macropores			x
Analyses physico-chimiques		x	
Reliquats d'azote (fin d'hiver)		x	x
Test bêche		x	x
Profils (cultural et racinaire)			x



## Les principaux résultats

### Piégeage des macro-arthropodes du sol

Trois types de macro-arthropodes ont été observés : (i) les carabidés (ii), les staphylinidés, (iii) les araignées. Au cours de ces 3 années, les relevés des pièges Barber (figure 1) montrent toujours un plus grand nombre de macro-arthropodes dans la modalité enherbée.

Deux raisons à cela :

- L'enherbement permet à ces derniers de mieux se dissimuler de la prédation
- Le passage des outils mécaniques perturbe l'habitat de certaines espèces

Les staphylinidés et les carabidés ont été perturbés par le passage de la bineuse mais aussi par les tontes.

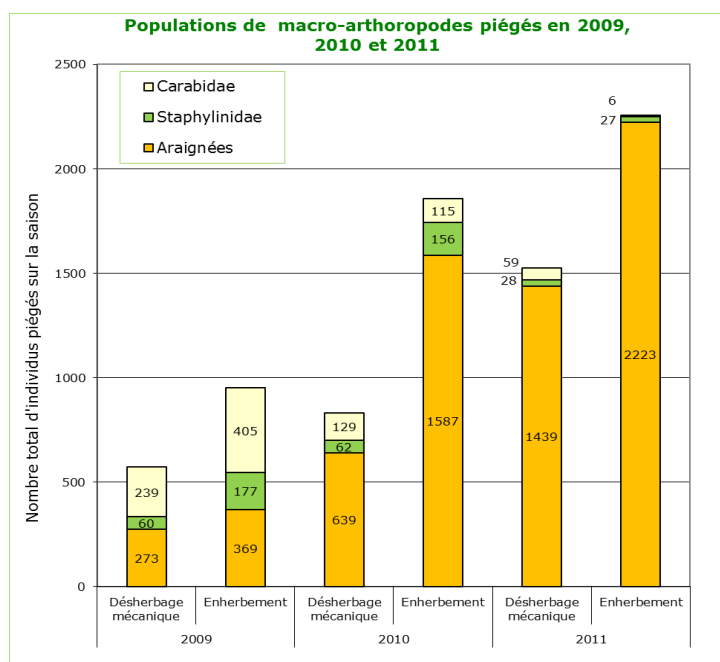
Sur les 3 années de l'étude, les populations d'araignées ont fortement augmenté alors que celles des staphylinidés et des carabidés ont chuté.

Deux hypothèses sont avancées:

- Les staphylinidés et des carabidés sont plus sensibles à la sécheresse que les araignées (particularité des conditions de 2010 et 2011)
- Les captures bi-hebdomadaires sur plusieurs mois et sur 3 années consécutives dans les pièges de Barber des staphylinidés et des carabidés ont réduit leurs populations

Même si le nombre total d'arthropodes n'a cessé d'augmenter durant les 3 années dû à une augmentation importante des araignées, la biodiversité s'est amenuisée.

Figure 1 : Captures de macro-arthropodes entre 2009 et 2011



### Suivi de l'azote du sol

Ces observations sont l'occasion de tester une méthode rapide de dosage à l'aide d'un appareil portatif (Nitracheck®). Au cours des 3 années de l'étude, les mesures du Nitracheck® (figure 2) montrent que l'azote sous forme nitrique (principale forme assimilable par les plantes) est détecté aux 2 périodes habituelles de minéralisation (en juin et à l'automne), là où le pommier a des besoins particulièrement importants : derrière la floraison et à l'automne au moment de la mise en réserve (effet sur l'alternance de production). En 2009 et 2010, le Nitracheck® montre qu'à ces périodes, les quantités d'azote nitrique sont plus élevées dans la modalité désherbage mécanique pour les raisons suivantes:

- L'enherbement permanent consomme l'azote et rentre en concurrence directe avec les pommiers
- Le passage de la bineuse favorise la nitrification en permettant la dilution de la matière organique dans le sol et l'activité bactérienne par l'aération du sol

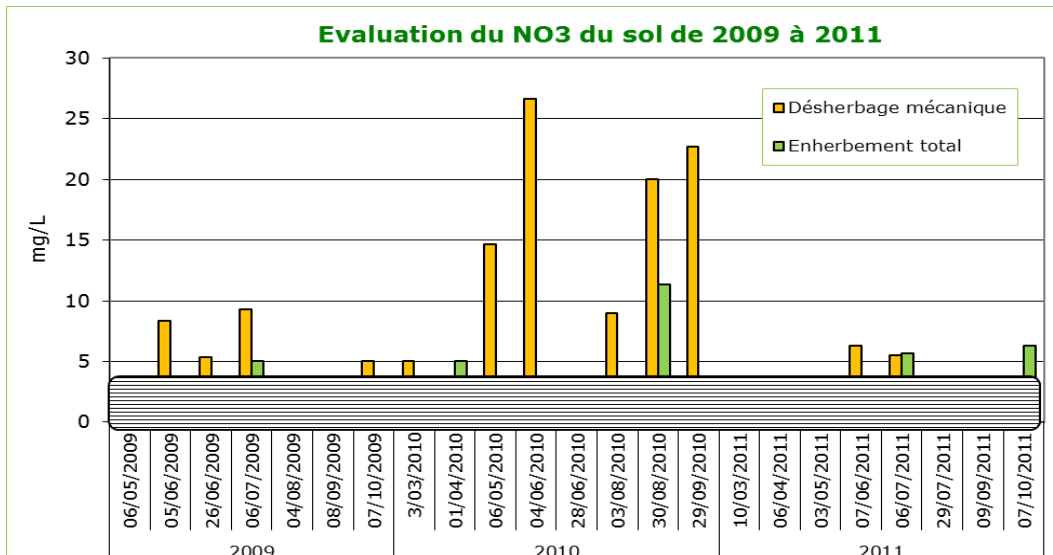


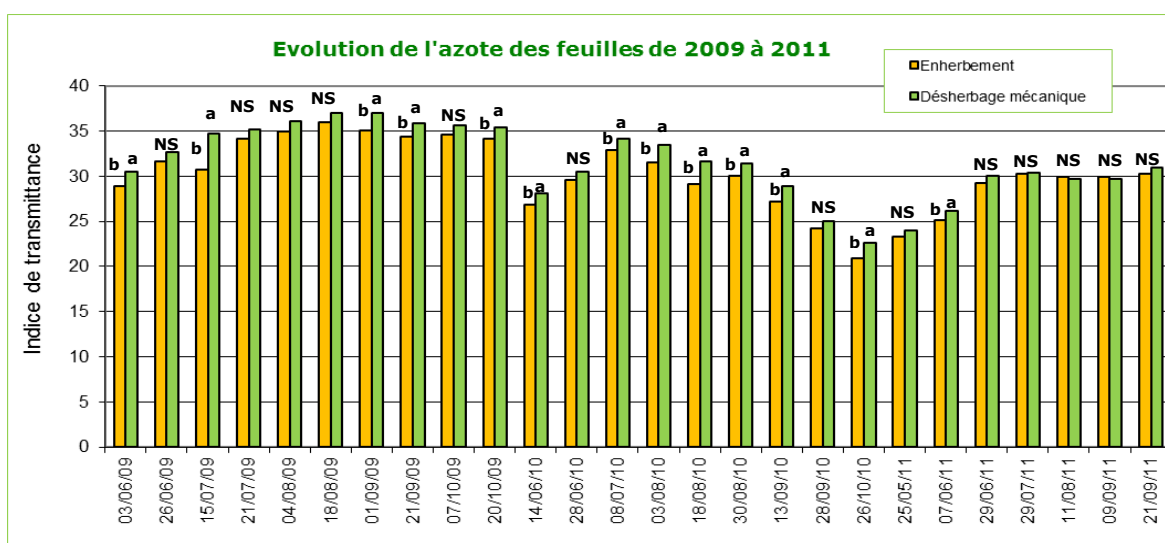
Figure 2 : Résultats du Nitratecheck ( $\geq 5$  mg/L)

En 2011, les teneurs en azote sont très faibles, le manque d'eau est probablement à l'origine des problèmes de minéralisation de l'azote dans le sol. Les valeurs sont très faibles voire non-détectables par le Nitratecheck® (les valeurs  $< 5$  mg/L ne sont pas détectées), il est difficile de conclure pour cette dernière année.

### Nutrition azotée

La comparaison de la richesse azotée des 2 modalités (figure 3) au travers de la teneur en azote des feuilles montre des feuilles toujours plus riches dans la modalité « désherbage mécanique » liée probablement à une moindre concurrence des adventices.

La teneur en azote des feuilles a été mesurée avec l'appareil N-Tester® (photo ci-contre). Cet appareil, à l'origine destiné au blé, détermine la concentration en chlorophylle de la feuille par une mesure de sa transmittance ; celle-ci est fortement corrélée avec l'état de nutrition azotée de la plante. L'outil est testé depuis quelques années sur d'autres cultures.



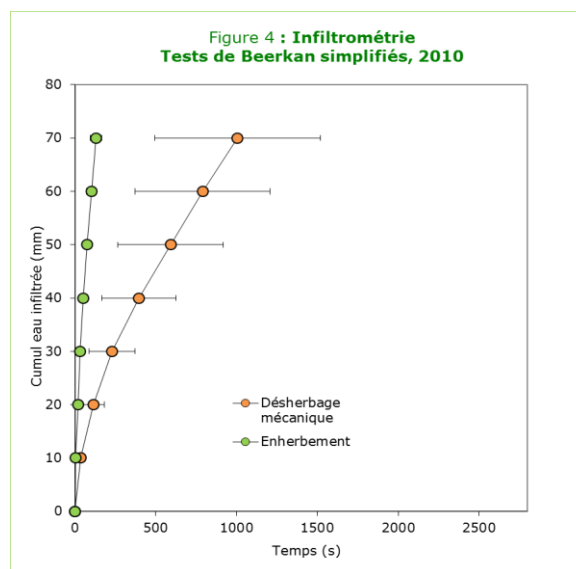
Traitement des données statistiques statbox (ANOVA) : les valeurs suivies de lettre différente sont significativement différentes (S) au seuil de 5% Newman keuls (NS = non significatif)

Figure 3 : Résultats du N-tester® entre 2009 et 2011

## Infiltrométrie

Le principe du test dit « de Beerkan » est simple : sur une surface plane, disposer un cercle en PVC de 30 cm de diamètre et l'enfoncer d'1 cm. Verser une quantité d'eau équivalente à 1 cm d'eau de hauteur dans le cylindre (684 ml) et chronométrer le temps d'infiltration totale de l'eau avant de verser à nouveau ce même volume d'eau : l'opération est répétée 7 fois. 6 répétitions par modalité sont effectuées. Les temps d'infiltration de chaque modalité sont ensuite comparés.

Les résultats du test de Beerkan (figure 4) montrent nettement que l'enherbement assure une meilleure infiltration de l'eau dans le sol que le travail mécanique. La zone de tassement liée au travail mécanique freine l'infiltration de l'eau. Le test Beerkan le met bien en évidence.



## Vers de terre

Au cours de ces 3 années, l'observation des vers de terre (figure 5) a montré des quantités toujours plus faibles dans la modalité désherbée mécaniquement.

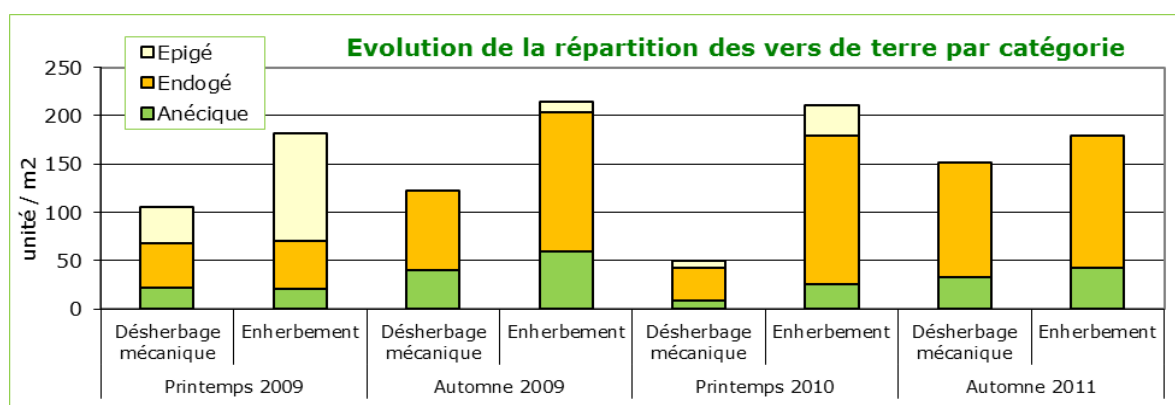


Figure 5 : Répartition des vers de terre par catégorie

Les vers épigés, vivant principalement dans le chevelu racinaire, sont plus présents dans le rang enherbé ; le désherbage mécanique intervenant dans leur zone d'activité, ils sont les premiers pénalisés. Ils ont été très majoritairement observés au printemps et particulièrement en 2009.

La catégorie des endogés est la plus représentée à partir de l'automne 2009 avec parfois un effet du désherbage mécanique quand ce dernier a été réalisé peu de temps avant l'observation des vers de terre (ex : printemps 2010).

Le type d'entretien du sol influence moins la catégorie des anéciques dont la zone d'activité est surtout en-deçà du passage de la bieuse mécanique.

Les observations prévues initialement au printemps et à l'automne, n'ont été réalisées que partiellement en 2010 et 2011 quand le sol trop sec ne permettait pas de réaliser les prélèvements dans de bonnes conditions. En période sèche, les vers de terre sont en état de léthargie et toute observation est faussée.

## Conclusion / perspectives

Le projet SolAB s'achève. Pour autant, l'étude de la problématique entretien du sol notamment en jeune verger se poursuit avec la possibilité d'utiliser les outils et méthodes testés dans le projet. Cela concerne tout particulièrement les essais « entretien du sol » et « fertilisation » menés dans le cadre du programme AB et des parcelles du programme « verger de demain ».

# Les cochenilles

## Contexte

Les cochenilles sont des insectes émergeant depuis quelques années en verger cidricole. Certaines, notamment la cochenille rouge du poirier, sont à l'origine de dégâts directs sur les arbres par prélèvement de sève et affaiblissement de l'arbre, provoquant des fentes longitudinales des écorces des troncs et le dépérissement de branches voire de l'arbre entier.

## Partenaires

ACO-INH, ANSES, ACB, APPCM, CRAN, CA22

## Principe

Cette étude a fait l'objet d'un stage, encadré par l'IFPC et ACO-INH en partenariat avec l'ANSES de Montpellier. Elle se décompose en plusieurs parties :

- Identification des cochenilles présentes en verger cidricole (ANSES)
- Etude bibliographique sur les cochenilles
- Travail de mise au point d'une méthode simplifiée d'observation des cochenilles par :
  - ✓ Le suivi du cycle et observation des migrations
  - ✓ L'évaluation de l'efficacité des traitements

## Identification et travail bibliographique

Les différentes espèces de cochenilles identifiées en verger cidricole font partie des trois principales familles susceptibles d'être présentes sur pommier :

Les **Coccidées** dont le corps mou et les cires secrétées forment une carapace solidaire du corps de l'insecte. La larve se nourrit en enfonçant son stylet dans la plante où elle se fixera à la fin du deuxième stade larvaire (L2). La lécanine du cornouiller (*Parthenolecanium corni*) a été observée en verger cidricole sans causer de dégâts ; *Eulecanium tiliae* est signalée dans les vergers anglais.



Les **Diaspididées** (appelées couramment « diaspines ») dont le corps mou est protégé par un bouclier de cires protecteur, indépendant du corps de l'insecte. Le stade mobile (crawler) est de courte durée. La larve se fixe rapidement. Fait partie de cette famille, la cochenille ostréiforme (*Quadraspidiotus ostraeiformis*) dont le corps de la femelle est jaune orangé sous le bouclier et qui a été signalée en verger cidricole. Les deux plus fréquentes sont surtout :



La **cochenille virgule** (*Lepidosaphes ulmi*) : elle tient son appellation de la forme de son bouclier (2 à 3 mm) en forme de virgule au stade adulte. Elle est très présente dans les vergers et ne cause des dégâts qu'en cas de forte infestation. Les colonies de boucliers ou encroûtements sont visibles principalement sur les troncs sous les écorces qui se détachent. La migration des jeunes larves mobiles (ou essaimage) a lieu courant mai le plus souvent.



La **cochenille rouge du poirier** (*Epidiaspis leperii*) : de petite taille (1 à 2 mm), elle est plus difficile à observer. Les encroûtements blancs à beiges parfois cachés sous des couches de mousse sont localisés en partie basse des troncs puis colonisent petit à petit tout l'arbre. L'apparition de fentes longitudinales sur tronc et face inférieure des branches est très caractéristique. Le corps de la femelle fécondée sous son bouclier en hiver est rouge bordeaux d'où son nom. L'essaimage a lieu sur juin et juillet principalement.



Les **Pseudococcidées** (ou cochenilles farineuses) protégées uniquement par des sécrétions cireuses imperméables à l'eau. La larve reste mobile toute son existence. A noter le mutualisme entre certaines fourmis et cochenilles productrices de miellat qui a pour effet d'augmenter les densités de populations de cochenilles (Daane et al. 2007). La production de miellat est à l'origine de l'apparition de fumagine. La cochenille dite « du pommier », *Phenacoccus aceris*, a atteint un seuil de nuisibilité dans certains vergers cidricoles.



### Observations

La méthode officielle d'observation des cochenilles pour mesurer l'efficacité de produits au champ est lourde et peu adaptée à la cochenille rouge du poirier notamment. Elle repose pour les traitements en végétation sur le repérage de placettes de 9 cm<sup>2</sup> sur les arbres à l'aide d'épingles et du comptage dans ces placettes des larves mobiles les semaines qui suivent le ou les traitements. Or, par exemple, la petite taille des larves de cochenille rouge du poirier rend le comptage difficile.

Une réflexion a été menée pour la mise au point d'une méthode moins contraignante mais tout aussi efficace. Des travaux menés au Canada sur l'utilisation de bandes collantes ont attiré notre attention.

Des essais ont donc été menés afin de déterminer si la méthode était fiable mais aussi quel type de bande collante utiliser. Les résultats obtenus sont plus que satisfaisants. Seul problème, la distinction sur les bandes collantes entre les larves de cochenille virgule et cochenille rouge du poirier est difficile dans la période transitoire où les deux espèces sont présentes si tel est le cas sur la parcelle.

### Essai efficacité

La Chambre d'Agriculture des Côtes d'Armor a mené un essai efficacité de produits (figure 1) contre la cochenille virgule en AB. Différentes méthodes ont été testées aux deux périodes possibles, soit en fin d'hiver (avant débourrement) ou en végétation sur les larves en migration (courant mai pour la cochenille virgule).

Lors des traitements d'hiver, la meilleure efficacité est observée avec le lait de chaux en tant que barrière physique (Saniblanc SLS) appliqué seul en fin d'hiver (76%). Vient ensuite le Biomousse (40L/ha) avec 49% d'efficacité. Pas d'efficacité de l'huile blanche (Ovipron plus : 20 L /ha) en complément de Biomousse. Le résultat du Karcher avec seulement 22% d'efficacité est décevant mais la pression utilisée n'était pas optimale. Les traitements en végétation sur les larves (essaimage) ont montré de bons résultats avec les 3 applications d'huile blanche (76% d'efficacité) et les 5 applications de Prevam (70%) à base d'extraits d'agrumes.

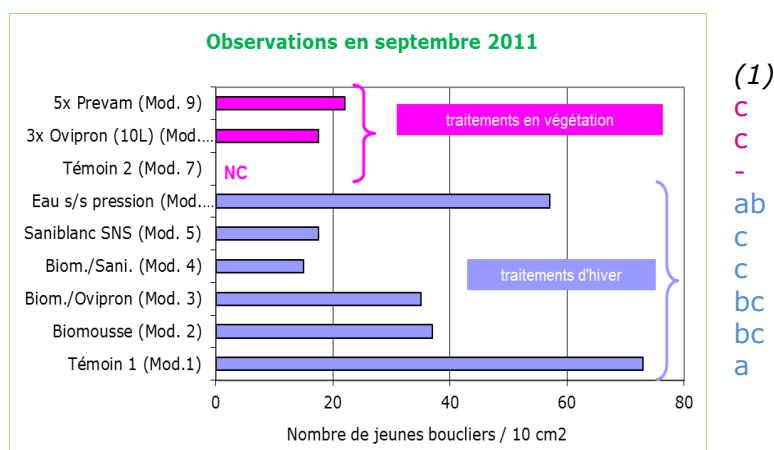


Figure 1 : Résultats de l'essai mené en Bretagne

(1) : Traitement des données statistiques statbox (ANOVA) : les modalités suivies de lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5% selon Newman Keuls.

### Conclusion / perspectives

Les essais sur l'efficacité de produits doivent être renouvelés en 2012. Trois études complémentaires sont aussi prévues :

- Identification de prédateurs/parasitoïdes de la cochenille rouge du poirier
- Observation de la période d'essaimage de la cochenille rouge du poirier
- Caractériser les parcelles à problèmes

## Maîtriser les procédés de transformation

### Maîtrise de la technologie flores mixtes

#### Contexte

La qualité aromatique des cidres est une composante importante vis à vis de la satisfaction des consommateurs. Une étude sur les préférences des consommateurs en matière de cidre, à laquelle l'IFPC a contribué et pilotée par la CRAN, a ainsi montré que les caractères fruités sont plébiscités par les consommateurs (projet CAS DAR 2008-2010 « Le cidre, d'une logique de l'offre vers une démarche marketing de la demande »).

#### But

L'enjeu principal de ce projet est de parvenir à typer les cidres sur le plan aromatique, afin de permettre aux entreprises de la filière de mettre sur le marché des produits qui répondront aux attentes de leurs différentes cibles consommateurs.

La sélection et la validation en cidrerie de nouvelles flores fermentaires aromatiques visent à fiabiliser la qualité des produits et à orienter les profils aromatiques des cidres vers des types variés et souhaités par les transformateurs au vu de l'attente du marché.

#### Durée

2011-2014

#### Partenaires

APPCM, ARAC, CDA22, SPCFHN, INRA URC, entreprises ayant accueilli les essais.

#### Démarche

Le programme proposé pour 2011-2014 vise à élargir la palette aromatique par une diversification des flores en collection ou commerciale et de tester en cidrerie les souches retenues de manière à en valider l'intérêt dans l'optique d'un transfert des techniques optimales aux professionnels.

#### Réalisation et résultats

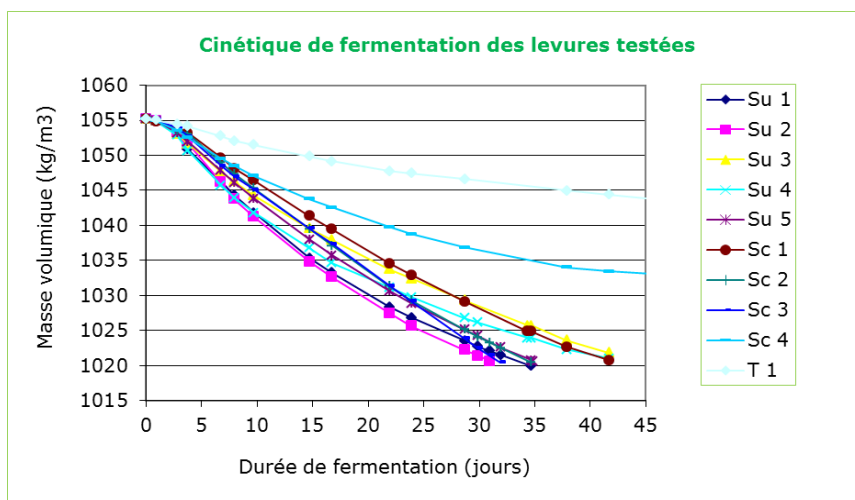
##### Sélection de nouvelles souches de levures

Les essais réalisés en flores mixtes (2009-2010) étant considérés par les cidriers comme satisfaisants sur le plan du fruité, il a été décidé ne pas poursuivre, pour l'instant, le criblage de nouvelles levures secondaires. Le choix s'est donc porté sur l'évaluation des souches de levures du genre *Saccharomyces*. La sélection d'une ou plusieurs souches de ce genre a un double objectif : i) offrir une possibilité de contrôler l'ensemencement des deux souches nécessaires à une fermentation en flore mixte et ii) la possibilité éventuelle de typer les cidres sur le plan aromatique par une seule souche de levure.



Culture de levure sur boîte de pétri

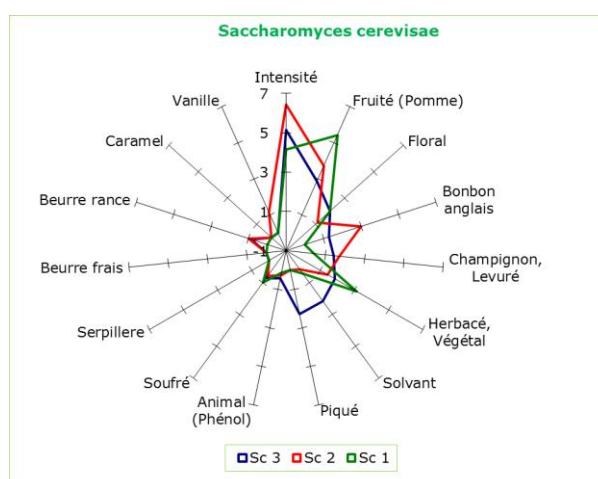
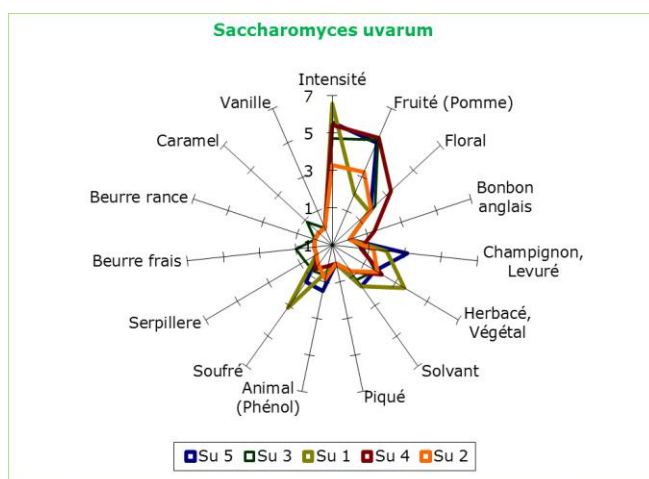
Onze souches ont été testées en 2011 : 5 souches de *Saccharomyces uvarum* (Su), 4 souches de *Saccharomyces cerevisiae* (Sc) d'origine commerciale disponibles sous forme de levures sèches actives (LSA) et une souche de *Torulaspora*. Les fermentations ont été réalisées sur un moût issu d'un mélange de différentes variétés de pommes à cidre, filtré stérilement sur membrane 0,45µm. Ces fermentations ont été conduites dans des fermenteurs de 15 litres à l'abri de l'oxygène et à une température de 10°C. Les fermentations sont suivies par l'évolution de la masse volumique, ainsi que par la population de levures viables. Les fermentations sont arrêtées à une masse volumique de 1020 kg/m<sup>3</sup> correspondant à un cidre qui peut être qualifié de « demi-sec ».



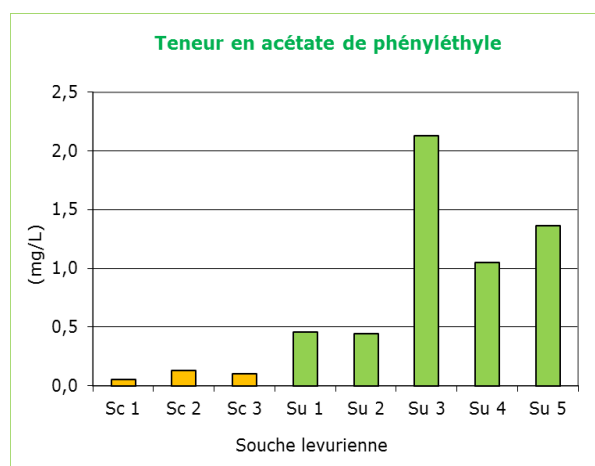
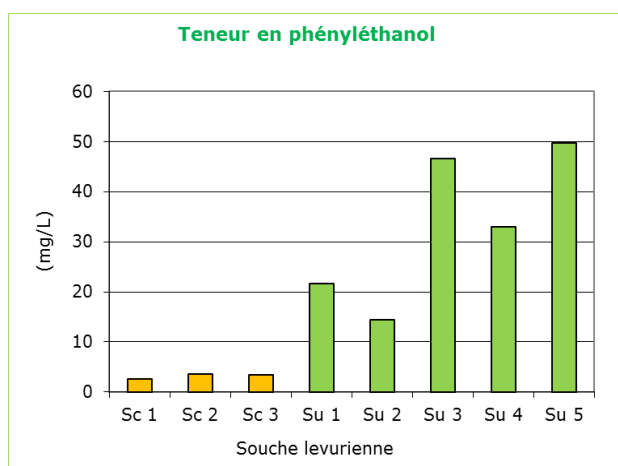
A l'exception de 2 souches (une Sc et une *Torulaspora*) qui ont été écartées de la suite de l'essai, on peut remarquer que les cinétiques de fermentation sont relativement proches avec des durées variant de 31 à 43 jours pour atteindre une masse volumique de 1020 kg/m<sup>3</sup>. On peut remarquer que certaines souches de Sc ont des cinétiques de fermentation proches de celles obtenues par des Su bien adaptées aux conditions de fermentation du cidre.

Les cidres obtenus à l'issue des fermentations ont été microfiltrés (0,45µm), gazéifiés et mis en bouteille stérilement pour permettre leur évaluation sensorielle. Les résultats de cette évaluation sont repris dans le graphique suivant. Ils montrent que les cidres issus de Su sont perçus comme plus puissants sur le plan aromatique et du fruité, mais qu'ils sont aussi perçus comme plus intenses sur des descripteurs moins flatteurs comme « champignon », « levuré » et « herbacé végétal ».

Globalement, les cidres issus de fermentations réalisées par Sc sont considérés comme plus fins sur le plan aromatique, mais moins puissants que ceux fermentés par Su.



L'analyse détaillée des composés volatils des cidres obtenus (cf. graphiques ci-dessus) montre qu'il existe des différences significatives sur certains composés entre les deux espèces de levures utilisées (Su et Sc). Les composés pour lesquels les différences sont très importantes (rapport supérieur ou égal à 10) sont : le phényléthanol (alcool supérieur, odeur de rose) et l'acétate de phényléthyle (ester d'acétate, odeur miellée), ces teneurs étant plus importantes dans les cidres issus de la fermentation par Su.



Les premières données montrent que les souches œnologiques n'aboutissent pas à des produits particulièrement fruités ; la transposition des propriétés obtenues sur matrice vin n'est pas acquise. Néanmoins, les souches œnologiques ont un potentiel intéressant pour la production de cidre sans défaut, relativement neutre ; ce type de cidre « base » peut être utilisé à des fins d'assemblage.

#### Evaluation des produits « flores mixtes » réalisés en saison 2010

Cette action concerne le suivi des cidres issus des moûts ensemencés à l'automne 2010 ; 6 essais « flores mixtes » ont été réalisés en cidrerie sur des moûts issus des pommes de la récolte 2010. L'objectif était de faire évaluer par les professionnels les cidres issus d'essais de fermentation en « flore mixte » dans des ateliers cidricoles après embouteillage. Douze cidres, correspondant aux 6 cuves « témoin flore naturelle » et 6 cuves « essais flore mixte », ont ainsi été prélevés, à une masse volumique identique fixée à 1020 kg/m<sup>3</sup>, micro-filtrés (0,45µm), gazéifiés à 5g/L de CO<sub>2</sub> et mis en bouteille par le matériel de l'IFPC qui permet un embouteillage pauvre en germe.

Une demi-journée de présentation aux professionnels du SNTC a été effectuée le 24 juin 2011 au Rheu avec pour objectif de présenter les travaux et les produits « flores mixtes ». Cette présentation a permis de démontrer l'impact qualitatif des fermentations réalisées en « flores mixtes ». L'ensemble des cidriers présents a acté l'intérêt pour l'IFPC de poursuivre son travail sur la production de levain, la poursuite d'essais en ateliers cidricoles et la possibilité d'effectuer dans leurs sites de production des essais sur les moûts issus de fruits récoltés en 2011 dans des cuves de volume important (500 à 1000 hL).

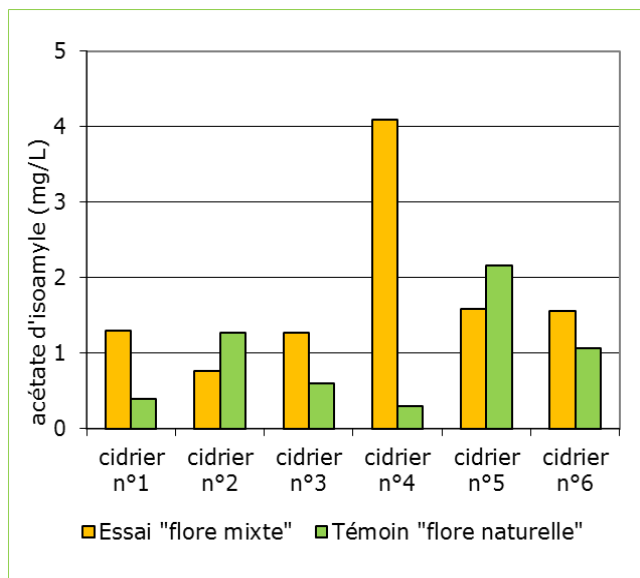
L'analyse de 20 composés volatils a été réalisée sur ces 12 cidres gazéifiés. Les résultats montrent des teneurs en acétate d'isoamyle et acétate de phényléthyle qui sont généralement supérieures dans les cidres de la modalité « flore mixte ». Ces composés sont respectivement associés à des odeurs fruités « banane » et « rose floral », ce qui traduit bien l'appréciation générale de « plus fruité » rencontrée dans ces cidres issus de la modalité « essai flore mixte ».



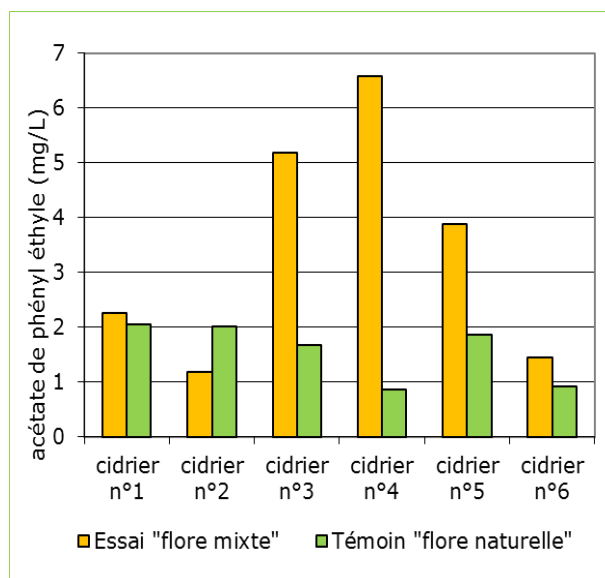
Analyse chromatographique des composés volatils à l'IFPC



Teneur en acétate d'isoamyle selon la flore de fermentation



Teneur en acétate de phényl éthyle selon la flore de fermentation



### Mise en place d'essais en gros volumes

Le changement d'échelle dans les volumes unitaires mis en œuvre pour la réalisation des essais (jusqu'à 1000 hL au lieu de 25 à 100 hL en 2010) a nécessité la recherche d'une optimisation sur l'élaboration du levain pour augmenter la population finale atteinte sur le milieu de production et les volumes de production de levain. Ces deux objectifs ont pu être atteints d'une part avec la production de levain en mode « fed-batch » et avec un changement d'échelle de production de 10 à 100 litres.

Lors de l'automne 2011, les essais ont été réalisés dans 4 ateliers artisanaux et fermiers pour des volumes allant de 25 à 100 hL et dans 3 ateliers de production industrielle pour des volumes de 500 à 1000 hL.

Pour les ateliers artisanaux et fermiers, les résultats ont montré une bonne implantation de la flore dans les moûts avec des résultats proches de ce qui a été observé sur les essais réalisés sur les moûts issus des fruits de 2010. Pour les essais réalisés en cuve de gros volume, compte-tenu du manque de recul sur le comportement dans ces conditions, les suivis microbiologiques ont été réalisés très régulièrement. Les résultats de ce suivi ont permis de mettre en évidence la réponse de l'ensemencement en flore mixte face à différents itinéraires technologiques de gestion du moût lors de la phase pré-fermentaire. L'expérience acquise permet d'envisager un meilleur impact de l'ensemencement « flore mixte » sur les essais qui seront menés en 2012.

### Conclusion

Ce projet se poursuit en 2012 avec le double objectif de cribler des souches commerciales d'intérêt organoleptique et la réalisation d'essais avec la technologie « flore mixte » sur des volumes plus importants (plusieurs milliers d'hectolitres).

De nouvelles dégustations seront organisées avec les professionnels des différentes régions.

# Acquisition de références technico-économiques sur la microfiltration tangentielle (MFT)

## Contexte

Face aux enjeux liés à la maîtrise des rejets des terres de filtration et au vu des performances limitées des filtres à kieselghur vis à vis de certaines conditions de filtration (liquide à fort pouvoir colmatant) ou objectifs (éliminer complètement les microorganismes indésirables), la microfiltration tangentielle (MFT) apparaît comme une solution intéressante pour les cidriers.

## But

Etablir des références technico-économiques sur cette technique de filtration pour aider les producteurs à prendre des décisions en termes d'équipement et d'utilisation. L'objectif est de pouvoir disposer d'informations notamment sur les points suivants : performances de filtration (débits, performance d'élimination...), évolution du colmatage, coût total des traitements, quantité des effluents générés, quantité d'eau utilisée, impact sensoriel et analytique (composés volatils, composés phénoliques).

## Démarche

Pour cela, 2 approches complémentaires sont envisagées :

- La première consiste à la fois à faire un bilan bibliographique des acquis dans le domaine de l'œnologie et capitaliser les expériences cidricoles disponibles dans les cidreries déjà équipées avec la réalisation d'enquêtes
- La seconde est la réalisation d'essais comparatifs sur différents sites avec divers matériels de MFT sur un même cidre. Dans la mesure du possible, la MFT sera comparée avec une filtration kieselghur

## Partenaires

APPCM, ARAC, CDA 22, SPCFHN, INRA URC, équipementiers MFT, entreprises ayant accueilli les essais.

## Mise en place d'essais

Compte tenu de la surface filtrante du matériel à évaluer, la mise en place d'essais n'a pu être réalisée que sur des ateliers possédant des cuves d'un volume supérieur à 300 hL et d'une capacité d'embouteillage suffisante pour embouteiller ces 300 hL dans un délai d'une à deux semaines. Deux sites répondant à ces critères ont été trouvés : un en Bretagne (35) et l'autre en Basse-Normandie (14). Trois équipementiers ont souhaité participer à l'étude : PALL, VASLIN BUCHER et DELLA TOFFOLA. Compte tenu des contraintes des cidriers accueillant les essais et des équipementiers, 5 essais de MFT ont été conduits entre mai et juin 2011. Le calendrier est repris dans le tableau suivant.

Date	Site breton	Site bas-normand
S19/2011	Bretagne MFT 1	
S20/2011	Bretagne MFT 2	
S21/2011	Bretagne MFT 3	BN MFT 2
S22/2011		BN MFT 3

Le menu analytique prévu sur ces essais est : Microbiologie (levures totales, bactéries lactiques, levures *Brettanomyces*), couleur (L,c,h), turbidité, profil polyphénolique, débit de filtration, quantité d'effluents.

## Résultats obtenus

Les résultats les plus importants sont repris dans ce paragraphe accompagné d'une première interprétation.

### Analyses micro-biologiques

Les premiers résultats montrent une très bonne efficacité de la réduction de la flore microbienne de la MFT. Dans la très grande majorité des cas, les populations sont données comme inférieures à 20 ufc/mL, ce qui correspond à une absence de microorganisme dans les milieux de cultures utilisés (dépôt de 50µl sur cidre sur une boîte de pétri).

La différence de performance est très nette : la filtration sur terre donne des niveaux de population beaucoup plus importants en levures et surtout en bactéries lactiques. Cette observation va dans le sens d'autres résultats déjà obtenus par l'IFPC dans d'autres projets.

### Analyses de turbidité

Concernant la turbidité, on retrouve les mêmes constatations qu'avec les analyses microbiologiques ; la MFT donne des cidres avec une turbidité plus faible qu'un filtre à terre. On peut constater une augmentation de la turbidité en cours de filtration pour l'ensemble des filtrations.

### Analyses de couleur

Ces données confirment bien les références déjà acquises. En effet, les membranes de MFT absorbent, comme la terre de filtration, certains composés dont les polyphénols. Cette absorption est réalisée sur les premiers litres de produits passés sur la membrane, une fois que la membrane est rapidement saturée il n'y a plus de fixation de composés phénoliques, ce qui correspond au phénomène observé.

Il est important de signaler que la couleur des produits finis n'est pas significativement différente entre les cidres issus de MFT et ceux filtrés sur terre.

### Relevés de débit de filtration

Les données brutes des suivis de filtration sont reprises dans la [figure 1](#) ci-dessous :

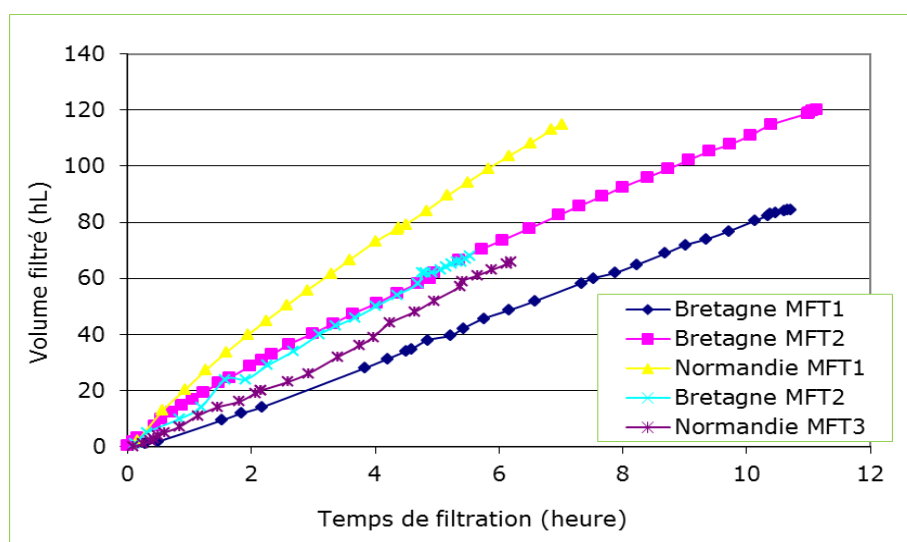


Figure 1 : Débit de filtration des filtres

La normalisation des débits par rapport aux surfaces de membranes filtrantes de chaque équipement montre des débits moyens de l'ordre de 40 litre / heure /m<sup>2</sup> de surface filtrante.

### Conclusion et perspectives

L'ensemble des résultats acquis seront analysés de manière plus complète en 2012. En complément de ces données analytiques, une analyse organoleptique sera également réalisée, afin de comparer l'incidence des différents types de filtration.

# Optimisation des traitements de pasteurisation des cidres

## Contexte

En 2008, la commission transformation de l'IFPC avait fait émerger le besoin de mieux maîtriser l'étape de pasteurisation des cidres. Bien que cette opération soit très répandue, il existe actuellement peu d'éléments objectifs pour le choix des barèmes de pasteurisation du cidre. En effet, les conditions de réalisation de cette stabilisation sont le plus souvent issues de connaissances internes empiriques et il est vraisemblable que les barèmes de pasteurisation soient souvent surestimés, car les retours de produits commercialisés liés à une croissance de flore après pasteurisation sont, semble-t-il, inexistantes.

## But

L'objectif de ce projet est d'optimiser sur le plan microbiologique les barèmes de pasteurisation utilisés en cidrerie en garantissant une pasteurisation efficace tout en optimisant la consommation énergétique. Cela passe par la détermination de la résistance thermique des micro-organismes rencontrés dans le cidre.

## Démarche

Cette étude s'est déroulée entre 2009 et 2011 et a été réalisée par l'IFPC avec en complément une prestation du CTCPA (Centre Technique de la Conservation des Produits Agricoles) pour l'évaluation de la thermorésistance des microorganismes.

## Partenaires

CTCPA (prestataire)

## Résultats

### Etablissement des paramètres de destruction thermique des microorganismes

20 cidres artisanaux et industriels ont d'abord été prélevés, puis pasteurisés en laboratoire, ceci afin d'identifier les flores les plus thermorésistantes.

Parmi les 53 micro-organismes retrouvés, 20 ont été sélectionnés selon leur pertinence vis à vis de la technologie et envoyés au CTCPA pour effectuer des analyses de destruction thermiques préliminaires.

### Collecte de micro-organismes à l'IFPC





A l'issue de ces tests, trois micro-organismes ont été retenus pour être étudiés plus en détail. Il s'agit des levures *Pichia fermentans*, *Saccharomyces cerevisiae* et de la bactérie *Zymomonas mobilis*. Les deux levures ont été sélectionnées car elles étaient les plus thermorésistantes des 20 microorganismes envoyés au CTCPA. Pour *Zymomonas mobilis*, l'évaluation de la thermorésistance n'a pas pu être déterminée de façon précise par le CTCPA, mais compte tenu des risques de surpression en bouteille associée à ce microorganisme, le choix a été fait de l'inclure dans la phase finale de l'étude.

Les paramètres de pasteurisation D et z ont été déterminés pour ces trois micro-organismes dans six matrices cidre aux caractéristiques choisies (2,5 % vol et 5% vol - pH 3,5 - 3,45 et 4). Les résultats démontrent i) finalement la faible résistance à la chaleur de *Zymomonas mobilis*, ii) la thermorésistance de *Pichia fermentans* iii) une plus forte thermorésistance à des degrés alcooliques faibles pour les trois souches et iv) une valeur du paramètre z plutôt située autour de 4°C que de 7°C qui est aujourd'hui la référence utilisée en cidrerie.

Des essais complémentaires réalisés à l'IFPC ont permis de mettre en évidence que la croissance et l'activité fermentaire de la levure *Pichia fermentans* étaient négligeables dans un cidre. Le micro-organisme de référence à prendre en compte vis à vis du risque de trouble microbiologique et de la surpression en bouteille est la levure *Saccharomyces cerevisiae* isolée lors de cette étude. Les paramètres de destruction thermique de cette levure sont repris dans le [tableau 1](#).

**Tableau 1 : Paramètres de destruction thermique de la levure *Saccharomyces cerevisiae***

Cidre	pH	Température de traitement (°C)					Z (°C)
		53	55	57	60	63	
		Temps de division de la population par un facteur 10 (en minutes)					
2,5 %vol	3,50		57,7	11,2	0,9		2,8
	3,75		61,8	14,3	0,9	< 0,4	2,7
	4,00		81,6	13,4	1,1	< 0,4	2,7
5 %vol	3,50	48,5	10,5	1,2			2,5
	3,75	96,0	11,7	2,8			2,6
	4,00	129,0	15,4	2,6			2,4

A partir de ces paramètres et de la réduction de flore souhaitée lors de la pasteurisation (rapport entre la population avant et après pasteurisation), il est possible de calculer un barème de pasteurisation.

Par exemple, pour un cidre à 2,5% vol d'alcool, un pH de 3,75 et une température fixée à 57°C, la valeur du paramètre D est de 14,3 minutes. Cela signifie que la flore de la *Saccharomyces cerevisiae* la plus résistante trouvée dans le cidre lors de cette étude sera divisée d'un facteur 10 lors d'un maintien du produit de 14,3 minutes à la température de 57°C. Si le produit est maintenu 28,6 minutes (2 fois 14,3 minutes), la flore sera réduite d'un facteur 100 ( $10^2$ ), si la durée est de 42,9 minutes (3 fois 14,3 minutes) la réduction sera d'un facteur 1000 ( $10^3$ ).

L'impact de la température de traitement est clairement mis en évidence, car si on se place à une température de 60°C, la valeur de D (durée nécessaire pour réduire la flore d'un facteur 10) n'est plus que de 0,9 minutes (54 secondes).

### Perspectives

L'IFPC reste en veille pour la collecte de microorganismes thermorésistants à partir des retours de produits liés à une croissance de flore après pasteurisation qui seraient observés à l'avenir par les cidriers.

# Maîtrise des phénols volatils

## Contexte

Actuellement, un certain nombre de retours internes à la filière fait état de la présence en quantité significative de produits présentant des odeurs dites « animales ». S'il existe encore une discussion sur un éventuel effet positif des odeurs animales en très faible quantité dans certains produits, il y a consensus pour affirmer qu'en quantité importante ces odeurs sont considérées comme ayant un impact négatif sur le produit.

## But

L'objectif de cette étude est de disposer d'outils permettant de maintenir la population de la levure *Brettanomyces* à un niveau le plus faible possible, afin de ne pas avoir d'évolution biochimique sensible avec la production de phénols volatils, molécules responsables des odeurs animales. Les évolutions en bouteille ne concernent pas les cidres pasteurisés.

## Durée

Cette action a débuté en 2009 pour une durée de 3 ans, avec une fin en 2011

## Partenaires

APPCM, ARAC, CDA22, SPCFHN, Laboratoire Frank Duncombe-CG14 et INRA URC

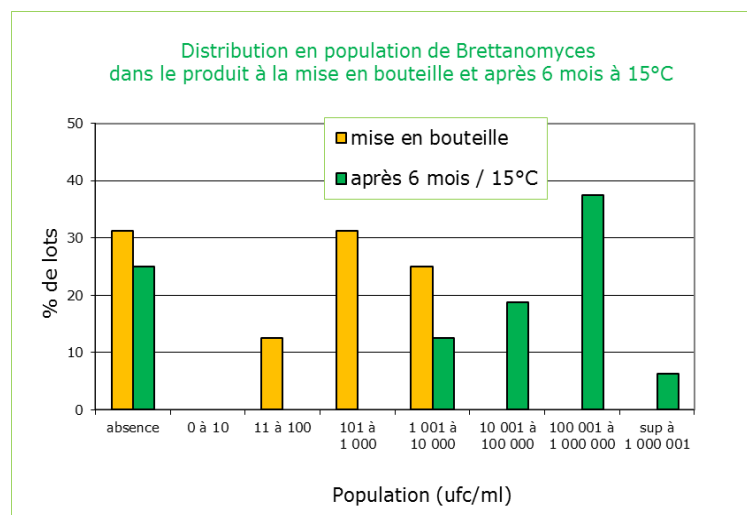
## Démarche

L'objectif de cette dernière année d'étude est de comparer, l'évolution en bouteille d'un cidre filtré et embouteillé selon l'itinéraire technique habituel du cidrier avec l'évolution en bouteille du même cidre mais traité avec un « paquet technologique » différent aboutissant à une mise en bouteille pauvre en germe. Ce paquet consiste en une microfiltration tangentielle accompagnée d'une hygiène poussée du matériel utilisé pour la mise en bouteille. La différence entre les deux modalités de mise en bouteille est évaluée entre l'embouteillage et 6 mois de bouteille à 15°C à la fois par l'évolution de la flore levurienne et bactérienne mais aussi par l'évolution de la teneur en phénols volatils (dosage de 5 composés distincts).

## Réalisation et résultats

### Données microbiologiques

Pour la modalité « cidrier », à la mise en bouteille, on peut remarquer que dans 70% des cas les cidres sont contaminés en levures *Brettanomyces*. Pour la moitié des cidres, cette contamination est importante avec des populations allant de 100 à 100 000 ufc/ml. Ces résultats sont repris dans le graphique ci-contre (histogramme jaune). Pour les cidres mis en bouteille avec microfiltration tangentielle et hygiène poussée du matériel utilisé pour la mise en bouteille, plus de 93% des produits n'ont pas de flore détectée à l'embouteillage (*résultats non représentés dans le graphique*).



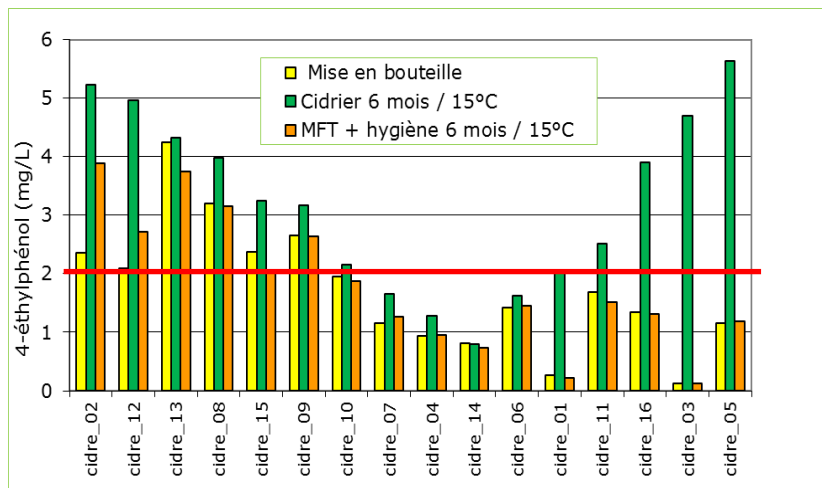
Concernant les produits mis en bouteille chez le cidrier, on constate après 6 mois de mise en bouteille à 15°C que la population en levure *Brettanomyces* a fortement augmenté avec une contamination médiane augmentée d'un facteur 100 (histogramme vert). Ainsi, près de 40% des cidres de cette modalité présente une teneur en levures *Brettanomyces* supérieure à 100 000 ufc/mL, seuil de population susceptible d'impacter significativement sur le produit.

Pour les cidres mis en bouteille avec MFT et hygiène poussée du matériel utilisé pour la mise en bouteille, plus de 80% des cidres ont une population en *Brettanomyces* inférieure à 10 ufc/mL. L'ensemble de ces données montre clairement un impact important du paquet technologique proposé.

### Données biochimiques

Seuls les résultats concernant le 4-éthylphénol (descripteur cuir, gouache, odeur d'écurie) sont discutés dans cette partie, les conclusions concernant les autres éthylphénols (4-éthylcatéchol et 4-éthylgàïacol) étant similaires.

A l'embouteillage (barres jaunes sur le graphique ci-contre), on peut remarquer que 31% des cidres prélevés chez les producteurs ont une teneur en 4-éthylphénol supérieure à 2 mg/L, cette teneur correspond au seuil de perception moyen



observé dans les cidres. Cela signifie que, dès l'embouteillage, ces cidres présentent une odeur animale marquée. Il est à noter que ce pourcentage de cidre présentant une teneur supérieure à 2 mg/L de 4-éthylphénol est supérieur à celui observé en 2009 dans la première année de l'étude (17%). Cela s'explique par le fait que pour cette dernière année, les essais ont été ciblés sur des ateliers présentant spécifiquement des problèmes d'odeurs animales.

Après 6 mois de mise en bouteille, on peut remarquer que pour les 16 cidres, la teneur en 4-éthylphénol des modalités « MFT + hygiène » est toujours inférieure à celle mesurée sur la modalité « cidrier » et très proche de celle observée à l'embouteillage.

La différence entre les deux modalités est très significative : sur les 16 cidres étudiés, l'augmentation moyenne de la teneur en 4-éthylphénol est de + 1,4 mg/L pour la modalité « cidrier » et de seulement + 0,1 mg/L pour la modalité « MFT + hygiène ». Le paquet technologique proposé a donc aussi un impact très significatif en limitant très fortement l'évolution de la teneur en 4-éthylphénol dans les cidres lors de leur conservation suite à la mise en bouteille.

### Conclusion

Il est possible avec l'ensemble des résultats acquis lors de ces 3 années d'étude d'effectuer le constat suivant :

- La part très importante de la phase post-embouteillage dans la génération des phénols volatils molécules marqueurs des défauts d'odeurs animales
- L'existence de produits déjà riches en phénols volatils dès le stade embouteillage, avec des teneurs pouvant dépasser les seuils de perception
- L'importante contamination en levures *Brettanomyces* (levures produisant des éthylphénols) des cidres à l'embouteillage
- Le gain qualitatif majeur apporté en terme de maîtrise microbiologique grâce à l'utilisation de la microfiltration tangentielle par rapport à la filtration sur kieselghur (couramment appelée filtration sur terre)
- La démonstration qu'une mise en bouteille pauvre en germe permet de limiter très fortement ou bloquer toute évolution post-embouteillage sur le plan des phénols volatils

A partir de ces éléments et d'autres connaissances acquises précédemment, il est possible de proposer un certain nombre de préconisations pour limiter la teneur en phénols volatils dans les cidres avec pour objectif d'éliminer les produits à défaut « odeur animale », mais aussi de limiter la dégradation du fruité des cidres déjà occasionnée par des faibles teneurs en phénols volatils.

## Autres programmes en cours

Thèmes et objectifs	Partenaires techniques
<p><b>Comportement agronomique et valeur cidrière des variétés européennes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Etoffer la gamme variétale afin de prendre en compte l'évolution des attentes des producteurs et des transformateurs</li> <li>Réduire l'impact environnemental de la culture par la sélection de variétés rustiques et non alternantes</li> </ul>	<p>APPCM, CA22, CRAN, Conservatoire d'Aquitaine (47), Centre Régional de Ressources Génétiques (59), SERIDA (ESP), NACM (GB) et CRA-W (BEL)</p>
<p><b>Etude des techniques de l'agriculture biologique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Disposer de références techniques biologiques adaptées au verger cidricole</li> <li>Proposer des techniques transposables en verger conventionnel</li> </ul>	<p>CRAN, CA76, GRABs de Normandie, ACB, CA 22</p>
<p><b>Le verger cidricole de demain</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Concevoir, évaluer et diffuser des systèmes de production à haute performance environnementale et économiquement viables</li> </ul>	<p>Agrocampus Ouest INHP, INRA Nantes-Angers, CRAN, CDA 22, APPCM, ACB, AGRIAL, Astredhor, LEGTA de Merval et Alençon-Sées</p>
<p><b>Conduite de l'arbre : Port pleureur – Mur fruitier</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Préciser et adapter les conditions de mise en œuvre de ces techniques dans le contexte du verger cidricoles</li> <li>Cerner l'incidence technique et économique de ces modes de conduite</li> </ul>	<p>Groupe MAFCOT – CTIFL CRAN AGRIAL</p>
<p><b>Conception d'un référentiel au service du développement de l'Agriculture Biologique conduisant à des dispositifs d'acquisition de références et des systèmes d'information innovants (Réf AB)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Construire un référentiel en AB, c'est à dire un outil de production et de partage de références</li> </ul>	<p>Travaux conduits dans le cadre d'un projet CAS DAR 2009 (chef de projet : ITAB) Partenaire cidricole : CRAN</p>
<p><b>Incidence des pratiques sur le statut sanitaire des jus</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Constituer puis mettre à disposition des professionnels une base de données confirmant l'innocuité des produits élaborés (jus, cidre, pomeau...)</li> <li>Orienter les producteurs vers les stratégies les plus neutres vis à vis des produits finis</li> </ul>	<p>CRAN, APPCM, ACB, CA 22, services techniques des entreprises de transformation</p>
<p><b>Agri-BALYSE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Etablir les références techniques permettant l'inventaire du cycle de vie (impacts environnementaux) de différentes matières premières agricoles dont la pomme à cidre en PFI</li> </ul>	<p>ADEME, INRA, ART, CIRAD, ACTA et 10 instituts techniques agricoles, conseillers cidricoles et services techniques des entreprises</p>
<p><b>Les transformations malo-lactiques (TML) précoces</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Recherche des bactéries responsables de TML</li> </ul>	<p>APPCM, ARAC et CDA 22</p>
<p><b>CISAVEUR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Etude de l'impact des polyphénols (concentration et degré de polymérisation) sur les caractéristiques d'amertume et l'astringence des cidres</li> </ul>	<p>ESA, INRA URC et AGROCAMPUS OUEST</p>
<p><b>Etude de la diversité des levures de fermentation industrielles</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Etude la diversité des besoins azotés des levures de fermentation (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>)</li> </ul>	<p>Partenaires du RMT Produits Fermentés Distillés : IFV, BNIC, BNIA, CTCS, ADRIA Normandie et INRA SPO</p>





La Chambre Régionale d'Agriculture de Normandie a organisé un colloque le 18 mars 2011 sur le thème « **Quels cidres pour quels consommateurs ?** ». Ce colloque a clôturé 3 années de recherche et d'expérimentation, réalisées dans le cadre d'un appel à projet CAS DAR, dont la CRAN était le pilote et **l'IFPC un des partenaires du projet**. La communication de l'IFPC était intitulée « **Producteurs... Comment élaborer les cidres qui plaisent à vos consommateurs ?** ».



Les **6èmes Rencontres du Végétal** qui ont eu lieu les 10-11 janvier 2011 avaient pour thème l'innovation et l'environnement dans les filières et territoires du végétal spécialisé. L'IFPC a co-animé la session « arboriculture-viticulture-cidriculture » et est intervenu sur le thème « **Le verger cidricole de demain : vers des systèmes de production à faibles impacts sur l'environnement** ».

L'IFPC et l'INRA URC ont organisé le 1<sup>er</sup> juillet 2011 une journée de restitution des projets de recherche financés par les Régions Bretagne et Pays de la Loire et mis en place avec l'appui du Pôle Agronomique de l'Ouest. Cette journée technique a été dédiée aux **composés phénoliques**, leurs intérêts organoleptiques et les moyens de maîtrise au cours des procédés d'élaboration des cidres. Elle était destinée aux responsables qualité et R&D des principales entreprises de la filière cidricole, de même qu'aux conseillers cidricoles. Elle va faciliter le transfert des résultats de ces travaux amont vers la profession. Les outils acquis portent sur une meilleure connaissance des polyphénols et donc permettent une meilleure maîtrise de la qualité gustative des produits cidricoles.

L'IFPC a également participé en 2011 à diverses Assemblées Générales de syndicats ou associations de producteurs ou transformateurs, afin de présenter les programmes de recherche et les résultats des travaux conduits. A noter par exemple la contribution à la journée technique de l'APPCM sur le thème de la régularité de production où des résultats d'essais ont été présentés ou encore la journée organisée par Inter Bio Bretagne où les travaux menés depuis plusieurs années sur l'arboriculture biologique ont été présentés. Enfin, une journée découverte et d'échanges de la filière cidricole en Normandie organisée conjointement avec l'ARDEC le 26 janvier 2011 avait pour but de faire expérimentations sur le terrain.



découvrir aux financeurs les

L'IFPC a contribué au colloque organisé par l'ACTA à l'Assemblée Nationale le 17 mai 2011 intitulé « La recherche appliquée agricole au service de la qualité des produits français destinés à l'alimentation ». La communication avec l'Institut Français de la Vigne et du Vin a porté sur **l'élaboration des vins et des cidres fruités pour le plaisir des consommateurs**.

De nombreuses informations sont disponibles sur le site internet de l'IFPC [www.ifpc.eu](http://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.

Extrait du document de l'ACTA « Compte-rendu des débats du 10 mai 2011 à l'Assemblée Nationale »

## Organisation

Président Directeur Directeur Technique Ingénieur Responsable « Transformation » Ingénieur Responsable « Production »	Denis ROULAND • denisrouland@orange.fr Jean-Louis BENASSI • jl.benassi@cidre.net Yann GILLES • yann.gilles@ifpc.eu Rémi BAUDUIN • remi.bauduin@ifpc.eu Nathalie DUPONT • nathalie.dupont@ifpc.eu
---	--

## Le Conseil d'Administration

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 Gérard BOSSER David CASSIN Raynald CHAMERET Bruno DESLANDES Xavier DE SAINT POL <b>Jean-Pierre FOURNIER (vice-président)</b> Guillaume JAN Corinne LEFEBVRE <b>Philippe MUSELLEC (vice-président)</b>	Jacques BAUX <b>Marie BOURUT (vice-présidente)</b> Eric DORE Mickaël ETIENNE Hervé GAUBERT Daniel MEANCE Thomas PELLETIER <b>Denis ROULAND (Président)</b> Guy STEPHAN <b>David TURPIN (vice-président)</b>
Représentants des salariés	Représentant des pépiniéristes
Gilles ROELEN Michel TRETON	Bruno ESSNER
Représentant de FranceAgrimer	Représentant de l'Inra
Tarek MHIRI	Alain BARON

### Invités de droit (voix consultative uniquement)

Contrôleur Général Economique et Financier	Commissaire du Gouvernement
Alain JOUVE	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. Il a été renouvelé en 2011.

Président : Jean-Louis ESCUDIER (INRA)	
Violaine ATHES-DUTOUR (INRA) Patrick BOIVIN (IFBM) Laurence GUERIN (IFV) Pascale GUILLERMIN (Agrocampus Ouest INHP) Marc LATEUR (CRA Gembloux – Belgique) François LAURENS (INRA) Olivier LE GALL (INRA)	Jean-Michel LE QUERE (INRA) Daniel PLENET (INRA) Catherine RENARD (INRA) Jean-Marie SABLAYROLLES (INRA) Sylvaine SIMON (INRA) Franziska ZAVAGLI (CTIFL)

## 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



FranceAgriMer



# Compte-rendu d'activité 2011

## Partenaires financiers



Association Régionale pour le Développement de l'Économie Cidricole de Basse-Normandie



ASSOCIATION CIDRICOLE BRETONNE

## Partenaires professionnels



## Partenaires Recherche et développement



Trélacine<sub>COV</sub>

Siège social :  
Station cidricole  
La Rangée Chesnel 61500 SEES  
02 33 27 56 70 • 02 33 27 49 51  
[www.ifpc.eu](http://www.ifpc.eu)  
[expe.cidricole@ifpc.eu](mailto:expe.cidricole@ifpc.eu)

