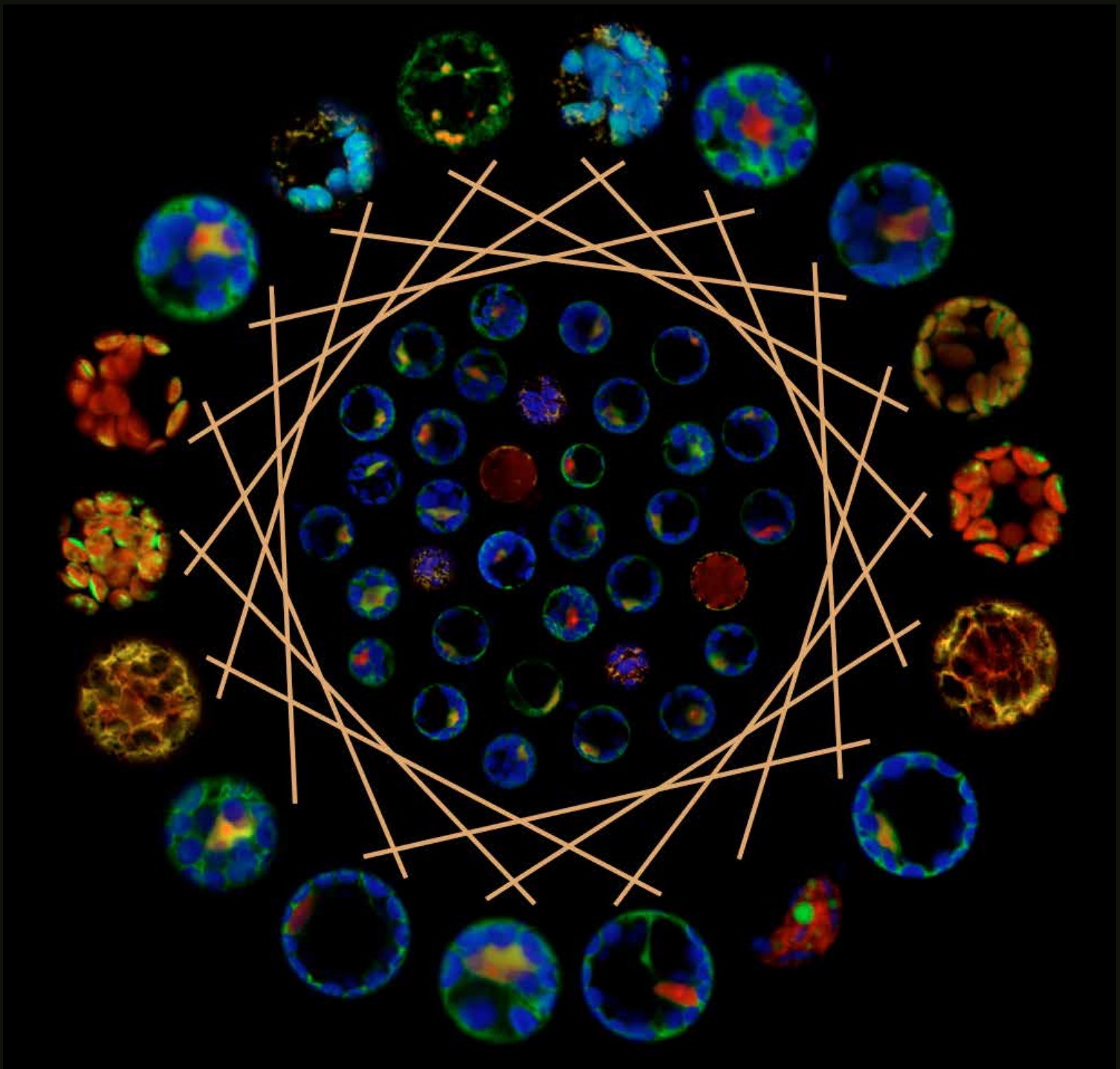


Pôle recherche Végétal  
SFR QUASAV et partenaires





# PRÉAMBULE

---

La Structure Fédérative de Recherche « Qualité et Santé du Végétal » (SFR Quasav) vous présente le 10<sup>ème</sup> volume des "faits marquants du pôle recherche végétal", pour l'année 2014. Les résultats majeurs des neuf unités constituant la SFR y sont présentés, ainsi que ceux des 4 autres unités du pôle recherche végétal (Ephor, Granem, ESO-Paysages et sociétés, Paysage et Ecologie). Enfin, ce rapport contient également une contribution des 3 principaux partenaires angevins de la SFR : l'Anses, le Geves et Végépolys.

L'année 2014 a vu l'achèvement des trois grands chantiers immobiliers du CPER 2007-2013 "Campus du Végétal". Tout d'abord la Maison du Végétal a été livrée en juillet et Végépolys et l'association Plante & Cité s'y sont installés en septembre 2014. Les nouvelles installations expérimentales ont été livrées en juin 2014 et inaugurées en novembre, tous les essais des équipes de la SFR y sont désormais réalisés. Enfin, le bâtiment recherche a été livré en mars 2015 et les équipes y emménageront prochainement.

Le projet RFI Végétal (2014-2019), financé par la Région Pays de Loire, s'est mis en place en 2014, avec la signature de la convention et le recrutement de la directrice opérationnelle, Nadine Dueso, effectif en mars 2015. Six projets ont été financés sur le premier appel à projet "défis scientifiques", dont 2 post-doctorats et une thèse environnés. Une chaire "ConnecTalent" (EPICENTER) a également été financée par la Région Pays de Loire, permettant l'accueil d'un épigénéticien (Etienne Bucher) à l'UMR IRHS et la constitution d'une équipe sur cette thématique innovante pour le végétal. Deux équipes de la SFR Quasav sont également partenaires du projet "ConnecTalent" PREMMi/MMRC, porté par le secteur Santé sur le thème de la médecine mitochondriale.

Au cours de l'année 2014, le pôle végétal s'est mobilisé pour que ses thématiques soient représentées au sein de la future Communauté d'Universités et Etablissements (COMUE) Bretagne – Loire (UBL). Le futur département "Agro-écosystèmes et Alimentation" comporte désormais un axe "Végétal, gestion de la santé et de la qualité des productions végétales" structuré autour de la SFR Quasav à Angers et de l'IGEPP à Rennes. Il comprend trois thématiques en totale adéquation avec celles du pôle végétal régional :

- Biodiversité et Ressources Génétiques : description et exploitation,
- Gestion durable de la santé des productions végétales,
- Gestion durable de la qualité des productions végétales.

Parmi les divers colloques et séminaires organisés par des membres du pôle végétal en 2014, signalons le Symposium International Carotte et autres Apiacées qui s'est tenu du 17 au 19 septembre 2014 au Centre des Congrès d'Angers. Organisé par Agrocampus Ouest, l'IRHS, le CTIFL et Carotte de France, il a rassemblé plus de 300 chercheurs et ingénieurs de tous pays autour de sujets techniques et scientifiques sur l'ensemble de la chaîne de valeur : de la génétique au produit fini. Enfin, lors de dernier colloque IHC à Brisbane en 2014, une délégation angevine représentant la SFR, Végépolys et Angers Loire Tourisme a porté avec succès la candidature d'Angers pour l'organisation du futur Congrès International d'Horticulture (IHC) en 2022.

Enfin, l'audit de l'Université d'Angers par son COS (comité d'orientation stratégique) a eu lieu le 12 juin 2014. Ce conseil a rendu un avis positif sur le pôle végétal, représenté majoritairement par la SFR Quasav.

Philippe Simoneau  
Professeur Université d'Angers  
Directeur SFR Quasav,

Elisabeth Chevreau,  
Directrice de Recherche Inra  
Directrice adjointe SFR Quasav



**Pôle recherche Végétal  
SFR QUASAV et partenaires**

**SOMMAIRE**

---

**Unités de la SFR**

IRHS	
Equipe ALSA .....	05
Equipe Arch-E .....	06
Equipe Emersys .....	07
Equipe Fruitqual .....	09
Equipes Fruitqual - Bioinformatique .....	10
Equipe Fungisem .....	11
Equipe GDO .....	12
Equipe Mitostress .....	14
Equipe Quarveg .....	15
Equipe Respom .....	16
Equipes Respom - Ecofun .....	17
IGEPP	
Equipe EGI .....	28
GRAPPE .....	29
LBPV .....	34
LEVA .....	36
RCIM .....	39
SONAS .....	41
UE HORTICOLE .....	43
UE VIGNE ET VIN .....	45

**Unités hors SFR**

EPHOR .....	49
GRANEM .....	54
ESO	
Equipe Paysages et Sociétés .....	56

**Partenaires de la SFR**

ANSES .....	58
GEVES .....	61
VEGEPOLYS .....	65



## Nitrate : absorption et signalisation chez *Medicago truncatula*

### Objectif

Déterminer le rôle du transporteur de nitrate, MtNPF6.8, chez la légumineuse modèle *Medicago truncatula* : transport de nitrate et/ou implication dans la croissance racinaire via une signalisation par le nitrate ?

### Contexte

La germination et l'installation de la plantule sont des phases critiques pour la plante. La modulation de l'architecture racinaire est alors un élément déterminant dans la capacité à coloniser et utiliser les ressources non-uniformes du sol. Une étude de génétique quantitative nous a conduit à émettre l'hypothèse qu'un potentiel transporteur de nitrate, nommé MtNPF6.8, pourrait être impliqué dans l'inhibition, par le nitrate, de la croissance de la racine primaire chez *Medicago truncatula* (Morère-Le Paven et al., 2011).

### Résultats

Une caractérisation fonctionnelle de la protéine MtNPF6.8, exprimée en système hétérologue (dans des ovocytes de xénope), a montré qu'il s'agit d'un transporteur à double (haute et basse) affinité pour le nitrate (Morère-Le Paven et al., 2011). Qu'en est-il dans la plante ? Une analyse fonctionnelle de MtNPF6.8 a été réalisée en analysant l'impact de l'extinction du gène par ARN interférence (ARNi) sur la capacité de transport de nitrate *in planta* et sur la croissance des racines de *M. truncatula*. L'étude des mutants ARNi a révélé que MtNPF6.8 participe à l'absorption du nitrate exogène en tant que composante principale du système inducible de transport à basse affinité (iLATS). Ces mêmes mutants ont permis de montrer que MtNPF6.8 est impliqué dans la régulation par le nitrate de la croissance de la racine primaire via une voie de signalisation dépendante d'une phytohormone, l'acide abscissique (ABA). MtNPF6.8 joue donc un rôle de senseur de nitrate. Par ailleurs, une expression de MtNPF6.8 dans les tissus vasculaires (observée par une construction promoteur MtNPF6.8-GUS) et le fait que MtNPF6.8 transporte l'ABA (dans les ovocytes de xénope) suggère un rôle additionnel de translocation d'ABA dans la plante.

Effet inhibiteur du nitrate sur la croissance de la racine primaire de *Medicago truncatula*.



### Perspectives

Afin de poursuivre l'étude de MtNPF6.8, la protéine a été sur-exprimée chez un mutant d'*Arabidopsis thaliana* affecté pour le transporteur de nitrate à double affinité AtNPF6.3, transporteur impliqué dans le transport et la signalisation par le nitrate. Ces sur-expresssurs devraient permettre d'évaluer la capacité de MtNPF6.8 à restaurer la fonction de récepteur du signal nitrate perdue chez le mutant d'*A. thaliana*. Par ailleurs, MtNPF6.8 étant fortement exprimé dans la partie aérienne de plantes de *M. truncatula*, une étude du rôle de la protéine dans cette partie de la plante est envisagée.

### Partenaires

Laboratoire RCIM, Université d'Angers. Plateau d'imagerie IMAC (SFR Quasav, Angers). Philippe Nacry du laboratoire BPMP de Montpellier.

Financiers : Angers Loire Métropole, Conseil général de Maine-et-Loire, projet Qualisem, projet SFR Quasav.

### Bibliographie

- Morère-Le Paven M.C., Viau L., Hamon A., Vandecasteele C., Pellizzaro A., Bourdin C., Laffont C., Lapied B., Lepetit M., Frugier F., Legros C., Limami A.M. 2011. Characterization of a dual affinity nitrate transporter MtNRT1.3 in the model legume *Medicago truncatula*. *Journal of Experimental Botany* 62: 5595-5605.
- Pellizzaro A., Clochard T., Cukier C., Bourdin C., Juchaux M., Montrichard F., Thany S., Raymond V., Planchet E., Limami A.M., Morère-Le Paven M.C. 2014. The nitrate transporter MtNPF6.8 (MtNRT1.3) transports abscisic acid and mediates nitrate regulation of primary root growth in *Medicago truncatula*. *Plant Physiology* 166: 2152-2165.

### Contact

Marie-Christine Le Paven, UMR IRHS, 2 bd Lavoisier, 49000 Angers.  
Mél : lepaven@univ-angers.fr

## Sucres, lumière et gibbérellines agissent en synergie pour réguler l'expression de l'invertase vacuolaire du rosier

### Objectif

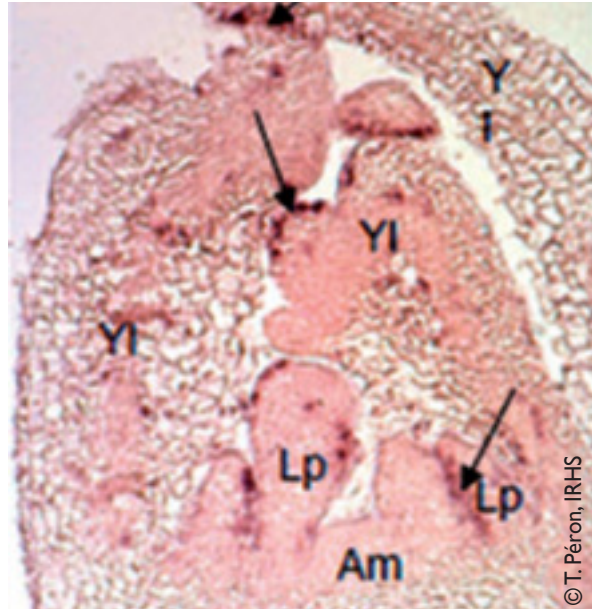
L'objectif de notre étude est d'élucider les mécanismes de contrôle qui sous-tendent le processus du débourrement des bourgeons qui, via la ramification, constitue un événement déterminant à l'origine de l'élaboration de l'architecture de la plante en réponse aux signaux environnementaux et endogènes.

### Contexte

La forme du végétal est un critère ornemental important qui détermine sa qualité visuelle aussi bien que sa productivité et donc sa valeur commerciale. De nombreuses études ont montré le lien entre la disponibilité en sucres et la capacité des bourgeons à débourrer. Nos précédents travaux ont montré que l'expression de l'invertase vacuolaire I (*RhVII*) du rosier, gène clé du métabolisme carboné, est fortement corrélée à la capacité des bourgeons à débourrer et qu'elle est sous le contrôle de signaux endogènes (sucres, gibbérellines-GA) et exogène (lumière). Cette forte corrélation nous a conduit à décrypter les mécanismes moléculaires impliqués dans la régulation de *RhVII* afin de mieux appréhender le rôle des sucres et des gibbérellines dans le photocontrôle du débourrement et l'interconnexion de ces signaux.

### Résultats

L'analyse *in silico* du promoteur de *RhVII* a permis d'identifier, dans sa partie proximale (595pb), des éléments cis-régulateurs potentiellement impliqués dans la réponse aux sucres, à la lumière et aux GA. Une analyse fonctionnelle de cette région promotrice et des délétions 5' terminales de ce promoteur fusionnées au gène rapporteur GUS ont été réalisées. Après transformation stable dans des cellules de rosier, ces constructions ont été testées en réponse à ces différents stimuli. Les résultats de cette analyse montrent que le fragment de 468 pb du promoteur de *RhVII* est suffisant pour déclencher, via ces éléments cis, l'activation du gène GUS en réponse à ces signaux indépendamment les uns des autres. Par ailleurs, l'ensemble de nos résultats identifie une région promotrice de 127pb, qui intègre ces signaux endogènes et exogènes, responsable de l'effet synergique entre les GA et la lumière et entre les sucres et la lumière. Une approche par hybridation *in situ* localise



Hybridation *in situ* montrant l'expression de l'invertase vacuolaire I (*RhVII*) dans les cellules de l'épiderme des jeunes feuilles des bourgeons débouffés de rosier. LP leaf primordia, YI Young leaves, Am Apical meristem (bar=50µm)

l'expression de l'invertase vacuolaire I dans les cellules de l'épiderme des jeunes feuilles des bourgeons débouffés de rosier et conforte donc son rôle dans l'expansion de ces organes au sein du bourgeon en croissance.

### Perspectives

Ces résultats combinés à ceux précédemment obtenus sont une base solide pour amorcer l'identification de la ou des voies de signalisation impliquant les sucres dans la régulation de cette invertase vacuolaire « marqueur » de l'état de débourrement. L'identification des facteurs de transcription impliqués dans la régulation de *RhVII* puis leur étude (mutagénèse dirigée, gel retard...) serait une avancée supplémentaire dans la compréhension de l'interconnexion des signaux endogènes et exogènes à l'origine de la perception de l'environnement par le rosier.

### Partenaires

Ce travail a été réalisé dans le cadre de la thèse d'Amélie Rabot (DGER) au sein de l'équipe Arch-E de l'UMR IRHS, et de Virginie Portemer (Ministère de l'Agriculture et de la Pêche) au sein de l'Equipe de Recherche Technologique (ERT) et du laboratoire PhyMots (Poitiers). Le contrat post-doctoral de Thomas Péron a été financé par le conseil général (post-doctorat CADRES)

### Bibliographie

Rabot A, Portemer V, Péron T, Mortreau E, Leduc N, Hamama L, Coutos-Thévenot P, Atanassova R, Sakr S, Le Gourrierc J. 2014. Interplay of Sugar, Light and Gibberellins in Expression of *Rosa hybrida* Vacuolar Invertase I Regulation. *Plant Cell Physiol* 10:1734-48.

### Contact

José Gentilhomme-Le Gourrierc, UMR IRHS, 2 Bd Lavoisier, 49045 Angers.  
Mél : jose.gentilhomme@univ-angers.fr



# Dynamique du microbiote des semences lors de la germination et de la levée

## Objectif

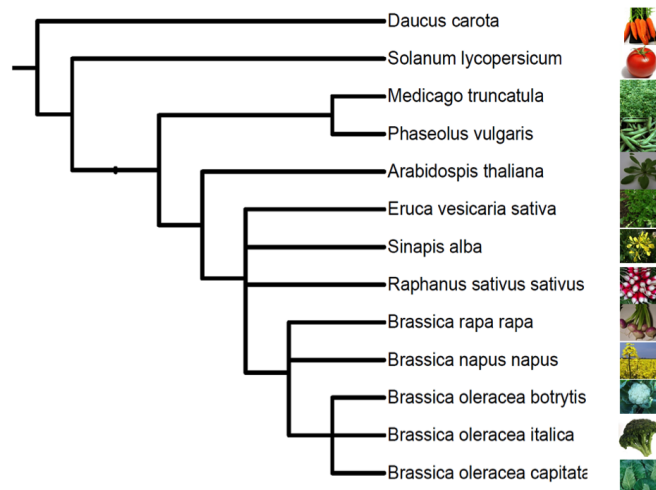
Caractériser la diversité taxonomique des communautés microbiennes associées aux semences de plusieurs espèces végétales et étudier la dynamique de ces communautés au cours de la germination-levée.

## Contexte

Les semences sont vectrices d'une microflore abondante et diversifiée dont le rôle est généralement méconnu et sans doute sous-estimé et sous-exploité. Pour améliorer la qualité sanitaire des semences et l'installation des cultures, de nouveaux traitements doivent être proposés dans le contexte actuel de réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires. L'une de ces méthodes consiste à utiliser des microorganismes en enrobage de semences. Cette lutte biologique se heurte cependant à des variations d'efficacité pouvant être en partie expliquées par l'activité des communautés microbiennes indigènes des semences. Ainsi il est nécessaire de comprendre les liens fonctionnels qu'établissent les membres de ces communautés entre eux et avec la plante pour améliorer la santé des cultures dont elles sont issues.

## Résultats

La diversité taxonomique des communautés microbiennes associées aux semences et sa dynamique au cours de la germination et de la levée ont été étudiées chez différentes espèces végétales par une approche de metabarcoding. Le séquençage de deux marqueurs moléculaires bactériens a permis de mettre en évidence une grande variation de la richesse bactérienne entre les différents lots de semences analysés. En effet de 4 à 300 espèces bactériennes ont été identifiées au sein des échantillons étudiés. En comparaison, la richesse fongique est relativement homogène avec une cinquantaine d'espèces associées à chaque lot de semences. D'après les échantillons analysés, il semble que la région de production des semences soit un facteur structurant important des communautés microbiennes à la différence du génotype de la plante hôte. La richesse microbienne dimi-



Semences utilisées lors de ce travail. Les graines issues de différentes plantes représentent différents niveaux taxonomiques (du génotype à la famille). A noter que 3 génotypes (Count, Guardian et Negus) ont été analysés pour la variété botanique Brassica oleracea var. capitata.

nue significativement lors de la levée et se traduit par une sélection de taxons bactériens et fongiques fréquemment retrouvés au sein d'autres compartiments végétaux comme la rhizosphère et la phyllosphère. Ces résultats démontrent que la graine constitue une source d'inoculum importante pour la plante.

## Perspectives

La composition fonctionnelle du microbiote des semences va à présent être étudiée par le séquençage massif de son métagénome. Cette approche devrait nous permettre de mettre en évidence des voies métaboliques importantes pour la colonisation des graines par les microorganismes. Par ailleurs la dynamique de ces fonctions microbiennes sera également étudiée lors de la germination-levée par des approches de métagénomique et de métatranscriptomique.

## Partenaires

UMR I345 IRHS (équipes EmerSys et FungiSem), SFR Quasav (plateau ANAN), UPRES EA 3859 (HIFIH), FNAMS, Vilmorin, HM-Clause, GenOuest, Genotoul (plateforme GeT), Région des Pays de la Loire.

## Bibliographie

■ Barret M, Briand M, Bonneau S, Prévieux A, Valière S, Bouchez O, Hunault G, Simoneau P, Jacques M-A. 2014. Emergence shapes the structure of the seed microbiota. *Applied and Environmental Microbiology*: doi: 10.1128/AEM.03722-14.

## Contact

Matthieu Barret, UMR IRHS, 42 rue Georges Morel, 49071 Beaucouzé Cedex.  
Mél : matthieu.barret@angers.inra.fr

## MLVA : un outil efficace pour le suivi des *Xanthomonas*

### Objectif

Avoir un outil de typage moléculaire permettant de discriminer des isolats bactériens de *Xanthomonas arboricola* de différentes origines.

### Contexte

*Xanthomonas arboricola* est une espèce complexe divisée en pathovars. Le pathovar est une division qui regroupe des souches selon des critères de pathogénie. Chez *X. arboricola* (*X.a.*), les 3 pathovars les plus importants économiquement sont les pathovars *pruni* (pathogène de quarantaine des arbres fruitiers à noyau), *corylina* (liste d'alerte A2 de l'EPPO et pathogène du noisetier) et *juglandis* (pathogène du noyer). Des cas d'émergence récente ont été rapportés pour ces trois pathovars. Il est donc nécessaire de disposer d'outils moléculaires permettant le suivi des souches pour renseigner les paramètres épidémiques tels que l'origine des épidémies ou les voies de dispersion. L'analyse de la variation du nombre de motifs de répétitions en tandem (MultiLocus Variable-number-tandem-repeat Analysis, MLVA) combine les critères de pouvoir discriminant et de portabilité.

### Résultats

Un jeu de 51 marqueurs potentiels a été identifié sur la séquence génomique d'une souche de *X. a. pv pruni*. Les couples d'amorces positionnées de part et d'autre de ces 51 régions variables du génome ont été testés sur un échantillon représentatif de 8 souches de *X. arboricola* pour sélectionner les amorces capables d'amplification effective et générant du polymorphisme. Un jeu de 26 couples d'amorces a finalement été retenu et testé sur une collection de 61 souches de *X. arboricola* incluant tous les pathovars. Ces 26 marqueurs ont montré un polymorphisme variable selon les pathovars mais suffisamment élevé pour un suivi épidémiologique. La technique a révélé un fort pouvoir discriminant en permettant un typage des souches y compris au sein du pathovar *pruni* pourtant connu pour présenter un faible polymorphisme. Ainsi, un set de marqueurs discriminants a été pro-



Syndrome du chancre vertical suintant sur tronc de noyer

posé pour chaque pathovar. Cette analyse présente en outre l'avantage d'une certaine facilité de mise en œuvre, d'une excellente reproductibilité et d'un coût très compétitif par rapport aux autres techniques de typage moléculaire.

### Perspectives

Les outils proposés ici sont utiles pour analyser les liens de parenté entre isolats lors d'une épidémie. Ils indiquent l'émergence d'une lignée de souches responsables d'un nouveau syndrome sur noyer en France confirmant les résultats obtenus précédemment par Hajri et al (2010). Il serait très intéressant d'utiliser cette approche sur des isolats issus des épidémies récentes de *X. a. pv corylina* en Italie et au Chili pour mieux comprendre l'expansion de la maladie, ainsi que sur des souches de *X. a. pv pruni* en progression actuellement en Europe, la MLVA étant très discriminante, rapide, facile à mettre en œuvre et finalement bien adaptée à la manipulation d'un grand nombre de souches.

### Partenaires

Direction Générale de l'Armement (projet REI # 2010 34 007) ; CIRM-CFBP Inra IRHS 1345, Angers, France ; plate-forme ANAN, SFR 4207 Quasav, Angers, France ; Agroscope, Changins-Wädenswil Research Station ACW, Suisse.

### Bibliographie

■ Cesbron, S., Pothier, J., Gironde, S., Jacques, M. A., & Manceau, C. (2014). Development of multilocus variable-number tandem repeat analysis (MLVA) for *Xanthomonas arboricola* pathovars. *Journal of Microbiological Methods*, 100: 84-90.

### Contact

Sophie Cesbron, UMR IRHS, 42 rue Georges Morel, 49071 Beaucouzé Cedex.  
Mél : sophie.cesbron@angers.inra.fr

## L'auto-abscission des jeunes fruits du pommier

### Objectif

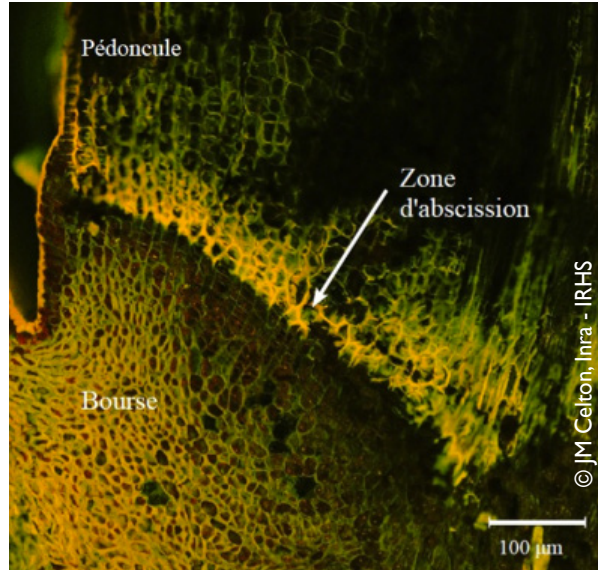
Sélectionner des variétés réduisant naturellement leur charge en fruits permettrait de diminuer les applications de produits chimiques pour l'éclaircissage. Le but de notre étude était de caractériser un pommier possédant le caractère auto-éclaircissant.

### Contexte

Le contexte actuel de réduction des intrants dans l'agriculture implique de nombreux challenges pour la production fruitière. L'une des principales difficultés est l'abolition des méthodes d'éclaircissage chimique. En effet, l'éclaircissage des vergers est pratiqué dès la floraison afin de réduire le nombre de fruits par inflorescence, augmentant ainsi la qualité des fruits restants. Une solution consiste à exploiter les ressources génétiques et à identifier des génotypes ayant des propriétés auto-éclaircissantes afin de les introduire dans les schémas de sélection. Au centre Inra Angers-Nantes, un pommier (hybride X3177) a été identifié il y a de nombreuses années comme possédant le caractère auto-éclaircissant. Ce pommier se caractérise par sa capacité à faire chuter les fruits latéraux en développement tout en conservant le fruit central.

### Résultats

Des analyses histologiques ont permis d'identifier que les pédoncules des fruits centraux de X3177 renferment des faisceaux supplémentaires, permettant à ces fruits un meilleur approvisionnement en sucres (sorbitol) et en eau. Nous avons constaté que les fruits centraux grossissent alors plus vite, et prennent l'ascendant sur les fruits latéraux, provoquant le développement d'une zone d'abscission à la base de ces derniers, et entraînant leur chute dans les semaines suivant la pollinisation. Grâce à l'utilisation d'une puce microarray, de nombreux gènes ont été identifiés comme impliqués dans le développement des faisceaux supplémentaires ainsi que dans le développement de la zone d'abscission. En parallèle, une étude génétique sur ce caractère a été menée à l'Inra de Montpellier, et des QTL ont été identifiées dans le



Coupe longitudinale effectuée à la jonction entre la bourse et un pédoncule de fruit latéral de X3177, 21 jours après floraison.

génomique du pommier comme contrôlant le caractère d'auto-abscission.

### Perspectives

L'intégration de données histologiques et d'expression de gènes a permis la compréhension du mécanisme d'auto-abscission des jeunes fruits de pommier chez cet hybride X3177. Combiné à l'identification de QTLs contrôlant ce caractère, des marqueurs moléculaires pourront à l'avenir être utilisés par les sélectionneurs pour augmenter la qualité des futures variétés tout en contribuant à une meilleure protection de l'environnement.

### Partenaires

Partenaire scientifique : UMR 1334 Inra-Montpellier SupAgro-CIRAD.

Partenaire financier : bourse postdoctorale de la Région des Pays de la Loire et du département BAP de l'Inra.

### Bibliographie

- Celton JM, Dheilly E, Guillou MC, Simonneau F, Juchaux M, Costes E, Laurens F, Renou JP 2014. Additional amphivasal bundles in pedicel pith exacerbate central fruit dominance and induce self-thinning of lateral fruitlets in apple. *Plant Physiology*, 164 : 1930-1951
- Celton JM, Kelner JJ, Martinez S, Bechti A, Khelifi Touhami A, James MJ, Durel CE, Laurens F, Costes E 2014. Fruit self-thinning: a trait to consider for genetic improvement of apple. *PLoS ONE*: D-13-41379R1 10.1371

### Contact

Jean-Marc Celton, UMR IRHS, 42 rue Georges Morel, 49071 Beaucouzé Cedex.

Mél : jean-marc.celton@angers.inra.fr

## Régulation des gènes du pommier par des ARN anti-sens

### Objectif

L'objectif de notre étude était de mettre en évidence l'expression de transcrits anti-sens chez le pommier, et de démontrer leur implication dans la régulation transcriptionnelle et post-transcriptionnelle des gènes.

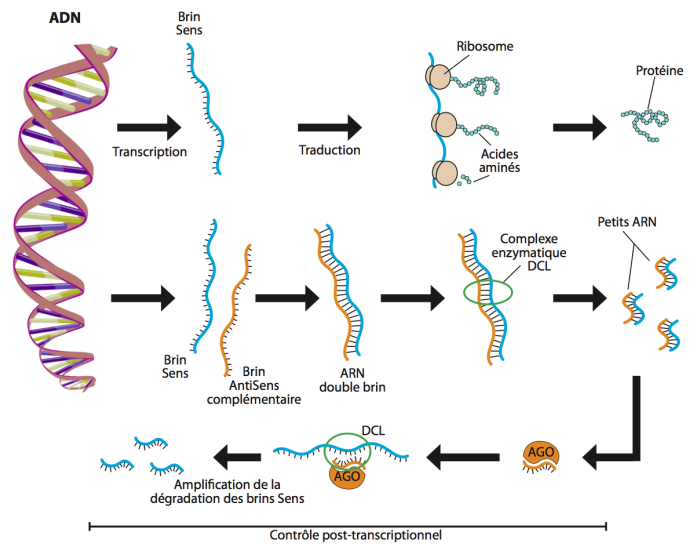
### Contexte

Un des grands défis actuels de la biologie consiste à comprendre le fonctionnement des gènes, c'est à dire déterminer leur fonction, leur patron d'expression, et leur effet sur le phénotype. Les connaissances acquises en biologie cellulaire ces dernières décennies ont permis de développer des modèles pour expliquer leur régulation. Dans ces modèles, les gènes sont transcrits en ARN messagers (ARN sens), qui servent d'intermédiaires avant leur traduction en protéines. Or, ces modèles simples de fonctionnement sont actuellement remis en cause par la découverte d'une possible transcription inverse des gènes (ARN anti-sens). Nous avons entrepris d'étudier ce phénomène chez le pommier en utilisant une puce microarray dédiée ainsi que les dernières technologies de séquençage à haut débit.

### Résultats

En utilisant un panel d'échantillons (semence, plantule, racine, tige, feuille, fleur, parenchyme de fruit 100 jours après pollinisation, parenchyme de fruit à la récolte) nous avons découvert que 70% des gènes transcrits en sens l'étaient aussi en anti-sens. Nous avons alors émis l'hypothèse que les paires de transcrits complémentaires (sens et anti-sens) peuvent s'hybrider, rendant ainsi la traduction en protéines impossible. De plus, ces doubles brins d'ARN peuvent potentiellement être reconnus et clivés par des protéines de type DICER, entraînant ainsi la formation de petits ARN.

Pour vérifier notre hypothèse, nous avons séquencé en masse des petits ARN issus de la dégradation de l'hybridation des transcrits complémentaires. Nous avons ainsi pu montrer que plus les gènes sont transcrits en sens et en anti-sens, plus nous pouvons identifier de petits ARN ayant des séquences complémentaires.



### Perspectives

Cette étude nous a permis de mettre en évidence un fort potentiel de contrôle transcriptionnel et post-transcriptionnel des gènes chez le pommier. En combinant l'utilisation de technologies de type microarray et séquençage à haut débit, nous avons démontré une forte corrélation entre la production de transcrits anti-sens et la présence de petits (21-23 nt) et de longs (30-44 nt) petits ARN. Notre étude va nous permettre de mieux comprendre les mécanismes impliqués dans la régulation de l'expression des gènes chez les plantes, et à terme de construire de nouveaux réseaux de gènes comprenant ces mécanismes de régulation post-transcriptionnelle.

### Partenaires

UMRI 1345-IRHS, UMRI 1195-URGV-Evry, IBENS-CNRS-ENS Paris, Région Pays de la Loire, Inra-BAP

### Bibliographie

■ Celton JM, Gaillard S, Bruneau M, Pelletier S, Aubourg S, Martin-Magniette ML, Navarro L, Laurens F, Renou JP (2014) Widespread anti-sense transcription in apple is correlated with siRNA production and indicates a large potential for transcriptional and/or post-transcriptional control. *New Phytologist* 203;1 : 287-299.

### Contact

Jean-Pierre Renou, UMR IRHS, Inra, 42 rue Georges Morel, 49071 Beaucozuté Cedex.  
Mél : Jean-pierre.renou@angers.inra.fr

# Implication des protéines de type hydrophiline d'*Alternaria brassicicola* dans la réponse au stress hydrique et lors de l'interaction avec la plante hôte

## Objectif

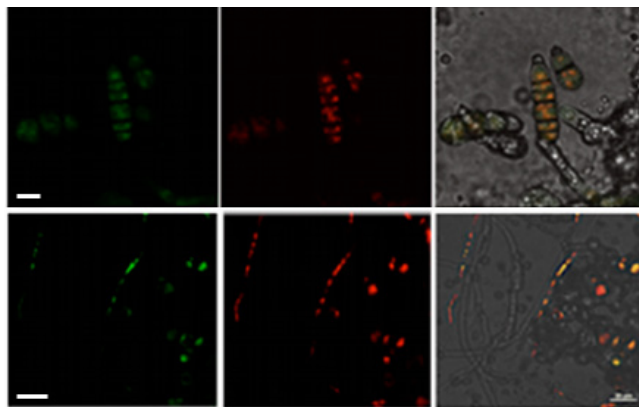
L'objectif de cette étude est de caractériser la réponse d'un champignon nécrotrophe transmissible par les semences, *Alternaria brassicicola*, aux contraintes hydriques et déterminer si certaines composantes de cette réponse sont indispensables à l'expression de son pouvoir pathogène à différentes phases de son cycle infectieux.

## Contexte

Les champignons nécrotrophes, que ce soit lors de leur vie saprophytique ou de leur cycle parasitaire, sont soumis à de nombreuses contraintes de leur milieu environnant. L'une d'elles est liée à des changements parfois drastiques de la disponibilité en eau de leur environnement. Afin de pouvoir effectuer l'intégralité de leur cycle de vie, ces agents pathogènes doivent être capables de s'adapter rapidement et efficacement à ces modifications du statut hydrique. Cette étude s'intéresse aux mécanismes mis en place par le champignon lors de cette réponse adaptative.

## Résultats

L'effet de différents types de contraintes hydriques (stress osmotique généré par le sorbitol ou le polyéthylène glycol, dessiccation) sur la croissance de plusieurs génotypes d'*Alternaria brassicicola* (sauvage, mutants déficitaires pour des protéines clés des voies de signalisation) a été caractérisé et a permis de définir les conditions expérimentales pour une analyse transcriptomique comparative. L'analyse globale des profils d'expression au cours de ces différents stress a permis d'identifier une trentaine de gènes codant des protéines de type hydrophiline. Ces protéines, caractérisées par un pourcentage élevé de glycines (>8%), sont fortement hydrophiles (Hy index > 1) et désordonnées. Une attention particulière a été portée à deux protéines de la sous-famille des déhydrines, spécifique de l'embranchement des Pezizomycotina au sein des Ascomycètes, que nous avons nommé AbDHN1 et AbDHN2. Ces protéines sont surexprimées dans toutes les conditions testées et de façon dépendante de la voie [NIK-HOG] d'osmo-régulation. Les mutants déficitaires pour l'une ou l'autre des déhydrines, dont la localisation est peroxysomale, sont caractérisés par une forte sensibilité aux formes actives d'oxygène et le double mutant



Expression de la protéine AbDHN1 fusionnée à la GFP (fluorescence verte) dans les conidies (a) et les hyphes (b) d'*A. brassicicola* lors d'un stress osmotique. Les cellules sont marquées par la protéine DsRed-SKL (fluorescence rouge) adressée aux peroxysomes. Co-localisation des signaux de fluorescence (photos de droite).

$\Delta\Delta$ AbDHN1-AbDHN2 est fortement affecté dans sa capacité à générer des nécroses foliaires et à se transmettre aux semences.

## Perspectives

L'analyse du rôle des autres hydrophilines est en cours. La caractérisation de la réponse du champignon aux contraintes hydriques doit permettre de cibler spécifiquement ces mécanismes adaptatifs et proposer de nouvelles stratégies de lutte visant à réduire l'impact de ces agents pathogènes en production de semences.

## Partenaires

Une partie de ce travail a été conduit dans le cadre du programme Qualisem soutenu par la Région Pays de la Loire et cette thématique est soutenue par le projet FUNHY financé par le RFI Végétal. Les analyses transcriptomiques et les observations par microscopie laser confocale ont été réalisées respectivement sur les plateaux ANAN et IMAC de la SFR Quasav.

## Bibliographie

- Pochon S, Simoneau P, Pigné S, Balidas S, Bataillé-Simoneau N, et al. (2013) Dehydrin-like proteins in the necrotrophic fungus *Alternaria brassicicola* have a role in plant pathogenesis and stress response. PLoS ONE 8(10): e75143. doi:10.1371/journal.pone.0075143.
- Simoneau P, Pochon S, N'Guyen G., Bataillé-Simoneau N., Guillemette T. (2014) Hydrophilins and dehydrin-like proteins in the fungal seed-borne pathogen *Alternaria brassicicola*. New Frontiers in Anhydrobiosis, Pornichet, 23-26 mars.
- Simoneau P. et al. (2014) Transmission of fungal necrotrophs to seeds. Colloque Qualisem « Seed Quality for the Future », Angers 2-3 décembre.

## Contact

Philippe Simoneau, UMR IRHS, 2 Bd Lavoisier,  
49045 Angers.  
Mél : simoneau@univ-angers.fr

## La cryoconservation des ressources génétiques de rosiers



Bourgeon axillaire de *Rosa chinensis* 'Old Blush' prélevé en serre et disséqué en conditions stériles en vue de la cryoconservation.

### Objectif

L'objectif de cette étude était de développer des protocoles de cryoconservation en étudiant la faisabilité d'utiliser du matériel végétal ex-vitro et en optimisant les étapes décisives pour la survie et la reprise de croissance après réchauffement.

### Contexte

Le genre *Rosa* est constitué d'environ 200 espèces et plus de 20 000 cultivars interspécifiques. Les ressources génétiques de rosier, buisson pérenne, sont traditionnellement maintenues sous la forme de collections en roseraie. La cryoconservation (conservation de matériel vivant à ultra-basse température) pourrait être une stratégie complémentaire diminuant les risques de perte et les coûts de conservation à long terme. Peu de travaux ont été publiés jusqu'ici sur rosier et tous nécessitent l'introduction préalable de la collection *in vitro*. Le développement de protocoles efficaces et simples (sans établissement de la collection *in vitro*) est nécessaire. Pour cela, une adaptation des méthodes de droplet-vitrification (DV) et d'encapsulation-déshydratation (ED) a été entreprise. Chacune comporte une phase de déshydratation, étape nécessaire pour la survie du matériel végétal lors du passage aux ultra-basse température, réalisée par osmose pour la DV et par évaporation pour l'ED.

### Résultats

Des bourgeons axillaires prélevés directement sur des plants de *Rosa chinensis* 'Old Blush' cultivés en serre ont été disséqués en conditions stériles pour servir d'explant pour la cryoconservation. Lors de la reprise de croissance *in vitro*, l'absence de contamination a été constatée, prouvant qu'il n'était pas nécessaire d'établir de cultures aseptiques au préalable. Pour la DV, la reprise de croissance a été possible même sans immersion des explants dans la solution de charge (Loading Solution, LS), phase devant permettre l'acquisition de la tolérance à la déshydratation osmotique provoquée par l'immersion dans la solution PVS2. Cependant un traitement de 20 à 80

min dans LS, suivi par l'application de PVS2 à 0°C pendant 3 à 15 min permet d'obtenir les meilleurs résultats : 85% de reprise de croissance après passage dans l'azote liquide et réchauffement.

Pour l'ED, la teneur en eau des explants à la fin de la déshydratation influence significativement leur survie et leur reprise de croissance. L'optimum (60% de reprise) a été obtenu pour une teneur en eau de 35 g H<sub>2</sub>O/g de matière sèche.

### Perspectives

Ces résultats, obtenus sur un cultivar, étaient la première étape nécessaire pour disposer d'une référence. Il s'agit ensuite (i) d'évaluer la variabilité de tolérance à la cryoconservation en fonction du génotype (ii) appliquer ces protocoles de cryoconservation aux accessions de la core-collection qui sera définie à la fin du projet FloRHiGE (financé par les Pays de la Loire) afin de venir en appui aux roseraies pour la conservation des ressources génétiques.

### Partenaires

L'étude a été réalisée avec l'appui technique de Tatiana Thouroude, Linda Voisine, Daniel Relion et de l'équipe INEM. Elle s'inscrit dans FloRHiGE, projet interdisciplinaire histoire-génétique (2013-2016) financé par la région Pays de la Loire.

### Bibliographie

■ Le Bras C, Le Besnerais PH, Hamama L, Grapin A. 2014. Cryopreservation of ex-vitro-grown *Rosa chinensis* 'Old Blush' buds using droplet-vitrification and encapsulation-dehydration. *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 116(2): 235-242.

### Contact

Agnès Grapin, UMR IRHS, 2 rue Le Nôtre, 49045 Angers.  
Mel : Agnes.Grapin@agrocampus-ouest.fr

## Fleurir, ne pas fleurir : un tango entre répresseur et activateur floraux.

### Objectif

L'objectif de cette étude était (i) de valider la fonction du répresseur floral, *RoKSN*, impliqué dans le contrôle de la remontée de floraison chez le rosier, et (ii) de comprendre son mode d'action.

### Contexte

La valeur des plantes ornementales repose essentiellement sur leurs fleurs et leur capacité à en produire régulièrement. Ainsi la compréhension des mécanismes de floraison est un enjeu essentiel pour cette filière. Le rosier est un modèle original pour étudier la floraison des plantes pérennes du fait de l'existence de différents modes de floraison : rosiers non remontants ou à floraison continue. Nous avons précédemment montré que les rosiers non remontants produisent un répresseur floral qui empêche de nouvelles floraisons. Ce répresseur est absent chez les rosiers à floraison continue. Il appartient à une petite famille de protéines qui réguleraient des facteurs de transcription.

### Résultats

Pour valider la fonction de ce répresseur, nous avons complété le mutant correspondant chez *Arabidopsis thaliana*, chez lequel la production de ce répresseur retarde la floraison. Chez le rosier, par transgénèse, nous avons fait produire le répresseur à des rosiers à floraison continue. Ces rosiers transgéniques ne fleurissent plus. Nous avons ainsi clairement démontré la fonction répressive de ce répresseur.

Nous avons émis l'hypothèse que ce répresseur serait en compétition avec un activateur floral pour réguler un facteur de transcription. Chez le rosier, nous avons montré que le répresseur (*RoKSN*) et l'activateur (*RoFT*) interagissaient avec le même facteur de transcription (*RoFD*). En présence du répresseur, le facteur de transcription n'interagit plus (ou moins) avec l'activateur, ce qui inactiverait le facteur de transcription et bloquerait la floraison. Ce mécanisme de compétition permet de mieux comprendre l'équilibre entre croissance végétative et florale chez une plante pérenne.

L'expression ectopique du répresseur floral, *RoKSN*, bloque la floraison d'un rosier à floraison continue : à gauche, rosier à floraison continue (en fleur) transformé avec un vecteur contrôle ; à droite, rosier à floraison continue surexprimant le répresseur floral. Ce rosier ne fleurit plus.



© M. Randoux, Inra - IRHS

### Perspectives

La compréhension des mécanismes de floraison ouvre de nouvelles voies sur le contrôle de ce processus chez le rosier et plus globalement chez les plantes pérennes. Chez le rosier, nous travaillons à éteindre le gène par transgénèse ce qui devrait permettre de rendre remontantes des variétés non remontantes. Cette approche nécessite la mise en place d'un protocole efficace et rapide de transformation du rosier (Projet GENIUS, investissement d'avenir). Dans le cadre d'un projet financé par l'Inra (SIFLOR) et par la région Pays de la Loire (FLORHIGE), nous avons mis en évidence de nouveaux allèles de ce répresseur et nous cherchons à comprendre leur mode d'action et leur régulation.

### Partenaires

Ces résultats ont été obtenus au cours de la thèse de Marie Randoux (IRHS, thèse financée par Angers Loire Métropole) et en collaboration avec l'entreprise Delbard (Malicorne, France) et l'Institut de Biologie Moléculaire des Plantes (Strasbourg).

### Bibliographie

■ Randoux M, Davière J-M, Jeauffre J, Thouroude T, Pierre S, Toulbia Y, Perrote J, Reynoird J-P, Jammes M-J, Hibrand-Saint Oyant L, Foucher F. 2014. *RoKSN*, a floral repressor, forms protein complexes with *RoFD* and *RoFT* to regulate vegetative and reproductive development in rose. *New Phytologist* 202(1): 161-173.

### Contact

Fabrice Foucher, UMR IRHS, 42 rue Georges Morel, 49071 Beaucouzé Cedex.  
Mel : fabrice.foucher@angers.inra.fr

## Cartographie subcellulaire des protéines LEA d'*Arabidopsis*

### Objectif

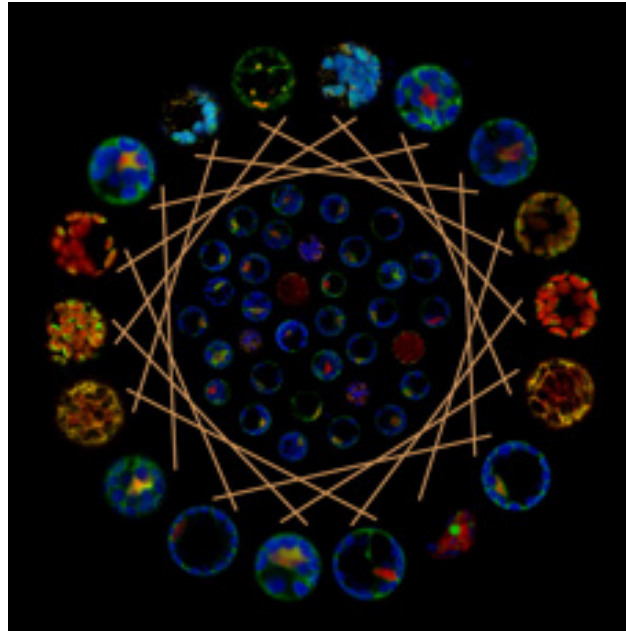
Ce projet avait pour objectif d'établir la localisation subcellulaire de l'ensemble des 51 protéines LEA chez la plante modèle *Arabidopsis*, en utilisant une approche de biologie cellulaire basée sur l'expression de protéines de fusion fluorescentes.

### Contexte

Les protéines LEA (Late Embryogenesis Abundant) sont des protéines très hydrophiles et généralement désordonnées à l'état natif, qui apparaissent à la fin de la formation de l'embryon. De nombreuses observations suggèrent qu'elles sont impliquées dans la tolérance à la dessiccation chez les organismes anhydrobiotes (capables de survivre à l'état sec) comme les graines. Les fonctions moléculaires et l'incidence physiologique de ces protéines restent encore largement énigmatiques, et il est donc indispensable de déterminer dans quels territoires de la cellule elles sont exprimées pour mieux appréhender leurs rôles.

### Résultats

Les approches de transformation transitoire de protoplastes avec des protéines LEA en fusion traductionnelle avec des protéines fluorescentes, et l'établissement de lignées stables exprimant certaines de ces protéines ont permis d'établir à l'aide de la microscopie confocale (Plateau IMAC, SFR 4207 Quasav) la localisation des 51 protéines LEA d'*Arabidopsis*. Nous avons ainsi montré que la plupart des compartiments cellulaires (cytosol, noyau, mitochondrie, plaste, réticulum endoplasmique, vacuole, pexophagosome...) peuvent accumuler des protéines LEA, la majorité d'entre elles résidant dans le cytosol. Si la plupart des neuf familles de protéines LEA montrent une localisation unique ou préférentielle, la famille LEA\_4 se distingue par une distribution subcellulaire très variée de ses 18 membres. Des prédictions structurales indiquent que toutes ces protéines possèdent des motifs qui leur permettent de s'associer aux membranes lors de leur repliement induit par la déshydratation. Ainsi, cette famille de protéines LEA serait spécialisée dans la protection des diverses membranes cellulaires, ce qui apparaît crucial pour la survie à l'état sec.



*Distribution des protéines LEA et hélice alpha de classe A. Cette illustration composite rassemble, dans un motif correspondant à l'architecture d'une hélice alpha, des protoplastes exprimant chacune l'une des 51 protéines LEA d'*Arabidopsis* en fusion avec une protéine fluorescente (GFP ou RFP). Les protoplastes sur la couronne extérieure disposés comme les acides aminés dans une projection d'hélice alpha correspondent aux protéines de la famille LEA\_4.*

### Perspectives

Aucune étude de cette ampleur n'avait jamais été réalisée chez aucun organisme anhydrobiote, et c'est donc un nouvel éclairage qui est ainsi apporté sur les territoires cellulaires dans lesquelles ces protéines sont exprimées. Ces données sont importantes pour mieux comprendre la fonction de ces protéines cruciales dans le contexte de la tolérance à la dessiccation chez les plantes, voire chez d'autres organismes lorsque des orthologues existent. La localisation subcellulaire est également un paramètre à prendre en compte dans la perspective d'utilisation de ces protéines en biotechnologie et amélioration des plantes.

### Partenaires

Plateau d'Imagerie Cellulaire (IMAC), SFR 4207 Quasav  
Institut de Pharmacologie Moléculaire et Cellulaire (IPMC), CNRS, Sophia Antipolis  
Région des Pays de la Loire / Inra (thèse A. Candat)  
ANR Blanc MITOZEN (ANR-12-BSV8-0021-01).

### Bibliographie

■ Candat A, Paszkiewicz G, Neveu M, Gautier R, Logan DC, Avelange-Macherel M-H, Macherel D, 2014. The ubiquitous distribution of LEA proteins across cell compartments offers tailored protection against abiotic stress. *Plant Cell* 26: 3148-3166.

### Contact

David Macherel, UMR IRHS, 42 rue Georges Morel, 49 071 Beaucouzé Cedex.  
Mél : david.macherel@univ-angers.fr



## Carotène hydroxylase et caroténoïdes de la carotte

### Objectif

Le travail porte sur l'identification, par génétique d'association, des gènes de la voie de biosynthèse des caroténoïdes impliqués dans leur accumulation, en particulier la carotène hydroxylase.

### Contexte

La racine de la carotte, *Daucus carota L.*, est un organe accumulant les caroténoïdes de façon très élevée, ce qui en fait un légume consommé d'un grand intérêt nutritionnel. Cependant, la connaissance du déterminisme génétique de la teneur en caroténoïdes et du fonctionnement de la voie de biosynthèse est limitée. Si les gènes de la voie de biosynthèse des caroténoïdes de la carotte sont connus, le rôle potentiel de la carotène hydroxylase CYP97A3, intervenant dans la transformation de l'alpha-carotène en lutéine a été mis en évidence dans le mutant *lut5* d'*Arabidopsis thaliana*. Une approche de génétique d'association a été entreprise afin de relier le polymorphisme de ces gènes candidats aux variations de teneur en caroténoïdes.

### Résultats

Les résultats globaux de génétique d'association mettent en évidence les rôles prépondérants des gènes de l'anabolisme et du catabolisme dans l'accumulation globale des caroténoïdes, en particulier ceux de la zéaxanthine époxydase et de la phytoène désaturase. D'abord étudié par surexpression, le rôle du gène de la carotène hydroxylase CYP97A3 dans le contrôle de l'accumulation en  $\alpha$ -carotène chez la carotte orange a été confirmé par génétique d'association. L'insertion de 8 bases se traduit par une augmentation de la teneur en  $\alpha$ -carotène. Le polymorphisme d'insertion de ce gène est également associé au ratio  $\alpha$ - $\beta$ -carotène et explique une large proportion de la variation observée. Les résultats suggèrent un rétrocontrôle négatif des métabolites sur la phytoène synthase et donc aussi sur le flux global de la voie des caroténoïdes. D'un point de vue méthodologique, l'utilisation en génétique d'association de popu-



La connaissance du contrôle de l'accumulation de caroténoïdes, particulièrement forte chez la carotte, reste partielle

lation déstructurée à base génétique large en complémentarité de la validation fonctionnelle sur base génétique étroite permet de mettre en évidence le rôle de gènes candidats.

### Perspectives

Les gènes mis en évidence par génétique d'association seront validés par génétique fonctionnelle, conduisant à l'élaboration de schémas de fonctionnement de la voie de biosynthèse des caroténoïdes chez la carotte. Ces travaux seront complétés par une approche sans a priori et par puce d'expression pour mettre en évidence l'influence de gènes de régulation.

### Partenaires

Partenaire scientifique : Université de Freiburg (Allemagne) : Dr R. Welsch

Partenaires financiers : Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche, et Ministère en charge de l'agriculture.

### Bibliographie

- Arango A., Jourdan M., Geoffriau E., Beyer P., Welsch R., 2014. Carotene hydroxylase activity determines the levels of both  $\alpha$ -carotene and total carotenoids in orange carrots. *Plant Cell* 26:2223-2233
- Jourdan M, Gagné S, Dubois-Laurent C, Maghraoui M, Huet S, L. Hamama, Briard M., Peltier D., Geoffriau E. 2015. Carotenoid content and root color of cultivated carrot: a candidate-gene association study using an original broad unstructured population. *PLoS ONE* 10(1): e0116674.

### Contact

Emmanuel Geoffriau, UMR IRHS, 2 rue Le Nôtre 49045 Angers.

Mél : Emmanuel.Geoffriau@agrocampus-ouest.fr

## Production de pommiers et de poiriers transgéniques sans gène de sélection

### Objectif

L'objectif de ce travail était le développement d'une méthode permettant d'éliminer le gène de résistance à un antibiotique afin de produire des pommiers et des poiriers transgéniques sans gène marqueur de sélection.

### Contexte

Parmi les freins actuels à l'adoption des plantes transgéniques, la perception d'un risque potentiel de transfert horizontal de résistance aux antibiotiques est un élément important. Un des systèmes les plus prometteurs pour s'affranchir de la présence de gènes de résistance aux antibiotiques dans les plantes fruitières transgéniques est, après utilisation de la sélection par l'antibiotique kanamycine, l'élimination du gène de résistance à cet antibiotique. Pour cela, on transfère initialement à la plante un gène codant une recombinaise inducible chimiquement et un gène marqueur bifonctionnel qui rend les cellules transformées résistantes à la kanamycine et sensibles à la fluorocytosine. On peut donc faire une première sélection positive des cellules transgéniques par la kanamycine, puis, après induction chimique de la recombinaison, une seconde sélection, négative, des cellules sans gène marqueur par la fluorocytosine.

### Résultats

Nous avons étudié les conditions optimales permettant la production de pommiers et de poiriers transgéniques sans marqueurs de sélection grâce à ce système. Pour cela nous avons travaillé sur les doses et sur la cinétique d'application des 2 molécules permettant 1) d'induire le gène de recombinaise 2) de sélectionner les cellules transgéniques ayant éliminé le gène marqueur de sélection. Nous avons produit pour la première fois des poiriers transgéniques ne contenant plus de gène marqueur de sélection, et nous proposons deux protocoles fonctionnant l'un sur la variété de pommier 'Galaxy', l'autre sur la variété de poirier 'Conférence'.



Régénération de bourgeons sur une feuille de pommier en culture in vitro. Cette étape est cruciale pour la réussite de la transformation génétique

### Perspectives

La méthode que nous avons développée peut maintenant être utilisée pour la production de pommiers et de poiriers intragéniques ou cisgéniques, c'est-à-dire ne contenant que des séquences génétiques de l'espèce d'origine. Elle permettra également de cumuler plusieurs gènes d'intérêt dans une même variété transgénique, en la retransformant successivement au fur et à mesure des progrès des connaissances.

### Partenaires

Les travaux ont été réalisés avec l'appui de l'équipe INEM de l'IRHS et du laboratoire de cytométrie en flux du Snes-Geves. Ce projet a été financé par le projet européen ISAFRUIT (6<sup>ème</sup> PCRD) et par une bourse post-doctorale de la Région Pays de la Loire. Il a également été soutenu par le projet ANR-11-BT-BR-0006-GENIUS.

### Bibliographie

■ Righetti L., Djennane S., Berthelot P., Coumol R., Wilmot N., Loridon K., Vergne E., Chevreau E. 2014 Elimination of the nptII marker gene in transgenic apple and pear with a chemically inducible R/Rs recombinase. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 117: 335-348

### Contact

Elisabeth Chevreau, UMR IRHS, 42 rue Georges Morel, 49071 Beaucouzé Cedex.  
Mél : elisabeth.chevreau@angers.inra.fr

## Tavelure du pommier : érosion de la résistance quantitative



Parcelle expérimentale de pommiers (Angers)

### Objectif

Notre objectif était d'évaluer la durabilité de la résistance conférée par des QTLs (quantitative trait loci) chez le pommier, et de relier cette durabilité aux composantes quantitatives du pouvoir pathogène du champignon *Venturia inaequalis*.

### Contexte

Proposer des cultivars résistants pour contrôler la tavelure du pommier est une solution en vue de réduire le nombre de traitements chimiques. Toutefois, cette solution n'est que temporaire car le plus souvent l'agent pathogène s'adapte et contourne la résistance. Nous recherchons donc des résistances durables qui soient efficaces au moins sur la durée de vie d'un verger. Les résistances quantitatives basées sur des QTLs sont considérées comme plus durables que les résistances totales, mais des études théoriques prédisent que la résistance quantitative peut sélectionner des souches pathogènes plus agressives, conduisant à l'érosion de la résistance. Nous avons testé cette hypothèse expérimentalement dans un réseau de trois vergers que nous avons observés pendant 8 ans.

### Résultats

Des pommiers portant ou non deux QTLs (F11 et F17) ont été plantés dans 3 vergers expérimentaux dans les départements du Nord, du Maine-et-Loire et de la Dordogne. Au début de l'expérimentation, nous avons échantillonné des souches de *V. inaequalis* dans ces vergers et nous avons évalué les composantes de leur agressivité (sévérité de la maladie, densité et taille des lésions, période de latence) par des inoculations de pommiers en conditions contrôlées. Nous avons observé des différences d'agressivité selon l'origine des souches (plus grande agressivité dans le Nord qu'en Dordogne), correspondant à des niveaux d'efficacité de la résistance différents selon les vergers (plus faible efficacité de la résistance dans le Nord qu'en Dordogne). Au cours du temps, nous avons observé une érosion progressive de la résistance au verger. Nous avons également montré qu'en situation d'érosion de la résistance, les souches présentent un niveau d'agressivité similaire sur pommiers résistants et sensibles. Nos travaux montrent donc que la résistance quantitative peut entraîner la sélection de souches géné-

ralistes capables de bien se développer sur tous les génotypes de pommier.

### Perspectives

Nos travaux montrent l'importance de développer des résistances quantitatives qui conduisent à des compromis évolutifs chez les populations pathogènes (i.e. une bonne fitness des souches sur un génotype de pommier compensée par une fitness moindre sur un autre génotype). Nous allons d'abord chercher à identifier les voies métaboliques modulées par les QTLs de résistance du pommier ainsi que les QTLs d'agressivité du champignon impliqués dans l'interaction avec ces QTLs de résistance. Puis, nous testerons si la combinaison de QTLs de résistance agissant sur des voies métaboliques différentes permet d'améliorer la durabilité de la résistance. Enfin, le polymorphisme allélique aux QTLs d'agressivité présents dans les vergers devrait nous informer sur la durabilité de la résistance associée.

### Partenaires

Partenaire scientifique : Wageningen University and Research Centre, The Netherlands

Partenaires techniques : UEH, Inra, centre Angers-Nantes, CRRG, Villeneuve d'Ascq, CTIFL, Lanxade, IRHS-équipe INEM

Partenaires financiers : CTPS "Durabilité des résistances variétales à des bioagresseurs 2006-2008", ANR "ANR-05-PADD-05, CEDRE"

### Bibliographie

■ Caffier V., Lasserre-Zuber P., Giraud M., Lascostes M., Stievenard R., Lemarquand A., van de Weg E., Expert P., Denancé C., Didelot F., Le Cam B., Durel C.E., 2014. Erosion of quantitative host resistance in the apple - *Venturia inaequalis* pathosystem. *Infection Genetics and Evolution*, 27: 481-489.

### Contact

Valérie Caffier, UMR IRHS, 42 rue Georges Morel, 49071 Beaucouzé Cedex.

Mél : valerie.caffier@angers.inra.fr

## RUBRIQUE LIBRE IRHS

**Les nouvelles installations expérimentales** de l'IRHS gérées par l'équipe INEM ont été réceptionnées en avril 2014 et inaugurées le 4 novembre en présence de représentants des financeurs du précédent CPER, des directions des 3 tutelles, du personnel ainsi que d'un certain nombre d'invités extérieurs et de la presse. Cet événement a été largement relayé dans la presse locale. Le complexe expérimental comprend donc maintenant : 6393 m<sup>2</sup> de serres S0, 1028 m<sup>2</sup> de serres S2, 332 m<sup>2</sup> de salles de culture S0 à S3, 150 m<sup>2</sup> de chambres froides S0 & S2, 140 m<sup>2</sup> de laboratoires et 3467 m<sup>2</sup> de hangars et circulations, pour un total de surface bâties de 10 888 m<sup>2</sup> hors tunnels et parcelles, avec un équipement de pointe et un pilotage du climat centralisé.



*Inauguration d'INEM par Philippe Chemineau, Directeur de l'Action régionale, de l'Enseignement Supérieur et de l'Europe à l'Inra, Grégoire Thomas, Directeur Général Agrocampus Ouest, Jean-Pierre Bernheim, Vice-Président en charge de l'Économie, de l'Enseignement et de la Recherche à Angers Loire Métropole, Dominique Monnier, Président de la Commission du Développement Économique, de l'Enseignement Supérieur, de l'Agriculture et du Tourisme au Conseil Général Maine-et-Loire et Frédéric Béatse, Vice-Président du Conseil Régional des Pays de la Loire.*

Novembre 2013 : démarrage de la construction du bâtiment recherche du Campus du Végétal, pour une livraison en mars 2015 et un emménagement en été 2015.

**Plusieurs nouveaux projets** qui impliquent l'IRHS ont débuté ou ont été finalisés en 2014, parmi ceux ci :

- **EPICENTER** : projet de 5 ans ConnecTalent de la région Pays de Loire dont le porteur est E. Bucher (UMR IRHS), qui porte sur l'étude du potentiel des modifications épigénétiques des rosacées à multiplication végétative (pommier et rosier) et sa prise en compte dans l'amélioration des plantes.
- **PREMMI** : projet de 3 ans ConnecTalent de la région Pays de Loire dont le porteur est G. Laenners (CHU Angers) dont le but est développer une Pôle de Recherche et d'Enseignement en Médecine Mitochondriale à Angers. Il implique l'équipe Mitostress de l'IRHS pour sa contribution avec un modèle mitochondrial végétal.
- **CROPTAL** : projet ANR de 4 ans dont le porteur est L. Noël (LIPM Toulouse) qui porte sur l'ingénierie de la résistance durable des plantes cultivées aux agents pathogènes basée sur le TALome (répertoire des effecteurs bactériens TAL). Il mobilise l'équipe EmerSys de l'IRHS (N. Chen et M.A. Jacques).
- **PHENOTIC2** : Partie Végétale du projet CPER 2015-2020, 6 M€, porté par l'Inra, il vise à développer un pôle de phénotypage haut-débit dédié aux questions spécifiques de l'horticulture et des semences (Végétal spécialisé) comprenant 5 programmes d'action :
  - Développement d'outils de caractérisation des semences (qualité, tri haut débit pour le contrôle des lots),
  - Développement d'outils d'imagerie innovants pour la caractérisation des pathosystèmes (détection précoce, test de produits),
  - Caractérisation haut-débit du développement des plantes horticoles *in situ* (qualité des plantes horticoles),
  - Mesure à haut débit de l'impact des espèces horticoles sur des écosystèmes urbains semi-fermés (choix des espèces à implanter dans villes) ,
  - Développement des compétences, méthodes et outils en en gestion, traitement et analyse de données (traiter les données à la source, sans avoir à stocker toutes les images).

Les porteurs scientifiques de ce projet sont M.-A. Jacques (IRHS-EmerSys) et D. Rousseau (Univ. Lyon).

## Colloques

- Du 17 au 19 septembre 2014, l'équipe QuaRVeg a organisé en collaboration avec le Ctifl et l'association de producteurs « Carottes de France » le symposium international ISHS Carrot and other Apiaceae, qui a regroupé 540 participants de 41 pays autour de sujets techniques et scientifiques sur l'ensemble de la chaîne de valeur : de la génétique au produit fini.

Premier symposium sur la carotte et les Apiacées sous l'égide de l'ISHS



- Les 24-27 mars 2014. Les équipes de l'IRHS Conserto et MitoStress ont organisé un colloque international intitulé : New Frontiers in Anhydrobiosis. Premier du genre, ce colloque qui a réuni 70 chercheurs d'une quinzaine de pays a permis de présenter les résultats les plus récents sur les aspects moléculaires associés à la survie à l'état sec dans l'ensemble des règnes vivants en incluant micro-organismes, champignons, plantes et animaux.

## Nouvelles thèses commencées en 2014

■ **Belmas E.** Etude du contrôle de la transmission fongique de la semence à la jeune plantule chez le pathosystème modèle *Arabidopsis thaliana* – *Alternaria brassicicola*. Directeurs de thèse : P. Grappin, T. Guillemette.

■ **Chambon A.** Caractérisation de données biologiques: appréhender les grands volumes d'informations et aider leur interprétation. Directeur de thèse : F. Saubion.

■ **Corot A.** Modulation du débourrement du rosier buisson par modulation du RC/RS, intégration du signal à l'échelle de la plante entière. Directeur de thèse : S. Sakr S., co-encadrantes : S. Demotes, N. Leduc.

■ **Le Moigne M-A.** Modulation du débourrement des bourgeons en fonction de la disponibilité en azote chez *Rosa hybrida* : étude du métabolisme azoté et des mécanismes de signalisation associés. Directeur de thèse : A. Vian, co-encadrants : J. Lothier, V. Guérin.

■ **Rezki S.** Diversité et fonctionnement des communautés microbiennes associées aux semences. Directeurs de thèse : M.-A. Jacques, P. Simoneau, co-encadrant : M. Barret.

■ **Ruh M.** Spécificité d'hôte chez les bactéries phytopathogènes du genre *Xanthomonas* : validation fonctionnelle de gènes candidats et rôle des effecteurs TAL. Directrice de thèse : M.-A. Jacques, co-encadrant : N. Chen.

■ **Sahl L.** Caractérisation du dialogue moléculaire entre *Xanthomonas* spp et la graine de *Medicago truncatula* en cours de développement et de son impact sur la qualité germinative. Directeurs de thèse : J. Buitink, O. Leprince.

## Nouveaux post-doctorats commencés en 2014

■ **Celton J.-M.** Etude de l'épigénome d'un pommier double haploïde. Référent : E. Bucher

■ **Charrier A.** Identification des défenses du pommier modulées par les effecteurs de *Venturia inaequalis* et screening de ressources génétiques (projet ROADMOVIE : Resistance Of Apple against Diseases : Mechanisms Of Virulence and Identification of Effectors). Référent : E. Chevreau et E. Vergne

■ **Mintsa J.** Développement d'un modèle spatialement explicite permettant d'étudier le rôle des zones hybrides dans l'émergence des pathogènes. Référents : N. Sapoukhina et C. Lemaire

■ **Proa M.** Développement de méthodologies d'analyse de l'histoire évolutive d'une espèce avec différents niveaux de ploïdie Référent : F. Foucher

■ **Windels D.** Etude de facteurs impliqués dans la régulation épigénétique chez *Arabidopsis thaliana*. Référent : E. Bucher

## Revue scientifique à comité de lecture

- Arango A., Jourdan M., Geoffriau E., Beyer P., Welsch R., 2014. Carotene hydroxylase activity determines the levels of both  $\alpha$ -carotene and total carotenoids in orange carrots. *Plant Cell* 26:2223-2233
- Arias MC, Pelletier S, Hilliou F, Watted F, Renou JP & Christophe D'Hulst C. 2014. From dusk till dawn: the *Arabidopsis thaliana* sugar starving responsive network. *Front Plant Sci.* Sep 22;5:482.
- Aznar A., Chen N.W.G., Rigault M., Riache N., Joseph D., Desmaële D., Mouille G., Boutet S., Soubigou-Taconat L., Renou J.P., Thomine S., Expert D., Dellagi A. 2014. Scavenging iron: a novel mechanism of plant immunity activation by microbial siderophores. *Plant Physiology* 164: 113.
- Bessadat N., P. Simoneau, S. Benichou, B. Setti, M. Kihal, D.E. Henni, 2014. Morphological, physiological and pathogenic variability of small-spore *Alternaria* sp. causing leaf blight of Solanaceous plants in Algeria. *African Journal of Microbiological Research*, 8(37), 3422-3434.
- Bink M.C.A.M., Jansen J., Madduri M., Voorrips R.E., Durel C.E., Kouassi A.B., Laurens F., Mathis F., Gessler C., Gobbin D., Rezzonico F., Patocchi A., Kellerhals M., Boudichevskaia A., Dunemann F., Peil A., Nowicka A., Lata B., Stankiewicz-Kosyl M., Jeziorek K., Pitera E., Soska A., Tomala K., Evans K.M., Fernandez-Fernandez F., Guerra W., Korbin M., Keller S., Lewandowski M., Plochanski W., Rutkowski K., Zurawicz E., Costa F., Sansavini S., Tartarini S., Komjanc M., Mott D., Antofie A., Lateur M., Rondia A., Gianfranceschi L., van de Weg W.E. 2014. Bayesian QTL analyses using pedigreed families of an outcrossing species, with application to fruit firmness in apple. *TAG.* 127:1073-1090.
- Bianco L., Cestaro A., Sargent D.J., Bianchi E., Derdak S., Di Guardo M., Salvi S., Jansen J., Viola R., Gut I., Laurens F., Chagné D., Velasco R., van de Weg E., Troggio M. 2014. Development and Validation of a 20K Single Nucleotide Polymorphism (SNP) Whole Genome Genotyping Array for Apple (*Malus × domestica* Borkh). *Plos one.* October; 9(10) : e110377
- Bouchet AS, Nesi N, Bissuel C, Bregeon M, Laripe A, Navier H, Ribière N, Orsel M, Renard M, Laperche A. 2014 Genetic control of yield and yield components in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown under nitrogen limitation. *Euphytica.* 199:183-205.
- Boumaza S, Boudefoua N, Boumaza R, Semroud R 2014 Effects of urban effluents on spatial structure, morphology and total phenols of *Posidonia oceanica* : Comparison with a reference site. *J. Exp Marine Biology and Ecology.* 457: 113-119
- Bourget R, Chaumont L, Sapoukhina N. 2014. Exponentiality of First Passage Times of Continuous Time Markov Chains. *Acta Applicandae Mathematicae.* 131, 197-212
- Bull CT, Coutinho TA, Denny TP, Firrao G, Fischer-Le Saux M, Li X, Saddler GS, Scortichini M, Stead DE, Takikawa Y. 2014. List of new names of plant pathogenic bacteria (2011-2012). *J. Plant Pathol.* 96:223-226.
- Caffier V., Lasserre-Zuber P., Giraud M., Lacostes M., Stievenard R., Lemarquand., van de Weg E., Expert P., Denancé C., Le Cam B., Durel CE. 2014. Erosion of quantitative host resistance in relation to aggressiveness levels in pathogen populations : a case study in the apple x *Venturia inaequalis* pathosystem. *Infection Genetics and Evolution.* 27: 481-489.
- Candat A, Paszkiewicz G, Neveu M, Gautier R, Logan DC, Avelange-Macherel M-H, Macherel D, 2014. The ubiquitous distribution of LEA proteins across cell compartments offers tailored protection against abiotic stress. *Plant Cell* 26: 3148-3166.
- Celton JM, Gaillard S, Bruneau M, Pelletier S, Aubourg S, Martin-Magniette ML, Navarro L, Laurens F, Renou JP. 2014. Widespread anti-sense transcription in apple is correlated with siRNA production and indicates a large potential for transcriptional and/or post-transcriptional control. *New Phytologist.* 203:287-99.
- Celton JM, Dheilly E, Guillou MC, Simonneau F, Juchaux M, Costes E, Laurens F, Renou JP. 2014. Additional amphivasal bundles in pedicel pith exacerbate central fruit dominance and induce self-thinning of lateral fruitlets in apple. *Plant Physiology.* 164:1930-51.
- Celton JM, Kelner JJ, Martinez S, Behti A, Khelifi Touhami A, James MJ, Durel CE, Laurens F, Costes E. 2014. Fruit self-thinning: a trait to consider for genetic improvement of apple *PloS One.* March;9(3): e91016
- Cesbron S., Pothier J., Gironde S., Jacques M.A., Manceau C. 2014. Development of multilocus variable-number tandem repeat analysis (MLVA) for *Xanthomonas arboricola* pathovars. *Journal of Microbiological Methods* 100:84-90.
- Chagne D., Crowhurst R.N., Pindo M., Thrimawithana A., Deng C., Ireland H., Fiers M., Dzierzon H., Cestaro A., Fontana P., Bianco L., Lu A., Storey R., Knäbel M., Saeed M., Montanari S., Kim Y.K., Nicolini D., Langer S., Stefani E., Allan A.C., Bowen J., Harvey I., Johnston J., Malnoy M., Troggio M., Perchepped L., Sawyer G., Wiedow C., Won K., Viola R., Hellens R.P., Brewer L., Bus V.G.M., Schaffer R.J., Gardiner S.E., Velasco R., 2014. The draft genome sequence of European pear (*Pyrus communis* L. 'Bartlett'). *PLOS One* 9(4): e92644
- Costes E., Crespel L., Denoyes B., Morel P., Demene MN., Lauri PE., Wenden B. 2014. Bud structure, position and fate generate various branching patterns along shoots of closely related Rosaceae species: a review. *Frontiers in Plant Science.* 5 article 666
- Crespel L, Morel P. 2014. Pollen viability and meiotic behaviour in intraspecific hybrids of *Hydrangea aspera* subsp. *Aspera* Kawakami group x subsp. *Sargentiana*. *Plant Breeding.* 133: 536-541
- Crespel L, LeBras C, Relion D, Morel P 2014. Genotype x year interaction and broad-sense heritability of architectural characteristics in rose bush *Plant Breeding.* 133(3): 412-418
- Dahan J, Tcherkez G, Macherel D, Benamar A, Belcram K, Quadrado M, Arnal N, Mireau H, 2014. Disruption of the CYTOCHROME C OXIDASE DEFICIENT 1 gene leads to cytochrome c oxidase depletion and reorchestrated respiratory metabolism in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Physiology.* 166: 1788-1802.
- Davanture M., J. Dumur, N. Bataillé-Simoneau, C. Champion, B. Valot, M. Zivy, P. Simoneau, S. Fillinger, 2014. Phosphoproteome profiles of the phytopathogenic fungi *Alternaria brassicicola* and *Botrytis cinerea* during exponen-

tial growth in axenic cultures, *Proteomics*, 14 (13-14), 1639-1645.

■ Delaire M., JC Mauguet and F Beaujard . 2014. Evidence for a strong correlation between season-dependent nitrate and potassium uptake in two deciduous trees. *Trees: Structure and Function*. 28:769-776.

■ Djennane, S., Hibrand-Saint Oyant, L., Kawamura, K., Lallane, D., Laffaire, M., Thouroude, T., Chalain, S., Sakr, S., Boumaza, R., Foucher, F., Leduc, N. 2014. Impacts of light and temperature on shoot branching gradient and expression of strigolactone synthesis and signalling genes in rose. *Plant, Cell & Environment* 37(3) 742-747

■ Doustaly F., Combes F., Fiévet J, Berthet S., Hugouvieux V., Bastien O., Aranjuelo I., Leonhardt N., Rivasseau C., Carrière M., Vavasseur A., Renou J.P., Vandenbrouck Y. & Bourguignon J. 2014. Uranium perturbs signaling and iron uptake response in *Arabidopsis thaliana* roots. *Metallomics*. 6:809-21

■ Dugé de Bernonville T., Marolleau B., Staub J., Gaucher M., Brisset M.N., 2014. Using molecular tools to decipher the complex world of plant resistance inducers: an apple case study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 62: 11403-11411.

■ Dutheil JY, Gaillard S, Stukenbrock EH. 2014. Maffilter: a highly flexible and extensible multiple genome alignment files processor. *BMC Genomics*. 15:53.

■ Egan F., Barret M., O'Gara F. 2014. The SPI-I-like Type III secretion system: more roles than you think. *Frontiers in Plant Science* 5:34.

■ El Zawily AM, Schwarzländer M, Finkemeier I, Johnston IG, Benamar A, Cao Y, Gissot C, Meyer AJ, Wilson K, Datla R, Macherel D, Jones NS, Logan DC, 2014. FRIENDLY regulates mitochondrial distribution, fusion, and quality control in *Arabidopsis*. *Plant Physiology*, 166, 808-828.

■ Furet PM., Lothier J., Demotes-mainard S., Travier S., Henry C., Guerin V., Vian A., 2014 Light and nitrogen nutrition regulate apical control in *Rosa hybrida* L. *J Plant Physiol*. 17: 7-13

■ Gagnevin L, Bolot S, Gordon JL, Pruvost O, Vernière C, Robène I, Arlat M, Noël LD, Carrière S, Jacques M-A, Koebnik R. 2014. Draft genome sequence of *Xanthomonas axonop-*

*dis* pv. *allii* strain CFBP 6369. *Genome Announcement* 2(4):e00727-14.

■ Indiana A, Briand M, Arlat M, Gagnevin L, Koebnik R, Noël LD, Portier P, Darrasse A, Jacques MA. 2014. Draft genome sequence of the flagellated *Xanthomonas fuscans* subsp. *fuscans* strain CFBP 4884. *Genome Announc*. 2(5):e00966-14.

■ Jammes F., Leonhardt N., Tran D., Bousserouel H., Véry A.A., Renou J.P., Vavasseur A., Kwak J.M., Sentenac H., Bouteau F. & Leung J. 2014. Acetylated 1,3-diaminopropane antagonizes abscisic acid-mediated stomatal closing in *Arabidopsis* (97). *Plant J*. 79:322-33

■ Jaspard E, Hunault G, 2014. Comparison of amino acids, physico-chemical properties and usage of late embryogenesis abundant proteins, Hydrophilins and WHY Domain. *PLoS One*. 9, e109570.

■ Kawamura K, Hibrand-Saint Oyant L, Foucher F, Lousteau S. 2014. Kernel methods for phenotyping complex plant architecture. *Journal of Theoretical Biology* 342: 83-92.

■ Larrainzar E., Molenaar J.A., Wienkoop S., Gil-Quintana E., Alibert B., Limami A.M., Arrese-Igor C., González E.M. 2014. Drought stress provokes the down-regulation of methionine and ethylene biosynthesis pathways in *Medicago truncatula* roots and nodules. *Plant Cell and Environment* 37: 2051-2063.

■ Le Bras C, Le Besnerais PH, Hamama L, Grapin A. 2014. Cryopreservation of ex-vitro-grown *Rosa chinensis* 'Old Blush' buds using droplet-vitrification and encapsulation-dehydration. *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 116(2): 235-242.

■ Le Clerc V. Suel A., Geoffriau E., Huet S., Briard M., 2014. Evolution temporelle de la diversité génétique de *Chaerophyllum bulbosum* : conséquences sur la gestion des ressources génétiques. Temporal evolution of the genetic diversity of *Chaerophyllum bulbosum*: Consequences on the genetic resources management. *C. R. Biologies* 337: 352-359

■ Lecomte M., L. Hamama, L. Voisine, J. Gatto, J.J. Hélesbeux, D. Séraphin, L.M. Peña-Rodriguez, P. Richomme, C. Boedo, C. Yovanopoulos, M. Gyomlai, M. Briard, P. Simoneau, P. Poupard, R. Berruyer, 2014. Partial resistance of carrot to *Alternaria dauci* correlates with in vitro cultured carrot cell resistance to fungal exudates,

*Plos One*, 9 (7), e101008.

■ Leduc N, Roman H, Barbier F, Peron T, Huché-Thelier L, Lothier J, Demotes-Mainard S, Sakr S 2014 Light signaling in bud out growth and branching in plants. *Plants* 3 : 223-250

■ Lérant S., Varala K., Boyer J.C., Chiurazzi M., Crawford N., Daniel-Vedèle F., David L., Dickstein R., Fernandez E., Forde B., Gassmann W., Geiger D., Gojon A., Gong J.M., Halkier B.A., Harris J. M., Hedrich R., Limami A. M., Rentsch D., Seo M., Tsay Y.F., Zhang M., Coruzzi G., Lacombe B. 2014. A unified nomenclature of NITRATE TRANSPORTER 1 / PEPTIDE TRANSPORTER family members in plants. *Trends in Plant Science* 19: 5-9.

■ Leroy T., Le Cam B., Lemaire C. 2014. When virulence origins from the wild : New Insights for plant breeding. *Infection Genetics and Evolution*. 27:521-529

■ Limami A., Diab H., Lothier J. 2014 Nitrogen metabolism in plants under low oxygen stress. *Planta* 239 : 531-541

■ Lothier J., VanLacre A., Prud'homme MP, VandenEnde W., Morvan-Bertrand A. 2014. Cloning and characterization of a novel fructan 6-exohydrolase strongly inhibited by sucrose in *Lolium perenne*. *Planta* 240 : 629-643

■ Ménard L., P.E. Brandeis, P. Simoneau, P. Poupard, I. Sérandat, J. Detoc, L. Robbes, F. Bastide, E. Laurent, J. Gombert, E. Morel, 2014. First report of Umbel Browning and Stem Necrosis caused by *Diaporthe angelicae* on carrot in France, *Plant Disease*, 98 (3), 421-422.

■ Mikol-Segonne S., Bruneau M., Cleton J.M., Le Gall S., Francin-Allami M., Juchaux M., Laurens F., Orsel M. & Renou J.P. 2014. Multiscale investigation of mealiness in apple: an atypical role for a pectin methylesterase during fruit maturation. *BMC Plant Biology*. 14:1593.

■ Mondy S, Lenglet A, Cosson V, Pelletier S, Pateyron S, Gilard F, Scholte M, Brocard L, Couzigou JM, Tcherkez G, Péan M, Ratet P. 2014. GOLLUM [FeFe]-hydrogenase-like proteins are essential for plant development in normoxic conditions and modulate energy metabolism. *Plant Cell Environ*. 37:54-69.

■ Muranty H., Jorge V., Bastien C., Lepoittevin C., Bouffier L., Sanchez L., 2014. Potential for Marker-Assisted Selection for forest tree breeding: lessons from 20 years of MAS in crops. *Tree Genetics & Genome* 10:1494-1510

■ Orsel M., Moison M, Clouet V, Thomas J, Leprince F, Canoy AS, Just J, Chalhoub B, Masclaux-Daubresse C. 2014. Sixteen cytosolic glutamine synthetase genes identified in the *Brassica napus* L. genome are differentially regulated depending on nitrogen regimes and leaf senescence. *Journal of Experimental Botany* 65: 3927-3947.

■ Pellizzaro A, Clochard T, Cukier C, Bourdin C, Juchaux M, Montrichard F, Thany S, Raymond V, Planchet E, Limami AM, Morère-Le Paven MC. 2014. The nitrate transporter MtNPF6.8 (MtNRT1.3) transports ABA and mediates nitrate regulation of primary root. *Plant Physiology*. 166:2152-2165.

■ Pierre J, Teulat B, Juchaux M, Mabileau G, Demilly D, Dürr C. 2014. Cellular changes during *Medicago truncatula* hypocotyl growth depend on temperature and genotype. *Plant Science*. 217-218:18-26.

■ Planchais S., Cabassa C., Toka I., Justin A.M., Renou J.P., Saviouré A. & Carol P. 2014. BASIC AMINO ACID CARRIER 2 gene expression modulates arginine and urea content and stress recovery in *Arabidopsis* leaves. *Front Plant Sci*. 5:330.

■ Planchet E., Verdu I., Delahaie J., Cukier C., Girard C., Morère-Le Paven M.C., Limami A.M. 2014. Abscisic acid-induced nitric oxide and proline accumulation in independent pathways under water deficit stress during seedling establishment in *Medicago truncatula*. *Journal of Experimental Botany* 65: 2161-2170.

■ Rabot A., Portemer V., Péron, T., Mortreau, E., Leduc, N., Hamama L., Couthos-Thévenot, P., Atanassova, R., Sakr, S., Le Gourrierec J. 2014 Interplay of sugar, light and gibberellins in expression of *Rosa hybrida* vacuolar invertase I regulation *Plant Cell Physiology* 55: 1734-

■ Randoux M, Davière J-M, Jeauffre J, Thouroude T, Pierre S, Tualbia Y, Perrote J, Reynoird J-P, Jammes M-J, Hibrand-Saint Oyant L, Foucher F. 2014. RoKSN, a floral repressor, forms protein complexes with RoFD and RoFT to regulate vegetative and reproductive development in rose. *New Phytologist* 202(1): 161-173

■ Righetti L, Djennane S, Berthelot P, Cournol R, Wilmot N, Loridon K, Vergne E, Chevreau E, 2014. Elimination

of the nptII marker gene in transgenic apple and pear with a chemically inducible R/Rs recombinase. *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 117: 335-348

■ Saidou AA, Clotault J, Couderc M, Mariac C, Devos KM, Thuillet AC, Amoukou IA, Vigouroux Y. 2014. Association mapping, patterns of linkage disequilibrium and selection in the vicinity of the PHYTOCHROME C gene in pearl millet. *Theor Appl Genet* 127(1): 19-32.

■ Santagostini P, Demotes-Mainard S., Huché-Théliér L., Leduc N., Berthelot J., Guérin V., Bourbeillon J., Sakr S., Boumaza R. 2014. Assessment of the visual quality of ornamental plants: Comparison of three methodologies in the case of the rosebush. *Scientia Horticulturae* 168, 17-26

■ Schwarzländer M, Wagner S, Ermakova YG, Belousov VV, Radi R, Beckman JS, Buettner GR, Demaux N, Duchon MR, Forman HJ, Fricker MD, Gems D, Halestrap AP, Halliwell B, Jakob U, Johnston IG, Jones NS, Logan DC, Morgan B, Müller FL, Nicholls DG, Remington SJ, Schumacker PT, Winterbourn CC, Sweetlove LJ, Meyer AJ, Dick TP, Murphy MP, 2014. The 'mitoflash' probe cpYFP does not respond to superoxide. *Nature*, 574, E12-E14.

■ Tellier A, Lemaire C. 2014. Coalescence 2.0: a multiple branching of recent theoretical developments and their applications. *Molecular Ecology*. 23:2637-2652

■ Vayssier-Taussat M, E Albina, C Citti, J-F Cosson, M-A Jacques, M-H Lebrun, Y LeLoir, M Ogliastro, M-A Petit, P Roumagnac and T Candresse. 2014. Shifting the paradigm from pathogens to pathobiome: new concepts in the light of meta-omics. *Frontiers in Cellular And Infection Microbiology*. 4:29.

■ Verdu CF, Guyot S, Childebrand N, Bahut M, Celson JM, Gaillard S, Lasserre-Zuber P, Troggio M, Guilet D, Laurens F. 2014. QTL analysis and candidate gene mapping for the polyphenol content in cider apple. *PLoS One*. 1;9(10):e107103.

■ Vergne E, Dugé de Bernonville T, Dupuis F, Sourice S, Cournol R, Berthelot P, Barny MA, Brisset MN, Chevreau E, 2014. Membrane targeted HrpNEa can modulate apple defense gene expression. *Molecular Plant Microbe Inter-*

action 27: 125-135.

■ Xu W, Grain D, Bobet S, Le Gourrierec J, Thévenin J, Kelemen Z, Lepiniec L, Dubos C 2014 Complexity and robustness of the flavonoid transcriptional regulatory network revealed by comprehensive analyses of MYB-bHLH-WDR complexes and their targets in *Arabidopsis* seed. *New Phytologist*. 202(1):132-44

■ Zykwinska A., T. Guillemette, J.P. Bouchara, S. Cuenot, 2014. Spontaneous self-assembly of SC3 hydrophobins into nanorods in aqueous solution, *Biochimica et Biophysica Acta*, 1844, 1231-1237.

### Autres revues scientifiques

■ Armitage J., Malécot V., Zhang L. 2014. *Populus tomentosa*. *International Dendrology Society Yearbook*. 2013 : 36-44.

■ Chéné Y, Belin E, Chapeau-Blondeau F, Caffier V, Boureau T, Rousseau D. Anatomofunctional bimodality imaging for plant phenotyping: An insight through depth imaging coupled to thermal imaging. In *Plant Image Analysis: Fundamentals and Applications* Gupta DS and Ibaraki Y Editors. CRC Press. ISBN 9781466583016 - CAT# K18967, pp 179-199.

■ EFSA Panel on Plant Health, 2014. Scientific Opinion on the pest categorisation of *Xylophilus ampelinus* (Panagopoulos) Willems et al. *EFSA Journal* 12:3921, 26 pp. doi:10.2903/j.efsa.2014.3921

■ EFSA Panel on Plant Health, 2014. Scientific Opinion on the pest categorisation of *Erwinia amylovora* (Burr.) Winsl. et al. *EFSA Journal*;12:3922, 37 pp. doi:10.2903/j.efsa.2014.3922

■ EFSA Panel on Plant Health, 2014. Scientific Opinion on the pest categorisation of *Clavibacter michiganensis* subsp. *insidiosus* (McCulloch) Davis et al. *EFSA Journal* 12:3910, 30 pp. doi:10.2903/j.efsa.2014.3910

■ EFSA Panel on Plant Health, 2014. Scientific Opinion on pest categorisation of *Xanthomonas campestris* pv. *pruni* (Smith) Dye. *EFSA Journal* 12:3857, 25 pp. doi:10.2903/j.efsa.2014.3857

■ EFSA Panel on Plant Health, 2014. Scientific Opinion on the pest categorisation of *Xanthomonas axonopodis*



pv. phaseoli and *Xanthomonas fuscans* subsp. *fuscans*. *EFSA Journal* 12:3856, 30 pp. doi:10.2903/j.efsa.2014.3856

■ EFSA Panel on Plant Health, 2014. Scientific Opinion on the pest categorisation of *Pseudomonas syringae* pv. *persicae* (Prunier et al.) Young et al. *EFSA Journal* 12:3855, 26 pp. doi:10.2903/j.efsa.2014.3855

■ EFSA Panel on Plant Health, 2014. Scientific Opinion on the pest categorisation of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Smith) Davis et al. *EFSA Journal* 12:3721, 29 pp. doi:10.2903/j.efsa.2014.3721

■ EFSA Panel on Plant Health, 2014. Scientific Opinion on the pest categorisation of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye. *EFSA Journal* 12:3720, 26 pp. doi:10.2903/j.efsa.2014.3720

■ Grimault V., Olivier V., Rolland M., Darasse A. and Jacques M.-A. 2014. Seed health testing methods. 7-021: Detection of *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* on *Phaseolus vulgaris*. ISTA (ed) International rules for seed testing. Annexe to Chapter 7: Seed Health Methods 7-021:1-20.

■ Malécot V. 2014. Redécouverte de *Cytisus oromediterraneus* (*Genista purgans* auct.) en Maine-et-Loire. *Erica* 27 : 41-48

■ Malécot V. 2014. Names, collections, and molecular data of cultivated plant taxonomy. *Acta Horticulturae*. 1035: 17-20

### Revue techniques

■ Brisset MN, 2014. Les stimulateurs de défense des plantes : le cas du pommier. *Jardins de France* 628, 44-46.

■ Chambolle C., Malécot V. 2014. Regard sur ... *Rhamnus alaternus* : un arbuste d'une grande adaptabilité. *Lien Horticole*. 880 (2 avril 2014) : 16

■ Chambolle C., Malécot V. 2014. Regard sur ... La viorne lantane : une indigène aux multiples atouts. *Lien Horticole*. 887 (28 mai 2014) : 15

■ Chambolle C., Malécot V. 2014. Regard sur ... *Magnolia x loebneri* : une superbe diversité. *Lien Horticole*. 896 (3 septembre 2014) : 16

■ Chambolle C., Malécot V. 2014. Regard sur ... *Cynoglossa officinalis* : une jolie "langue" presque perdue. *Lien*

*Horticole*. 870 (22 janvier 2014) : 21

■ Durel C.E., 2014. Molecular tools to manage germplasm collections. *FruitBreedomics Newsletter* n° 3, July 2014, p7.

■ Durel C.E., Denancé, C., Ravon E., Lateur M., Ordidge M., 2014. European apple germplasm revealed a significant but weak geographic structure. *FruitBreedomics Newsletter* n° 3, July 2014, p6.

■ Malécot V. 2014. Variétés, variations, cultivars et obtentions. *Les cahiers de Jardins de France*. 108-111.

■ Malécot V. 2014. Les végétaux sauvages reliques des grandes glaciations et leurs zones de refuges. *Jardins de France*. 632 (novembre-décembre 2014)

### Ouvrages et chapitres d'ouvrages

■ Chéné, Y., Belin, E., Chapeau-Blondeau, F., Boureau, T., Caffier, V., Rousseau, D., Anatomo-2014. Functional bimodality imaging for plant phenotyping: An insight through depth imaging coupled to thermal imaging. Chap. 3, in S. Dutta Gupta, Y. Ibaraki, eds., *Plant Image Analysis: Fundamentals and Applications*, CRC Press 2014, 179-206.

■ de Foucault B., Astié M., Gorenflot R., Jacq M., Malécot V., Selosse M.-A., Thiébaud Ph. 2014. Glossaire. In: J.-M. Tison & B. de Foucault (coord.) *Flora Gallica – Flore de France*. Biotope Éditions, Mèze : 1081-1103.

■ Limami A.M. 2014. Adaptations of nitrogen metabolism to oxygen deprivation in plants. In J.T. van Dongen and F. Licausi (eds.), *Low-Oxygen Stress in Plants*, *Plant Cell Monographs* 21, DOI 10.1007/978-3-7091-1254-0\_11, © Springer-Verlag Wien 2014.

■ Malécot V. 2014. *Ulmus L.* In: J.-M. Tison & B. de Foucault (coord.) *Flora Gallica – Flore de France*. Biotope Éditions, Mèze : 1067-1068.

■ Tison J.-M., Auvray G., de Foucault B., Malécot V., Royer J.-M. 2014. *Cytisus L.* In: J.-M. Tison & B. de Foucault (coord.) *Flora Gallica – Flore de France*. Biotope Éditions, Mèze

### Certificats d'obtention végétale et brevets

■ Kapusta V (Obtenteur) : *Abelia PINK PONG ®'Abenov41'* COV (Certificat d'obtention végétal) en cours 2014

### Communications colloques

■ Ahmadi-Afzadi, M., K. Rumpunen, M. Orsel-Baldwin, S. Pelletier, J.P. Renou and H. Nybom. 2014. Are differentially expressed genes associated with contents of some chemical compounds in apple fruit challenged with *Penicillium expansum*? 7th International Rosaceae Genomic Conference, Seattle, WA. June 24-26, 2014

■ Ameur A., Cesbron S., Dutot C., Jacques M.-A., Achbani H., Manceau C. 2014. Molecular characterization of *Erwinia amylovora* isolates from Morocco by Multi-Locus Variable-Number of Tandem repeat Analysis (MLVA). 11èmes Rencontres Plantes-Bactéries 3-7 février 2014, Aussois, France.

■ Antunes A., Piessens V., Zuzuarregui A., Perugini I., Fischer-Le Saux M., Helloin E., Lima N. 2014. Training and education provided by Microbial Culture Collections in Europe (II): Overview on current demand and needs of customers of the MIRRI consortium. 33rd Annual Meeting of the European Culture Collections' Organisation, Valencia, Spain, 11-13 June 2014

■ Barbier F., Péron T, Pérez-García MD, Barrière Q, Rolcik J, Boutet-Mercey S, Bertheloot J, Sakr S. 2014. Impact of sucrose on the hormonal network controlling bud outgrowth in *Rosa hybrida*. Auxin and Cytokinins in Plant development (Prague, Tchèque)

■ Barret M., Briand M., Bonneau S., Durand K., Préveaux P., Valière S., Bouchez O., Simoneau P., Jacques M.-A. 2014. Dynamique de la structure du microbiote des semences lors de la germination-levée. 11èmes Rencontres Plantes-Bactéries 3-7 février 2014, Aussois, France.

■ Bastide F., Sérandat I., Poupard P., Simoneau P., Grimault V., Gombert J., Morel E., Kolopp J., Guillermin P.L., Laurent E., 2014. Umbel browning and stem necrosis on carrot in France: isolation and characterization of the fungal pathogen, Carrot and other Apiaceae International Symposium, 17-19 septembre.

■ Bink M.C.A.M., Kruisselbrink J., Jansen H., Voorrips R., Iezzoni A., Peace C., Koe-horst Van Putten H., Longhi S., Di Guardo M., Troggio M., Costa F., Di Pierro E., Gianfranceschi L., Letschka T., Lozano-

Luis L., Tartarini S., Pagliarini G., Gustavsson L., Keulemans W., Costes E., Allard A., Ben Sadok I., Laurens F., Muranty H., Van De Weg E., 2014. Progress and challenges in pedigree-based QTL analysis utilizing high density marker data on related full sib families: A case study on fruit firmness in apple. 7th International Rosaceae Genomics Conference, 24-26 June 2014, Seattle, WA

■ Bobille H., Fustec J., Limami A.M. 2014. Régulation de l'exsudation racinaire des Fabacées et conséquences dans la réponse aux stress abiotiques. 8ème Congrès Jeunes Chercheurs SFBV, Tours, France 25 au 27 Juin 2014.

■ Boedo C., Benichou S., R. Berruyer, S. Bersihand, A. Dongo, P. Simoneau, M. Le-comte, M. Briard, V. Le Clerc and P. Poupard. 2014. Is host range of *Alternaria dauci* restricted to carrot? Carrot and other Apiaceae International Symposium, 17-19 Sept. 2014, Angers, France.

■ Bouchet AS, Nesi N, Bissuel C, Bregeon M, Pauquet J, Georges P, Navier H, Rivière N, Hanneton L, Orsel M, Renard M, Laperche A. 2014. Improving Nitrogen Use Efficiency of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) by determining the genetic control of oil yield establishment under nitrogen constraints. Plant and Animal Genome Conference, January 2014, San Diego, USA

■ Boureau T, Rousseau C. 2014. Importance des prophages dans l'adaptation à l'hôte des bactéries du genre *Xanthomonas*. 11èmes rencontres Plantes Bactéries, 3-7 février 2014, Aussois, France.

■ Brisset MN, 2014. Etat des connaissances et perspectives des SDP en arboriculture. Entretiens cidricoles « Connaissances et maîtrise des bioagresseurs du verger cidricole : acquisitions récentes et perspectives », SIVAL Angers, 14-16 janvier 2014.

■ Brisset MN, 2014. Etat des connaissances sur les stimulateurs de défenses. Végépolys Symposium « Quelle protection pour le verger des fruits à pépins de demain », SIVAL Angers, 14-16 janvier 2014.

■ Brisset MN, 2014. Les stimulateurs de défense en arboriculture : état des lieux. Salon Tech&Bio, Mallemort de Provence, 14 octobre 2014.

■ Brun L, Lemarquand A., Orain G., Gros C., Combe F., Didelot F., Parveaud

C.E., Gomez C., Parisi L. 2014. Effects of a cultivar mixture on scab control in apple orchards. 16th International Conference on Organic Fruit Growing. Universität Hohenheim (Germany), February 17 to 19, 2014

■ Brun, L.; Combe, F.; Laget, E.; Gros, C.; Parisi, L.; Didelot, F.; Al Rifai, M.; Bel-langer, M.-N.; Denance, C.; Durel, C. E.; Expert, P.; Ravon, E.; Caffier, V.; Orain, G.; Billy, P.; Brouard, C.; Lemarquand, A. Sensibilité à l'oïdium et à la tavelure d'une gamme variétale de pommier. Rencontre Technique Agriculture Biologique Fruits (2013-02-14) Lanxade (FRA)

■ Buitink J., 2014, It is not over until it is dry : molecular aspects of late seed maturation. ISSS International Conference on Seed Biology, Changsha, Chine. 15-19 septembre 2014

■ Buitink J., 2014, Insights into the regulatory mechanisms controlling seed quality using a network-based approach. Julia Buitink, Frontiers in Legume Biology 11-12 décembre 2014, Gif sur Yvette, France

■ Buitink J., 2014, Comparative analysis of orthodox and recalcitrant legume seeds: a new model to unravel desiccation tolerance (2014) New Frontiers in Anhydrobiosis, 24-27 Mars France

■ Buitink J., 2014, Séminaire 'Open Mind Seminar', Syngenta, Enkhuizen, Pays-Bas, 7 mars 2014

■ Caffier V., Lasserre-Zuber P., Giraud M., Lacostes M., Stievenard R., Lemarquand, van de Weg E., Expert P., Denancé C., Le Cam B., Durel CE. 2014. Erosion of quantitative host resistance in relation to aggressiveness levels in pathogen populations : a case study in the apple x *Venturia inaequalis* pathosystem. Infection Genetics and Evolution. 27:481-489

■ Calmes B., Agusti-Brisach C., Campion C., Iacomini B., Pigné S., Dias E., Dumur J., Guillemette T., Simoneau P., 2014, Propriétés fongitoxiques des isothiocyanates, métabolites de défenses des Brassicaceae. 10èmes Rencontres de Phytopathologie- Mycologie, 27-31 janvier

■ Calmes B., T. Leroy, T. Guillemette, M. Sannier, P. Expert, M. de Gracia, V. Caffier, E. Vergne, E. Chevreau, C.E. Durel, C. Lemaire, B. Le Cam, 2014, The ROAD MOVIE project Resistance Of Apple against Diseases: Mechanisms Of Virulence and Identification of Effectors,

10èmes Rencontres de Phytopathologie- Mycologie, 27-31 janvier:

■ Calmes B., Biessy A., Leroy T., Guillemette T., Sannier M., Expert P., de Gracia M., Caffier V., Vergne E., Chevreau E., Durel C.E., Lemaire C., Le Cam B., 2014. The ROAD MOVIE project - Resistance Of Apple against Diseases : Mechanisms Of Virulence and Identification of Effectors. Effectome 2014, Septembre 2014, Montpellier

■ Costa MCD, Ligterink W., Buitink J., Hilhorst HWM, 2014, Identification of conserved desiccation tolerance genes in orthodox-seeded species and resurrection plants. New Frontiers in Anhydrobiosis, 24-27 Mars. France

■ Costa MCD, Righetti K, Ligterink W, Buitink J; Hilhorst, HWM, 2014, Transcriptome profiling of re-establishment of desiccation-tolerance in germinated *Arabidopsis thaliana* seeds, 11th ISSS Conference on Seed Biology, China 2014.

■ Cuntz A., Cesbron S., Rivoal C., Poliakov F., Lemaire C., Jacques M.-A., Vanneste J., Manceau C. 2014. Characterization and phylogeny of *Pseudomonas syringae* pv. actinidiae strains isolated from kiwifruit in France. The 13th International Conference on Plant Pathogenic Bacteria, Shanghai, China 8-13 June 2014.

■ Cuntz A., Cesbron S., Rivoal C., Poliakov F., Lemaire C., Jacques M.-A., Vanneste J., Manceau C. 2014. Characterization and phylogeny of strains of *Pseudomonas syringae* pv. actinidiae isolated from kiwifruit in France. 11èmes Rencontres Plantes-Bactéries 3-7 février 2014, Aussois, France.

■ De Gracia, Cascales M, Expert P, Bellanger, Didelot F, Caffier V, Sannier M, Leroy T, Le Cam B, Lemaire C. 2014. Impacts de la domestication du pommier sur les traits d'histoire de vie des pathogènes associés: Mise en évidence d'un syndrome de domestication chez *Venturia inaequalis*. 10ème rencontres de Phytopathologie/Mycologie, Aussois (F)

■ De Gracia M., Leroy T., Sannier M, Le Cam B, Lemaire C. 2014. Génomique évolutive de l'agent pathogène de la tavelure du pommier *V. inaequalis*, dans le cadre de la domestication de son hôte. 10ème rencontres de Phytopathologie/Mycologie, Aussois (F)

■ Delage W, Li-Marchetti C, Brin C, Arlat M, Jacques MA, Boureau T. 2014. The acquisition of a Type 3 Secretion

System as a first step for emergence of novel pathogenic strains of *Xanthomonas*. Effectome meeting, 8-10th October 2014, Lauret France

■ Delage W, Li-Marchetti C, Brin C, Arlat M, Jacques MA, Boureau T. 2014. The acquisition of a Type 3 Secretion System as a first step for the emergence of novel pathogenic strains of *Xanthomonas*, or An old school approach to assess questions of today, FNX meeting 6-8th October 2014, Briandes France

■ Durel C.E., Denancé C., Ravon E., Feugey L., Guyader A., Guisnel R., Laurens F., Lassois L., Lateur M., Houben P., Liang W., Tartarini S., Dondini L., Papsstein F., Sedlak J., Ordidge M., Fernandez-Fernandez F., Evans K.M., Nybom H., Garkava-Gustavsson L., Urrestarazu J., Miranda C., Gassmann J., Antonius K., Torutaeva E., Pikunova A., Suprun I., 2014. Genetic diversity, structure and parentage analysis within several European apple germplasm collections assessed by microsatellite markers. Rosaceae Genomic Conference 7, 24-26 June 2014, Seattle, WA

■ Gagné S., Dubois-Laurent C., Brahem M., Huet S., Clotault J., Perrin F., Jourdan M., Hamama L., Geoffriau E., 2014. Improved Liquid Chromatographic Method for Determination of Carotenoids in Carrot. In Carrot and other Apiaceae International Symposium, 17-19 Septembre 2014, Angers, France.

■ Geoffriau E., Reduron J.P., Maghraoui M., Jourdan M., Chaput-Bardy A., Delage A., S. Huet Dubois-Laurent C., Le Clerc V., Peltier D., Briard M., 2014. Genetic diversity and taxonomic aspects of wild carrot in France. Carrot and other Apiaceae International Symposium, 17-19 Sept. 2014, Angers, France.

■ Gombert J., Bastide F., Sérandat I., Poupard P., Simoneau P., Grimault V., Morel E., Kolopp J., Guillermin P.L., Laurent E., 2014. Umbel browning and stem necrosis caused by *Diaporthe angelicae* / *Phomopsis dauci* on carrot in France, Carrot and other Apiaceae International Symposium, 17-19 septembre.

■ Guimbaud J.-F., Indiana A., Darrasse A., Jacques M.-A. 2014. Flagellar motility and fitness in xanthomonads. 11èmes Rencontres Plantes-Bactéries 3-7 février 2014, Aussois, France.

■ Indiana A., Darrasse A., Briard M., Brisset M.-N., Guillaume J., Préveaux A., Rousseau C., Noël L.D., Jacques M.-A. 2014. Role of a chemotaxis sensor, XCC0324, in the leaf ingress of *Xanthomonas campestris* pv. *Campestris*. The 13th International Conference on Plant Pathogenic Bacteria, Shanghai, China 8-13 June 2014.

■ Indiana A., Guillaume J., Préveaux A., Darrasse A., Jacques M.-A. 2014. Rôle du chimiotactisme dans la spécificité d'hôte des *Xanthomonas*. 11èmes Rencontres Plantes-Bactéries 3-7 février 2014, Aussois, France.

■ Jacques MA, JF Guimbaud, A Indiana, A Darrasse. 2014. Flagellar motility and fitness in xanthomonads. The 13th International Conference on Plant Pathogenic Bacteria, Shanghai, China 8-13 June 2014.

■ Klaedtke S., Barret M., Chable V., M.-A. Jacques. 2014. Microbial communities associated to common bean seed, a mechanism of local adaptation of plants? SOLIBAM Congress, 'Diversity strategies for organic and low input agricultures and their food system' 7-9 July, Nantes, France

■ Laloi G., Kerdraon, T., Durel, C.E., Le Cam, B, Vergne, E., Caffier, V. 2014. Expression phénotypique de facteurs de résistance quantitative à la tavelure chez le pommier et impacts de ces facteurs sur le cycle infectieux de *Venturia inaequalis*. 10ème rencontres de Phytopathologie/Mycologie, Aussois (F)

■ Le Cam B., de Gracia M., Gladieux P, Lê Van A., Durel C. E., Leroy T., Cornille A., Giraud T., Caffier V., Lemaire C. 2014. Le pommier et la tavelure, de vieux compagnons de route. Colloque Société Française de Botanique. Université Paris Descartes

■ Le Clerc V., Suel A., Geoffriau E., Huet S., Briard M. 2014. Assessing the genetic diversity and the temporal evolution of plant populations for an optimized conservation: the example of the tuberous-rooted

■ Leforestier D., Ravon E., Muranty H., Bérard A., Brunel D., Le Paslier M.-C., Lemaire C., Branca A., Giraud T., Durel C.E., 2014. A population genomics approach for unraveling the genetic bases of differentiation between dessert and cider apples. Rosaceae Genomic Conference 7, 24-26 June 2014, Seattle, WA

■ Legendre B., S. Mississippi, V. Olivier, E. Morel, D. Cruzillat, K. Durand, P. Portier, F. Poliakoff, M. A. Jacques. 2014. Identification and characterization of *Xylella fastidiosa* isolated from coffee plants in France. International symposium on the European outbreak of *Xylella fastidiosa* In Olive. October, 21-24 2014. Gallipoli, Italy.

■ Legendre B., Mississippi S., Olivier V., Morel E., Cruzillat D., Durand K, Portier P., Jaques M.-A., Poliakoff F., Manceau C. 2014. Identification and characterization of *Xylella fastidiosa* isolated from coffee plants in France. the 13th International Conference on Plant Pathogenic Bacteria, Shanghai, China 8-13 June 2014.

■ Legendre B., Mississippi S., Olivier V., Morel E., Cruzillat D., Jaques M.-A., Poliakoff F. 2014. Première détection de *Xylella fastidiosa* en France. 11èmes Rencontres Plantes-Bactéries 3-7 février 2014, Aussois, France.

■ Lecomte M., Hamama L., Voisine L., Gatto J., Hélesbeux J.J., Séraphin D., Richomme P., Boedo C., Yovanopoulos C., Gyomlai M., Briard M., Simoneau P., Poupard P., Berruyer R., 2014, Lien entre résistance partielle à *Alternaria dauci* et résistance aux toxines fongiques chez la carotte, 10èmes Rencontres de Phytopathologie- Mycologie, 27-31 janvier.

■ Lecomte M., Hamama L., Voisine L., Gatto J., Hélesbeux J.J., Séraphin D., Peña-Rodriguez L.M., Richomme P., Boedo C., Yovanopoulos C., Gyomlai M., Briard M., Simoneau P., Poupard P., Berruyer R., 2014, Influence of fungal exudates of *Alternaria dauci* on carrot partial resistance, Carrot and other Apiaceae International Symposium, 17-19 septembre.

■ Lemaire C., De Gracia M., Amsellem J.; Kreplak J., Sannier M., Expert P, Bellanger M.-N., Leroy T., Gouzy J., Le Cam B. 2014 Genomic Signatures of the impact of domestication of apple trees on its fungal pathogen *Venturia inaequalis*. SMBE, Porto Rico

■ Leprince O., 2014, Anhydrobiosis: from old borders to new frontiers. New Frontiers in Anhydrobiosis, France, 24-27 Mars

■ Leprince O., Terrasson E., Darrasse A., Righetti K., Buitink J., Pelletier S., LyVu B., Jacques M.A., 2014, Trade-off between

seed development and biotic stress response induced by *Xanthomonas* in *Medicago truncatula*. ISSS International Conference on Seed Biology, Changsha, Chine. 15-19 septembre

■ Leroy T., Le Cam B., Lemaire C. 2014. When virulence origins from the wild : New Insights for plant breeding. *Infection Genetics and Evolution*. 27 :521-529

■ Macherel D, Benamar A, Raveneau M-P, Rolland A, Neveu M, Paszkiewicz G, Logan DC, Avelange-Macherel M-H 2014. The suspended state of mitochondria in anhydrobiotes. *New Frontiers in Anhydrobiosis*, Pornichet, France, 23-27 mars 2014.

■ Macherel D 2014 Mitochondries et tolérance au stress chez les plantes. Journée de la Société de Biologie, Paris, 17 déc 2014.

■ Merda D., Guimbaud J.F., Bonneau S., Lemaire C., Jacques M.A., Fischer-Le Saux M. 2014. *Xanthomonas arboricola*, espèce bactérienne phytopathogène hébergeant des souches non pathogènes, présente une structure de population " épidémique ". 36ème réunion annuelle du groupe d'étude de biologie et génétique des populations. Orsay, France, 25-28 aout 2014

■ Merda D., Guimbaud J.F., Bonneau S., Lemaire C., Jacques M.A., Fischer-Le Saux M., 2014. Structure de population de *Xanthomonas arboricola*, espèce bactérienne hébergeant des souches phytopathogènes et non pathogènes. Réunion annuelle du réseau R-SYST, 22-24 octobre 2014, Rennes, France

■ Montanari S., Perchepped L., Muranty H., Robert P., Bus V.G.M., Brewer L., Malnoy M., Gardiner S.E., Velasco R., Chagné D, Durel C. E. 2014. Mapping loci for pest and disease resistance and hybrid necrosis. *Rosaceae Genomic Conference 7*, 24-26 June 2014, Seattle, WA

■ Montrichard F 2014. Role of methionine sulfoxide reductase in seed longevity: from theory to practice. *Qualisem : seed quality for the future*. Seminar on seed quality and workshop on detection of living/non living seed-borne pathogens, Angers, December 2-3 2014. Communication orale.

■ Muranty H., Troggio M., Ben Sadok I., Al Rifai M., Auwerkerken A., Banchi E., Stevanato P., Van De Weg E., Di Guardo M., Laurens F., Bink M.C.A.M., 2014. Ge-

nome-wide selection in apple: A pilot study in European breeding programs. 7th International Rosaceae Genomics Conference, 24-26 June 2014, Seattle, WA

■ N'Guyen G., Raulo R., Porquier A., Calmes B., Dumur J., Pelletier S., Pigné S., Hamon B., Bataillé-Simoneau N., Dias E., Campion C., Renou J.P., Simoneau P., Guillemette T., 2014, Responses to the brassicaceous indolic phytoalexin brassinin in the phytopathogenic fungus *Alternaria brassicicola*, 12th European Conference on Fungal Genetics, 23-27 mars.

■ Navez B., V. Cottet , F. Villeneuve , M. Jost, F. Latour, S. Huet, E. Geoffriau 2014. French consumer preferences: possibilities to make some segmentation in carrot. Carrot and other Apiaceae International Symposium, 17-19 Sept. 2014, Angers, France.

■ Navez B., Cottet V., Villeneuve F., Jost M., Latour F., Huet S., Geoffriau E. 2014. Organoleptic quality of the carrot. Importance of variety and location of production in the perception of sensory quality of carrot. Carrot and other Apiaceae International Symposium, 17-19 Sept. 2014, Angers, France.

■ Perchepped L, Vergne E, Chevreau E, 2014. Transfert intergénérique et fonctionnalité d'un gène majeur de résistance à la tavelure. Colloque du réseau Résistance, 19-21 novembre 2014, Lauret.

■ Perrin F. Geoffriau E., Peltier D. Gagné S., 2014. A focus on the regulation of carotenoid accumulation in carrot root. Carrot and other Apiaceae ISHS International Symposium, 17-19 Sept. 2014, Angers.

■ Pigné S., Zykwińska A., Cuenot S., Kerkoud M., Joubert A., Simoneau P., Guillemette T., 2014, Rôle d'une flavoprotéine dans la biogénèse pariétale chez le champignon phytopathogène *Alternaria brassicicola*, 10èmes Rencontres de Phytopathologie- Mycologie, 27-31 janvier.

■ Poignavent G., Le Signor C., Zuber H., Lukan R., Thompson R., Buitink J., Wipf D., Avicé J.C., Salon C., Gallardo K., 2014., Legume adaptation to sulfur deficiency. 9th international workshop on sulfur metabolism in plants, April 14-17th, Freiburg, Germany, 2014

■ Portier P., Taghouti G., Briand M., Fischer-Le Saux M. 2014. CFBP-Type project: molecular re-identification of the

resources of the French Collection for Plant-associated Bacteria. 11èmes Rencontres Plantes-Bactéries 3-7 février 2014, Aussois, France.

■ Rezki S., Barret M., Bonneau S., Briand M., Campion C., Iacomi-Vasilescu B., Laurent E. and Simoneau P. 2014. Diversity of radish seed-associated micro-organisms and their interactions with plant pathogens. *Bioinformatique pour la Génomique Environnementale*, Lyon, France

■ Sérandat I., Bastide F., Grimault V., Poupard P., Simoneau P., Gombert J., Morel E., Kolopp J., Guillermin P.L., Laurent E., 2014, Umbel browning and stem necrosis caused by *Diaporthe angelicae* (*Phomopsis dauci*) on carrot in France, ISTA Annual Meeting, 16-19 Juin.

■ Serres-Giardi L., Chen N., Briand M., Darrasse A., Gagnevin L., Koebnik R., Noël L.D., Jacques M.-A. 2014. Recherche de déterminants de la spécificité d'hôte chez *X. axonopodis* pv. *Phaseoli*. 11èmes Rencontres Plantes-Bactéries 3-7 février 2014, Aussois, France.

■ Simoneau P., Pochon S., N'Guyen G., Bataillé-Simoneau N., Guillemette T., 2014, Hydrophilins and dehydrin-like proteins in the fungal seed-borne pathogen *Alternaria brassicicola*, *New Frontiers in Anhydrobiosis*, 23-26 mars.

■ Teulat B 2014. Genetic determinism of hypocotyl growth in an agronomical context. *Qualisem : seed quality for the future*. Seminar on seed quality and workshop on detection of living/non living seed-borne pathogens, Angers, December 2-3 2014. Communication orale.

■ Van Bohemen A.I., Renaux Y., Ngoc Nam P., Zalouk-Vergnoux A., Pouchus Y.F., Simoneau P., Ruiz N., Guillemette T., 2014, Marine-derived *Trichoderma* strains producing peptaibols as a potential source of new biocontrol agents, *Congrès Natural Products and Biocontrol*, 24-26 septembre.

■ Welsch R., Arango J., Beyer P., Jordan M., Geoffriau E., 2014. Molecular Mechanisms of Carotenoid Accumulation in Carrots. Carrot and other Apiaceae ISHS International Symposium, 17-19 Sept. 2014, Angers.

■ Youssef C, Aubry C, Beucher D,

Juchaux M, Teulat B 2014. Cell elongation instead cell number becomes the predominant factor influencing genotypic differences in *Medicago truncatula* hypocotyl length under abiotic stress. 6th International Food Legumes Research Conference and 7th International Conference on Legume Genetics and Genomics, Saskatoon, Canada, July 7-11 2014. Poster

■ Youssef C, Aubry C, Beucher D, Juchaux M, Teulat B 2014. L'élongation cellulaire devient le déterminant majeur à l'origine des différences génotypiques de la longueur de l'hypocotyle de *Medicago truncatula* en conditions de stress abiotiques. 8ème Congrès Jeunes Chercheurs de la Société Française de Biologie Végétale, 26-27 juin 2014, Tours, France. Communication orale.

■ Zinsmeister J., Lalanne D., Terrasson E., LyVu B., Leprince O., Buitink J., 2014, MtABI5 is a major regulator of late seed maturation and longevity acquisition in *Medicago truncatula*. ISSS International Conference on Seed Biology, Changsha, Chine. 15-19 septembre

■ Zuzuarregui A., Aznar R., Garay E., Hellemans A., Jansens D., Fischer-LeSaux M., Perugini I., Piessens V., Prigione V., Varese G.C. 2014. Criteria for MIRRI MRC membership. 33rd Annual Meeting of the European Culture Collections' Organisation, Valencia, Spain, 11-13 June 2014

### Mémoires de thèse et HDR

■ Barbier F. 2014. Doctorat Agrocampus Ouest, Etude du rôle des sucres lors du débourrement chez le rosier: mise en évidence des interactions entre le saccharose et l'auxine

■ Indiana A. 2014. Doctorat de l'Université d'Angers. Rôles du chimiotactisme et de la mobilité flagellaire dans la fitness des *Xanthomonas*.

■ Lemaire C. 2014. HDR de l'Université d'Angers. Rechercher les gènes sous sélection: l'arbre des polymorphismes qui cache la forêt des biais.

■ Rouached A. 2014. Doctorat de l'Université d'Angers. Développement, nutrition minérale, relations hydriques et métabolisme azoté chez deux plantes fourragères *Sulla carnosa* et *Medicago truncatula* en condition de

déficit hydrique.

■ Rousseau C. 2014. Doctorat de l'Institut Supérieur des sciences agronomiques, agro-alimentaires, horticoles et du paysage Spécialité : Biologie et Agronomie. Agrocampus Ouest. Angers Conséquences de l'adaptation à l'hôte sur l'évolution des répertoires d'effecteurs de type III des bactéries du genre *Xanthomonas*.

■ Yousfi S. 2014. Doctorat de l'Université de Béjaia (Algérie), Analyse en composantes principales fonctionnelles de densités de probabilité.

### Mémoires de stages

■ Auffray S. 2014. Master Bioinformatique / Biostatistiques, Université de Nantes Modification de l'interface de recherche de souches du site web de la CFBP.

■ Berton M. 2014. M1 Agrocampus Ouest. Etude de la transmission des bactéries phytopathogènes à et par les semences.

■ Biessy A. 2014. M2 Biovigpa. Agrocampus Ouest. Caractérisation fonctionnelle d'effecteurs candidats sous sélection purifiante chez *Venturia inaequalis*.

■ Bréhault L. 2014. Master I Biologie Technologie Végétale Université d'Angers, Transformation génétique du champignon *Alternaria dauci*.

■ Cascales M. 2014. M2 Gestion et Evolution de la Biodiversité. Université de Lille I. Etude de clines dans une zone de contact secondaire entre populations sauvages et domestiques d'un pathogène du pommier.

■ Delage W. 2014. M2 BioViGPa, Université d'Angers. Reconstruction d'une souche phytopathogène à partir d'une souche épiphyte de *Xanthomonas*.

■ Errien L. 2014. Master I Bioinformatique / Biostatistiques - Université de Nantes Mise en place d'une plateforme Galaxy

■ Filahi S. 2014. M1 Sciences Ingénierie Management de la Santé, ISSBA, Université d'Angers Elargissement du périmètre de la certification ISO9001 du CIRM-CFBP.

■ Gecchele M. 2014. M1 Ecologie Environnement, Parcours Ecologie Toxicologie, Université d'Angers. Rôle des glutathion-S-transférases dans la croissance des plantules de *Medicago*

*truncatula* en conditions pénalisantes.

■ Kandaperrédy A. 2014. M1 Biologie et Technologie du Végétal, Université d'Angers. Caractérisation de la réponse au stress thermique chez *Arabidopsis thaliana*

■ Malbreil B. 2014. M2 BioViGPa, Université d'Angers. Mode d'action d'un stimulateur de défense à fort potentiel de protection sur pommier

■ Petiteau A. 2014. Master 2 STS, spécialité : Biologie Végétale Intégrative: Gène, Plante, Agrosystème (BioViGPA), Analyse d'effecteurs candidats de *Venturia inaequalis* par QPCR au cours de l'interaction avec la plante hôte le pommier et mise au point d'un test d'expression transitoire in planta.

■ Picquet M. 2014. Université d'Angers spécialité : Biologie et Technologie du végétal, Caractérisation de la réponse métabolique de la carotte à l'infection par *Alternaria dauci*

■ Renaux Y. 2014. Master I Ecologie Environnement Université d'Angers, Evaluation des capacités antagonistes de souches fongiques marines et de leurs métabolites secondaires.

■ Rezki S. 2014. M2 Génomique Environnementale, Université de Perpignan. Diversity of seed-associated microorganisms and their interactions with plant pathogens.

### Actions de culture scientifique et technique

■ Durel C.E., Ravon E., Muranty H., E. Chevreau. Stands 'Diversité variétale du pommier' et 'Caractérisation de la tavelure du pommier et de son agent pathogène *Venturia inaequalis*'. Fête de la Science, 27-28 Septembre 2014.

■ Kapusta V., Pantin O. Conférence "Quelles nouvelles plantes installer dans le jardin ?" le 26 novembre 2014 à l'Institut Municipal d'Angers

■ Malécot V. Conférence "L'intelligence du végétal" le 3 décembre 2014 à l'Institut Municipal d'Angers

■ Trivisani I., Renou JP, Conférence "Le végétal performant", dans le cadre des mardis de la confluence. Comment le végétal pousse dans nos têtes ? Les liens entre littérature et végétal » le 14 octobre 2014 à l'Institut Municipal d'Angers

## Du nectar pour attirer et retenir les auxiliaires

### Objectif

Cette étude vise à comprendre l'impact de la fourniture de nectar extra floral via l'association d'une plante cultivée et d'une plante de service sur les mouvements des parasitoïdes de pucerons et les conséquences en terme de contrôle des ravageurs.

### Contexte

Beaucoup d'insectes auxiliaires comme les parasitoïdes de pucerons ont besoin en plus des hôtes pour leurs larves, de sources de nectar accessibles et disponibles pour les adultes, souvent restreintes aux bordures des parcelles cultivées. Dans le cadre de la réduction des produits phytosanitaires, des mesures agroécologiques comme l'introduction de plantes de service produisant du nectar accessible et disponible au sein de parcelles cultivées augmentent la longévité et la fécondité de ces auxiliaires. L'impact de ces associations sur les déplacements des auxiliaires et les conséquences en termes de contrôle des ravageurs restent peu connus car difficiles à étudier.

### Résultats

En étudiant la fréquentation des foyers de pucerons du chou par les parasitoïdes dans des micro-parcelles expérimentales associant du colza à des plants de féverole qui produisent en continu un nectar extra floral accessible à ces parasitoïdes, nous avons observé une attraction supplémentaire des parasitoïdes comparé à un dispositif identique pour lequel les nectaires des féveroles avaient été détruits. Une méthode innovante de marquage isotopique des parasitoïdes, développée en collaboration avec le laboratoire Leva du groupe ESA a permis dans une seconde expérience de démontrer que non seulement les parasitoïdes sont plus attirés par les foyers de pucerons associés à du nectar, mais qu'ils y restent plus longtemps, alors



Femelle parasitoïde *Diaeretiella rapae* s'apprêtant à parasiter un puceron cendré du chou

© B. Jaloux, IGEPP

qu'en absence de nectar, une proportion importante des parasitoïdes, à cours d'énergie, quittent le foyer pour aller rechercher de la nourriture dans l'environnement. Ces deux effets aboutissent à un meilleur parasitisme des pucerons et donc à un contrôle naturel accru des ravageurs de cette culture.

### Perspectives

Ces résultats très prometteurs en conditions expérimentales doivent être confirmés en conditions de production. La faisabilité agronomique, le choix des plantes à associer, les modalités d'implantation et les bénéfiques en termes de réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires restent à déterminer avant d'arriver à une solution technique viable. La méthode de marquage isotopique développée peut être utilisée dans d'autres contextes de contrôle biologique ou d'autres fonctions dépendant des mouvements des insectes dans les écosystèmes et les agrosystèmes comme la pollinisation.

### Partenaires

Cette étude a été réalisée en collaboration avec le laboratoire Leva du groupe ESA, et financée par la Région Pays de la Loire.

### Bibliographie

■ Jamont M., Dubois-Pot C., Jaloux B. 2014. Nectar provisioning close to host patches increases parasitoid recruitment, retention and host parasitism. *Basic and Applied Ecology*, 15: 151-160

### Contact

Bruno Jaloux, UMR IGEPP, 2 rue Le Nôtre, 49045 Angers cedex 1.  
Mél : [bruno.jaloux@agrocampus-ouest.fr](mailto:bruno.jaloux@agrocampus-ouest.fr)

## PUBLICATIONS IGEPP - équipe EGI, sous-groupe d'Angers

### Revue scientifiques à comité de lecture

■ Garnier A, Darmency H, Tricault Y, Chevre AM, & Lecomte J. 2014. A stochastic cellular model with uncertainty analysis to assess the risk of transgene invasion after crop-wild hybridization: Oilseed rape and wild radish as a case study. *Ecological Modelling*, 276:85-94

■ Jamont M., Dubois-Pot C., Jaloux B. 2014. Nectar provisioning close to host patches increases parasitoid recruitment, retention and host parasitism. *Basic and Applied Ecology*, 15: 151-160

## Analyse du Cycle de Vie et diversité des pratiques viticoles

### Objectif

Afin de mettre au point l'Analyse du Cycle de Vie (ACV) des itinéraires techniques viticoles, choisir des cas d'étude représentatifs de la grande diversité régionale de ces itinéraires viticoles.

### Contexte

Afin d'accompagner les acteurs des filières viticoles, notamment d'AOC, dans l'amélioration de l'éco-efficience de leurs produits, le laboratoire Grappe travaille depuis 2009 sur la mise au point de l'ACV en viticulture et l'établissement du lien entre performances environnementales de l'itinéraire technique viticole et la qualité des raisins obtenus. La thèse de C. Renaud-Gentié visait à identifier dans quelles conditions l'ACV est une méthode appropriée à l'évaluation environnementale des itinéraires techniques viticoles (ITKv) de production de vins de qualité, à l'échelle parcellaire, afin de pouvoir choisir les opérations techniques et les itinéraires techniques les plus éco-efficents.

### Résultats

Dans la première partie de la thèse, nous avons mis au point une méthode, « Typ-iti », permettant de choisir des cas réels contrastés et représentant la diversité régionale des ITKv. Grâce à la chaîne de traitement statistique Typ-iti, nous avons pu caractériser la diversité des ITKv, et partitionner en 5 groupes la population enquêtée de 77 ITKv en tenant compte du lien entre les opérations techniques. Ces groupes ont été caractérisés par trois éléments qui leur étaient spécifiques: les choix techniques : 1) "traitement systématique de synthèse et travail manuel limité", 2) "usage modéré de traitements", 3) "traitements de synthèse et interventions minimaux", 4) "biologique modéré" et 5) "biologique intensif", les associations de choix techniques les plus fréquentes et les ITKv les plus représentatifs : les parangons et les spécifiques. La synthèse graphique de ces éléments a pointé les critères à privilégier pour rechercher au vignoble des parcelles dont les ITKv représentaient chaque groupe le plus fidèlement possible. La thèse a ensuite permis la mise au point d'un cadre méthodologique de l'ACV pour la viticulture, incluant l'adaptation d'un modèle d'émission de pesticides à la vigne, et la proposition d'un indicateur synthétique de qualité des raisins pouvant être inclus dans l'ACV comme unité fonctionnelle.



Vignoble de la moyenne Vallée de la Loire

© C. Renaud-Gentié

### Perspectives

Ce travail se poursuit dans le cadre de la thèse de Sandra Beauchet (2013-2016), co-financée par l'ADEME et la Région des Pays de la Loire, et le projet CASDAR Qualenvic sur le développement d'une méthode d'évaluation conjointe permettant l'évaluation environnementale de l'itinéraire technique viticole et l'évaluation de son effet sur la qualité du raisin. En parallèle, l'unité Grappe accueille en post doctorat Emmanuelle Garrigues pour travailler sur la simplification de l'ACV pour la filière vitivinicole et l'inclusion d'indicateurs de qualité des sols.

### Partenaires

Partenaires scientifiques : Inra ; ART Zurich (Suisse), DTU (Danemark), El Changins (Suisse),  
Partenaires financiers : InterLoire, Conseil régional des Pays de la Loire, Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt.

### Bibliographie

- Renaud-Gentié C., Burgos S. and Benoît M. 2014. Choosing the most representative technical management routes within diverse management practices: Application to vineyards in the Loire Valley for environmental and quality assessment. *European Journal of Agronomy*, 56: 19-36.
- Renaud C., Burgos S., Benoit M. and Jourjon F. 2013. Evaluation environnementale d'itinéraires viticoles représentant une diversité régionale par analyse de cycle de vie. *Progress Agricole Viticole*, N°10 (Edition 2013): 11-17.
- Renaud-Gentié C., Dijkman T., Bjørn A. and Birkved M. 2014. Modeling pesticides emissions for Grapevine Life Cycle Assessment : adaptation of Pest-LCI model to viticulture. In *LCA Food 2014*, 8-10 octobre 2014. San Francisco.
- Renaud-Gentié C. 2015. Eco-efficience des itinéraires techniques viticoles : intérêts et adaptations de l'Analyse du Cycle de Vie pour la prise en compte des spécificités de la viticulture de qualité. Application aux itinéraires techniques de production de raisins de Chenin blanc pour vin blancs secs d'AOC en Moyenne Vallée de la Loire, Thèse de doctorat, L'UNAM université, 227p.

### Contact

Christel Renaud-Gentié, UPSP Grappe, 55 Rue Rabelais – BP 30748 – 49007 Angers Cedex 01.  
Mél : christel.renaud@groupe-esa.com

## Colloques - évènements

En 2014, le projet régional d'émergence collective COSI-VEG s'est terminé. Ce projet proposait une approche pluridisciplinaire intégrée du consommateur et de ses préférences sensorielles afin de contribuer à la compréhension de ses attentes vis-à-vis des productions végétales spécialisées et notamment du secteur des fruits et légumes. Financé par le Conseil Régional des Pays de la Loire, le projet regroupait 9 unités de recherche issues de 7 institutions académiques, scientifiques et techniques (Agrocampus Ouest Angers, Audencia, CTIFL, Groupe ESA, Inra, Oniris et Université d'Angers).

Les membres du consortium ont décidé de présenter le bilan de ce programme en organisant un congrès international sur deux journées qui s'inscrivaient dans le cadre de la Plants Week 2014, le 13 et le 14 Janvier 2014, le 2<sup>nd</sup> VEGECONSO symposium 2014 ([www.vegepolys.eu/en/vegeconso](http://www.vegepolys.eu/en/vegeconso)) sur le thème : Comment mieux prendre en compte les attentes des consommateurs dans la filière fruits et légumes ? Cet évènement, co-organisé avec le pôle de compétitivité Végépolys, a visé deux publics différents : les chercheurs Européens, d'une part, et les professionnels des filières végétales, d'autre part. A cette occasion sont intervenus 10 chercheurs venus des Pays Bas, Italie, Suisse ainsi que 8 chercheurs ayant participé au programme COSIVEG, devant 112 participants, 1/3 de représentants d'entreprises du secteur végétal (sélectionneurs, semenciers, pépiniéristes, coopératives, transformation...) et 2/3 de chercheurs, enseignants-chercheurs et étudiants. Les 2 journées de colloque (la première en anglais et la seconde en français) ont été dédiées aux présentations, échanges et discussions entre les académiques et les représentants d'entreprises.

## Nouvelle thèse commencée en 2014

■ **Ikhelk A.** Etude physico-chimique et évaluation des propriétés antioxydantes des huiles de figue de barbarie (OFI) Inerme et épineux. Co-directeurs de thèse : M. Driss Elothmani et M. Mostapha Mahrouz

## Thèses soutenues

L'équipe a également accompagnée en 2014 la soutenance de 2 thèses de doctorat :

- Thèse soutenue à l'ESA le 16 mai 2014 par **Stéphanie Doumouya** - Compréhension des facteurs physiologiques et structuraux impliqués dans les variations de propriétés mécaniques de la baie de raisin au cours de son développement : impact sur l'hétérogénéité de la matière première. Sous la direction de Marc Lahaye (Inra Angers-Nantes). Thèse co-encadrée par René Siret (Groupe ESA). Thèse soutenue en vue de l'obtention du titre de Docteur de l'Université d'Angers.
- Thèse soutenue à l'ESA le 5 septembre 2014 par **Isabelle Maitre** - Perceptions sensorielles et préférences alimentaires des seniors. Contribution au maintien du statut nutritionnel et à l'appréciation des produits. Sous la codirection de Frédérique Jourjon (Groupe ESA) et Virginie Van Wymelbeke (CHU Dijon). Thèse soutenue en vue de l'obtention du titre de Docteur de l'Université d'Angers.

## Nouveau post-doctorat commencé en 2014

■ **Garrigues E.** Evaluation environnementale des itinéraires techniques viticoles par Analyse de Cycle de vie – Référent : Frédérique Jourjon.



## Revue scientifique à comité de lecture

■ Bavay C., Brockhoff P.B., Kuznetsova A., Maitre I., Mehinagic E. and Symoneaux R. 2014. Consideration of sample heterogeneity and in-depth analysis of individual differences in sensory analysis. *Food Quality and Preference*, 32 - Part A: 126-131.

■ Doumouya S., Lahaye M., Maury C. and Siret R. 2014. Physical and Physiological Heterogeneity within grape bunch : impact on mechanical properties during maturation. *American Journal of Enology and Viticulture* (65:2): 170-178.

■ Franquin-Trinquier S., Maury C., Baron A., Le Meurlay D. and Mehinagic E. 2014. Optimization of the extraction of apple monomeric phenolics based on response surface methodology: comparison of pressurized liquid-solid extraction and manual-liquid extraction. *Journal of Food Composition and Analysis*, 34: 56-67.

■ Lara I., Camats J.A., Comabella E. and Ortiz A. 2014. Eating quality and health-promoting properties of two sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars stored in passive modified atmosphere. *Food Science and Technology International*, 21 (2): 133-144.

■ Maitre I., Van Wymelbeke V., Amand M., Vigneau E., Issanchou S. and Sulmont C. 2014. Food pickiness in the elderly : relationship with dependency and malnutrition. *Food Quality and Preference*, 32, Part B: 145-151.

■ Renaud-Gentie C., Burgos S. and Benoit M. 2014. Choosing the most representative technical management routes within diverse management practises : Application to vineyards in the Loire Valley for environmental and quality assessment. *European Journal of Agronomy*, 56: 19-36.

■ Symoneaux R., Baron A., Marnet N., Bauduin R. and Chollet S. 2014. Impact of apple procyanidins on sensory perception in mode cider (part 1): Polymerization degree and concentration. *LWT - Food Science and Technology*, 57: 22-27.

■ Symoneaux R., Chollet S., Bauduin R., Le Quéré J.M. and Baron A. 2014. Impact of apple procyanidins on sensory perception in model cider (part 2) :

Degree of polymerization and interactions with the matrix components. *LWT - Food Science and Technology*, 57: 28-34.

## Autres revues scientifiques

■ Coulon-Leroy C. 2014. Du sol au vin : une approche systémique. *Revue des Oenologues*, 150: 15-17.

■ Coulon-Leroy C., Neethling E., Cadot Y. and Barbeau G. 2014. L'eau : déterminant du terroir et de la typicité des produits. *Innovations Agronomiques*, 38: 117-129.

■ Patron C., Symoneaux R., Chretien P., Guerin L., Brossaud F. and Siret R. 2014. Transfert de méthodes sensorielles du raisin pour un usage par les professionnels du vin : application au cépage Chenin. *Revue des Oenologues*, 151: 14-18.

## Revue techniques

■ Jourjon F. and Symoneaux R ; 2014. Perception des consommateurs et intérêt de l'étiquetage environnemental des vins. *Vignerons du Val de Loire*. Janvier 2014.

## Ouvrages et chapitres d'ouvrages

■ Symoneaux R. and Galmarini M.V. 2014. Ouvrage *Novel Techniques in Sensory Characterization and Consumer Profiling*, Editor : Paula Varela, Gaston Ares, 416 pages – 109B/W Illustrations – ISBN 9781466566293.

■ Symoneaux R., Maitre I., Brossaud F., Jourjon F., Siret R. and Mehinagic E. 2014 - *Le goût du vin : des professionnels aux consommateurs : une introduction aux méthodes sensorielles*. Les Territoires du Vin - Sous la direction de Jean-Claude TADDEI, Editions L'HARMATTAN.

■ Symoneaux R., Maitre I., Wilson D. and Jourjon F. 2014 - *Compréhension du terroir par les consommateurs de vin et influence des messages sur leur perception sensorielle*. Les Territoires du Vin. Sous la direction de Jean-Claude TADDEI, Editions L'HARMATTAN.

## Communications colloques

■ Askoura M., Piron V., Madieta E.

and L'Huillier J.P. 2014. Etude expérimentale de la diffusion de la lumière dans les pommes. In 7ème Edition de la journée des doctorants de la SFR Quasav, 27 novembre 2014. Angers, France.

■ Askoura M., Piron V., Madieta E., L'Huillier J.P. and Mehinagic E. 2014. Evaluation des propriétés optiques de la pomme utilisant la méthode de la spectroscopie laser résolue spatialement. In Journées scientifiques de l'école doctorale VENAM 2014, 20-21 janvier 2014. Le Mans, France

■ Beauchet S., Renaud-Gentie C., Cariou V., Thiollet-Scholtus M., Siret R. and Jourjon F. 2014. Analyses multivariées pour une meilleure compréhension des pratiques viticoles et des facteurs du milieu afin d'expliquer la qualité du raisin. In 37th OIV Congress, 9 - 14 novembre 2014. Mendoza, Argentine.

■ Beauchet S., Renaud-Gentie C., Thiollet-Scholtus M., Siret R. and Jourjon F. 2014. An innovative methodology combining Life Cycle Assessment (LCA) of a product with the assessment of its Quality ; case of the French vineyards. In LCA Foods 2014, 8-10 october 2014. San Francisco.

■ Boutakiout A., Elthmani D. and Hanine H. 2014. A new natural juice of prickly pear cladode. Therapeutic applications, the environment and sustainable development. In 1st International Congress on Natural Substances & Modeling: Therapeutic Applications, Environmental & Sustainable Development 15 - 16 décembre 2014. Taza, Morocco.

■ Boutakiout A., Elthmani D., Hanine H., Mahrouz M. and Mehinagic E. 2014. Activité antioxydante du jus des cladodes du cactus (*Opuntia ficus-indica* et *Opuntia megacantha*) par les méthodes DPPH, ABTSet FRAP. In Journées scientifiques de l'école doctorale VENAM 2014, 20-21 janvier 2014. Le Mans, France.

■ Coulon-Leroy C., Charnomordic B., Thiollet-Scholtus M. and Guillaume S. 2014. Fuzzy modeling of a composite agronomical feature using FisPro : the case of vine vigor. 15th International Conference on Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge-Based Systems, July 15-19, 2014. Montpellier.

- Coulon-Leroy C. and J.M.A.M. 2014. Introduction and animation of the special session "Soft Computing and Sensory Analysis". In 15th International Conference on Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge-Based Systems, 15-19 juillet 2014. Montpellier.
- Coulon-Leroy C., Neethling E., Cadot Y. and Barbeau G. 2014. L'Eau : déterminant du terroir et de la typicité des produits. In Carrefour de l'Innovation Agronomique : Viticulture et stress hydrique, 17 juin 2014. Montpellier.
- Doumouya S., Lahaye M., Jourjon F. and Siret R. 2014. Impacts du micro-climat et de l'exposition des baies sur l'hétérogénéité des grappes de raisin Cabernet Franc. In 37th OIV Congress, 9 - 14 novembre 2014. Mendoza, Argentine.
- Elothmani D. and Mehinagic E. 2014. The valorization of organic-waste: from waste to noble raw material. The example of apple. In 1st International Congress on Natural Substances & Modelling : Therapeutic Applications, Environmental & Sustainable Development 15-16 December 2014. . Taza, Maroc.
- Ikhelk A., Boutakiout A., Gremy-Gros C., Mahrouz M., Hanine H. and Elothmani D. 2014. La figue de Barbarie: valorisation d'un produit de terroir issu d'une culture adaptée aux défis climatiques dans la région d'Ouled Dlim - Sud du Maroc. In 3ème Colloque International Eau-Climat'2014 : REGARDS CROISES NORD - SUD, 21, 22 et 23 octobre 2014. Hammamet, TUNISIE.
- Jourjon F., Sigwalt A. and Symoneaux R. 2014. Perception des démarches environnementales par les professionnels de la filière viticole. Quelle stratégie collective et quels leviers pour la mise en marché des vins ? In 37th OIV Congress, 9 - 14 novembre 2014. Mendoza, Argentine.
- Jourjon F., Symoneaux R. and Sigwalt A. 2014. Perception par les consommateurs et les viticulteurs des démarches environnementales en viticulture. In SIVAL : Section Viticulture - HVE, Haute Valeur Environnementale : enjeux et perspectives de la Certification Environnementale des Exploitations en Viticulture, 14 janvier 2014. Angers, France.
- Jourjon F. and Symoneaux R. 2014. AOC versus environnement : quelle perception par les consommateurs et quel levier pour la compétitivité des vins français ? In 37th OIV Congress, 9 - 14 novembre 2014. Mendoza, Argentine.
- Loison A., Fant C., Thomas-Danguin T., Guerin L., Symoneaux R. and Le Fur Y. 2014. Exemplarity judgement : estimation of the level of interjudge agreement for two categories of red wines. In Wine Active Compounds 2014, 26, 27 et 28 mars 2014. Beaune, FRANCE.
- Maitre I., Guilloux G., Porte H. and Ermeneux K. 2014. Design Lab Care : Il n'y a pas d'âge pour être créatif ! In Conférence Design Développement, 3 avril 2014. Nantes, France.
- Maitre I., Symoneaux R., Issanchou S., De Facq P., Tavares J., Feyen V., Martin C., Van Wymelbeke V. and Sulmont C. 2014. Improving sensory quality of food product to meet the elderly's preferences : which winning strategy ? In 6th European Conference on Sensory and Consumer Research - EUROSENSE 2014 : A Sense of Life, 7-10 September 2014. Copenhagen, Denmark
- Mehinagic E. 2014. Nouveaux outils et méthodes permettant d'intégrer les attentes et préférences des consommateurs dans les processus d'innovation ou optimisation de produits végétaux. In VEGECONSO : Est-ce que vos innovations répondent aux attentes des consommateurs ? Comment mieux prendre en compte les attentes des consommateurs dans la filière fruits et légumes ? , 13-14 janvier 2014. Angers, France.
- Musse M. and Mehinagic E. 2014. Des nouveaux outils de mesures non-destructives de la qualité du fruit IRM et spectroscopie laser. In SIVAL - Fruits et Légumes - AI FRUITS, pour la maîtrise de la qualité de fruits, 15 janvier 2014. Angers, France.
- Renaud-Gentie C., Dijkman T., Bjorn A. and Blrkved M. 2014. Modeling pesticides emissions for Grapevine Life Cycle Assessment : adaptation of Pest-LCI model to viticulture. In LCA Foods 2014, 8-10 october 2014. San Francisco.
- Renaud-Gentie C., Renaud C., Beauchet S. and Jourjon F. 2014. Effet du millésime sur les performances environnementales d'un itinéraire technique viticole évaluées par Analyse du Cycle de Vie (ACV). In 37th OIV Congress, 9 - 14 novembre 2014. Mendoza, Argentine.
- Rouault A., Renaud-Gentie C., Beauchet S. and Jourjon F. 2014. Analyse du cycle de vie d'itinéraires techniques viticoles : comparaison entre deux itinéraires biologiques et raisonné. In 37th OIV Congress, 9-14 novembre 2014. Mendoza, Argentine.
- Siucinska K., Konopacka D., Markowski J., Mingioni M., Maitre I. and Maciorowski R. 2014. The ability of elderly to taste detection may not influence apple smoothie preferences. In 6th European Conference on Sensory and Consumer Research - EUROSENSE 2014 : A Sense of Life, 7-10 September 2014. Copenhagen, DENMARK.
- Sulmont C., Amand M., Issanchou S. and Maitre I. 2014. Evidence for different patterns of chemosensory alterations in the elderly population : impact of age versus dependency. In 6th European Conference on Sensory and Consumer Research - EUROSENSE 2014 : A Sense of Life, 7-10 September 2014. Copenhagen, DENMARK.
- Symoneaux R. 2014. Methodological recommendations for reliable sensory evaluation of vegetables. In VEGECONSO : Est-ce que vos innovations répondent aux attentes des consommateurs ? Comment mieux prendre en compte les attentes des consommateurs dans la filière fruits et légumes ? , 13-14 janvier 2014.
- Symoneaux R., Chollet S., Patron C., Bauduin R., Le Quééré J.M. and Baron A. 2014. Prédiction des caractéristiques sensorielles du cidre en fonction de leur composition biochimique : utilisation d'un plan d'expérience et validation par les professionnels. In AgroStat 2014, 26 - 28 MARS 2014. Rabat, MAROC.
- Symoneaux R. and Sero A. 2014. Intérêt des "focus groupe" (réunion de consommateurs) : Présentation de l'outil et simulation en direct. In

VEGECONSO : Est-ce que vos innovations répondent aux attentes des consommateurs ? Comment mieux prendre en compte les attentes des consommateurs dans la filière fruits et légumes ? , 13-14 janvier 2014.

■ Symoneaux R. and Patron C. 2014. Variability of wine bottles in sensory tastings. In 6th European Conference on Sensory and Consumer Research - EUROSENSE 2014 : A Sense of Life, 7-10 september 2014. Copenhagen, DENMARK.

■ Yvergnaux M., Mehinagic E., Fayard G., Sero A. and Symoneaux R. 2014. VégéConso : Comment mieux prendre en compte les attentes des consommateurs dans la filière fruits et légumes ? In SIVAL - FRUITS ET LEGUMES, 14 janvier 2014. Angers, France.

## **Mémoires de thèse et HDR**

■ Doumouya S. 2014. Doctorat de l'Université de Nantes. Compréhension des facteurs physiologiques et structuraux impliqués dans les variations de propriétés mécaniques de la baie de raisin au cours de son développement : impact sur l'hétérogénéité de la matière première.

■ Maitre I. 2014. Doctorat de l'Université d'Angers. Perceptions sensorielles et préférences alimentaires des seniors. Contribution au maintien du statut nutritionnel et à l'appréciation des produits.

## **Mémoires de stages**

■ Avignon C. 2014. Stage RI, Ingénieur de l'ESA, Groupe Esa, Angers : Etude de la capacité discriminatoire et des préférences sur différentes purées de pomme chez les personnes âgées.

■ Barral F. 2014. Stage RI, Ingénieur de l'ESA, Groupe Esa, Angers : Aptitudes des poires à la transformation et préservation du brunissement.

■ Bourquin E. 2014. MFE, Master sensoriel et innovation en Agroalimentaire, Université Tours : Impact des composantes visuelles du cidre sur l'appréciation.

■ Cauty G. 2014. MFE, Cycle IFC Ingénieur Groupe ESA : Etude du lien entre les pratiques viticoles et leur impact sur la qualité du raisin vendan-

gés: agrégation de l'analyse par « dire d'experts » et mesures sur le terrain.

■ Renaud C. 2014. MFE, 5ème année cycle Ingénieur, Ecole des métiers de l'Environnement, Rennes : Effet du millésime sur les performances environnementales d'un itinéraire technique viticole évaluées par l'Analyse du Cycle de Vie (ACV).

■ Rouault A. 2014. MFE, 5ème année cycle Ingénieur, Ecole des métiers de l'Environnement, Rennes : Analyse du Cycle de Vie d'itinéraires techniques viticoles : comparaison entre viticulture biologique et raisonnée.

## **Actions de culture scientifique et technique**

■ Maitre I. 2014. L'impact des facteurs sensoriels, psychologiques et sociologiques sur le comportement alimentaire et les enjeux autour de la dénutrition chez les seniors. In ORPAN, le mois thématique "La nutrition dans tous ses états", 21 février 2014. Nantes.

■ Maitre I. 2014. Le risque de dénutrition chez la personne âgée : intérêt de stratégies basées sur le plaisir de manger. Quelques résultats sur le programme "Aupalesens". In Le rendez-vous de l'alimentation des personnes âgées, 11 juin 2014. Royan.

■ Maitre I. 2014. Mettez de l'innovation au menu des seniors ! In Soirée-débat "innovation alimentaire" sur le marché des seniors, VALORIAL, 1er juillet 2014. Nantes.

■ Mehinagic E., Mingioni M. and Maitre I. 2014. Stratégies sensorielles pour lutter contre la dénutrition des personnes âgées. In Portage de repas à domicile pour les seniors, venez partager votre expérience. 3 décembre 2014. Angers.

■ Siret R. and Chretien P. 2014. Transfert des méthodes sensorielles du raisin : adaptation aux baies de chenin. In La recherche vous parle - Restitution des actions de recherche et expérimentation viti-vinicole du Val-de-Loire, 24 janvier 2014. Saint-Hilaire-Saint-Florent, France.

■ Symoneaux R. and Mehinagic E. 2014. Le goût de vos variétés alimentaires vous intéresse ? In Séminaire technique destiné aux sélectionneurs, organisé par Végépolys, 16 avril 2014. Angers.

# Etude du métabolisme d'acides aminés : application à une interaction plante-parasite

## Objectif

Evaluer l'efficacité d'un système d'analyse en chromatographie liquide couplé à un détecteur UV et un spectromètre de masse par le biais de la technologie AccQ●Tag pour étudier les flux et le métabolisme azotés dans une interaction plante-plante parasite via la quantification d' isotopologues d'acides aminés ( $^{15}\text{N}$ ,  $^{14}\text{N}$ ).

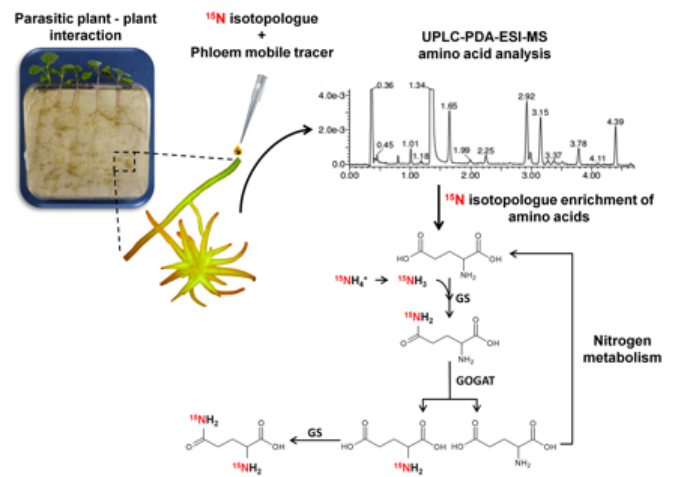
## Contexte

Le modèle biologique utilisé pour cette étude est l'interaction colza-orobanche rameuse. L'orobanche, connectée aux tissus phloémiens racinaires du colza, constitue un puits dominant pour l'azote réduit. Dans cette interaction, l'azote inorganique du sol est absorbé par les racines du colza et assimilé massivement dans ses feuilles. Chargé dans le phloème principalement sous forme de glutamine (Gln), l'azote réduit est transporté à longue distance et spolié par le puits parasitaire. L'enjeu est ici de pouvoir suivre un isotopologue marqué d'un acide aminé ( $^{15}\text{N}$ -AA) puis d'analyser son devenir par une analyse AccQ●Tag / UPLC-PDA-ESI-MS pour analyser, chez l'orobanche, le métabolisme de la forme azotée prélevée chez le colza ( $^{15}\text{N}_2$ -Gln).

## Résultats

L'efficacité du système d'analyse (absence d'effets de suppression d'ions) a été validée, dans une "solution simple" puis dans une matrice biologique complexe (extraits de tubercules d'orobanche), à l'aide de concentrations croissantes d'AA standards  $^{14}\text{N}$ ,  $^{15}\text{N}$  et de ratios d'isotopologues d'AA  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  de 5 à 95%. Pour chaque ratio, l'ensemble des isotopologues a été quantifié par ESI-MS ou directement par un détecteur PDA (linéarité entre les deux systèmes de détection). Cette méthode permet de quantifier, par rapport à un contrôle, un enrichissement minimum de 1% en  $^{15}\text{N}$  d'un AA.

Des fragments isolés de racines de colza parasitées par une ou plusieurs orobanches (tubercules) sont proposés comme modèle simplifié de l'interaction. Dans ce système, la fonctionnalité du transport phloémien et de la décharge dans le puits parasitaire a été démontrée par l'emploi d'un traceur phloémien fluorescent (carboxyfluorescéine). En parallèle, le dépôt



Apport d'AA phloème-mobiles, marqués au  $^{15}\text{N}$ , à un système simplifié d'une interaction plante-plante parasite (fragments racinaires parasités) et étude de leur métabolisme chez le parasite par une analyse des isotopologues des AA par AccQ●Tag / UPLC-ESI-MS.

de  $^{15}\text{N}_2$ -Gln (fonctions amine et amide marquées) à l'extrémité racinaire excisée conduit à un enrichissement des pools  $^{15}\text{N}_2$ -Gln des racines de colza en amont (x16) et en aval (x8) des orobanches, et des tubercules (x2) (après 30 min de marquage). Ces résultats attestent de la mobilité phloémienne de la  $^{15}\text{N}_2$ -Gln dans ce système et démontrent sa décharge dans le puits parasitaire. De façon inattendue, aucun autre AA marqué n'a été détecté dans les tubercules après 2h de marquage. Ces analyses montrent que la Gln est une forme non structurale majeure de séquestration de l'azote chez l'orobanche et un acteur principal de sa force de puits.

## Perspectives

La méthode AccQ●Tag / UPLC-ESI-MS est robuste, facile, rapide et sensible pour la détermination d'enrichissement en isotopologues d'AA. Associée au système « fragments racinaires parasités », elle permettra d'approfondir l'étude des flux azotés dans l'interaction et des voies d'utilisation de l'azote chez le parasite. Ces travaux sont motivés par l'intérêt de mieux comprendre les bases fonctionnelles de l'interaction et de pointer des particularités métaboliques du parasite exploitables dans le cadre d'une lutte sélective.

## Partenaires

Plateau de Profilage Métabolique et Métabolomique ( $\text{P}_2\text{M}_2$ ), Inra Le Rheu ; UMR 1349 IGEPP Le Rheu.

## Bibliographie

■ Gaudin Z. et al. 2014. Robust method for investigating nitrogen metabolism of  $^{15}\text{N}$  labeled amino acids using AccQ.Tag Ultra Performance Liquid Chromatography - Photodiode Array - Electrospray Ionization - Mass Spectrometry: application to a parasitic plant - plant interaction. Analytical Chemistry 86: 1138-1145.

## Contact

Philippe Simier, LBPV, 2 rue de la Houssinière, 44322 Nantes Cedex 3.  
Mél : philippe.simier@univ-nantes.fr.

## Nouvelle personne accueillie au LBPV en 2014

**Marc-Marie Lechat** sur un poste d'Attaché Temporaire d'Enseignement et de Recherche (ATER, 100%). M. Lechat enseigne la biologie et les biotechnologies végétales en Licence SV et SVT de l'Université de Nantes et s'investit au LBPV dans l'étude du contrôle épigénétique de la sensibilité des graines d'orobanche aux strigolactones.

## Projets initiés en 2014

**Projet SIGECO** (2014-2015) : Signature génétique du particularisme d'hôte de l'orobanche rameuse du colza. Objectifs : étude du polymorphisme génétique (marqueurs SSR) et phénotypique (sensibilité aux stimulants de germination, spectre d'hôtes, agressivité, fitness) de l'orobanche rameuse en France et en Europe. Origine de la situation spécifique des infestations de colza en Vendée et Poitou Charente. Financement : Promosol Colza. Coordinateur : Philippe Simier.

**Projet PHERAFAB** (2014-2016) : Associations Colza-Fabacées: efficacité et pertinence contre une adventice parasite majeure, l'orobanche rameuse (*Phelipanche ramosa* L. Pomel). Objectifs : évaluer l'activité allélopathique des Fabacées vis-à-vis de la germination des graines d'orobanche et l'intérêt de leur association avec le colza pour réduire les infestations (es-

sais en conditions contrôlées et au champ). Partenaires : UMR 1347 Agroécologie Inra Dijon - CA 10, 17, 72 et 85. Financement : MAAF (Casdar). Coordinateur : Philippe Simier.

## Récompenses – Prix en 2014

Les travaux de thèse de Zachary Gaudin sur la place de l'azote dans l'interaction colza-orobanche rameuse (Université de Nantes) ont été primés par l'Académie d'Agriculture de France (Médaille d'Argent, prix d'excellence, octobre 2014).

## Nouvelle thèse commencée en 2014

■ **Brun G.** Etude de la voie de signalisation des strigolactones induisant la germination des graines des plantes parasites. Directeurs de thèse : Séverine Thoiron et Philippe Delavault.

## Nouveau post-doctorat commencé en 2014

■ **Stojanova B.** Signature génétique du particularisme d'hôte de l'orobanche rameuse du Colza. Projet SIGECO. Financement : Promosol Colza. Référent scientifique : Philippe Simier.

## PUBLICATIONS LBPV

### Revue scientifique à comité de lecture

■ Boyer F-D., de Saint Germain A., Pouvreau J-B., Clavé G., Pillot J-P., Roux A., Rasmussen A., Depuydt S., Lauresserques D., Frei Dit Frey N., Heugebaert T-S., Stevens C-V., Geelen D., Goomarchtig S. and Rameau C. 2014. New strigolactone analogs as plant hormones with low activities in the rhizosphere. *Molecular Plant* 7: 675-690.

■ Brahmi I., Mabrouk Y., Charaabi K., Delavault P., Simier P. and Belhadj O. 2014. Induced mutagenesis through gamma radiation in chickpea (*Cicer arietinum* L.): developmental changes and improved resistance to the parasitic weed *Orobanche foetida* Poir. *International Journal of Advanced Research* 2: 670-684.

■ Gaudin Z., Cerveau D., Marnet N., Bouchereau A., Delavault P., Simier P. and Pouvreau J-B. 2014. Robust method for investigating nitrogen metabolism of <sup>15</sup>N labeled amino acids using AccQ.Tag Ultra Performance Liquid Chromatography - Photodiode Array - Electrospray Ionization - Mass Spectrometry: application to a parasitic plant - plant interaction. *Analytical*

*Chemistry* 86: 1138-1145.

■ Mabrouk Y., Mejri S., Delavault P., Simier P., and Belhadj O. 2014. Lipopolysaccharide isolated from *Rhizobium leguminosarum* strain P.SOM induces resistance in pea roots against *Orobanche crenata*. *African Journal of Microbiology Research* 8: 2624-2630.

### Autres revues

■ Jestin C., Boulet C., Molénat D., Leflon M., Benharrat H., Baraton E., Legros S. et Simier P. 2014. Evaluation de l'efficacité de différentes pratiques culturales dans la lutte contre l'orobanche rameuse par une méthode de quantification du stock grainier et cartographie du parasite sur le territoire français. 2014. *Revue Inra Innovations Agronomiques* 34 : 157-173.

### Communications colloques

■ Delavault P. Knowing the parasite: Biology and genetics of *Orobanche*. 3rd International Symposium on Broomrape (*Orobanche* spp.) in Sunflower, Cordoba, Espagne, juin 2014.

■ Delavault P., Le Ker C., Gaillard A., Jestin C., Yvin J-C., Simier P., Jamois F.,

Florin C., Cruz F., Benharrat H., Sainte-Luce A., Gaudin Z., Delahaye J. and Macaigne N. HELIOS project: search for marine bioactive compounds to prevent the growth of *Orobanchaceae* in crops. 3rd International Symposium on Broomrape (*Orobanche* spp.) in Sunflower, Cordoba, Espagne, juin 2014.

### Mémoires de stages

■ Goascoz A. 2014. Master 1 BTV Université de Nantes. Etude des résistances partielles de deux variétés de chanvre (*Cannabis sativa* L.) face à la plante parasite, l'orobanche rameuse (*Phelipanche ramosa* L. Pomel), en condition d'infestation artificielle.

■ Payraudeau A. 2014. Master 2 PROTEV Université d'Angers. Evaluation du caractère allélopathique d'une collection de Fabacées cultivées vis-à-vis du développement d'une adventice parasite du colza, l'orobanche rameuse (*Phelipanche ramosa* L.).

■ Brun G. 2014. Master 2 BioVIGPA Université de Nantes. Etude de la voie de signalisation des strigolactones induisant la germination des graines des plantes parasites.

## L'Analyse du Cycle de Vie appliquée à l'association pois-blé

### Objectif

Notre objectif était d'appliquer l'Analyse du Cycle de Vie (ACV) ISO standards (ISO 14044, 2006) aux mélanges blé-pois d'hiver et de proposer une méthodologie pour gérer la ventilation des impacts environnementaux potentiels entre co-produits.

### Contexte

Avec l'émergence des préoccupations d'économie d'intrants et de préservation de l'environnement, les associations à base de légumineuses présentent un regain d'intérêt en Europe. Elles pourraient avoir des applications pertinentes pour le développement de cultures « multiservices » à moindre niveau d'intrants. Peu d'études ont cherché à quantifier l'intérêt environnemental de ce type de culture en comparaison de cultures pures. Les deux espèces associées étant dans notre cas, récoltées en grain et valorisées dans des filières différentes (meunerie pour le blé, élevage pour le pois), l'utilisation de l'ACV nécessite de répartir les impacts entre chaque espèce pour quantifier leur contribution aux impacts environnementaux des produits transformés auxquels ils contribuent respectivement.

### Résultats

L'application des méthodes classiquement recommandées pour l'allocation des impacts entre co-produits (au prorata de la masse, de la masse multipliée par le prix de vente, du rendement en azote dans les grains, ou recours à l'extension du système) conduit à des résultats très contrastés sans possibilité de déterminer quelle méthode est la plus cohérente. Nous avons donc proposé une méthode alternative inspirée de deux critères d'évaluation des performances des mélanges d'espèces : *Land Equivalent Ratio* (De Wit and Van den Bergh, 1965) et *Net Biodiversity Effect* (Loreau and Hector, 2001). Cette proposition revient à comparer les impacts potentiels des associations blé-pois aux impacts des deux cultures pures, sur la base d'une comparaison à production



Association pois-céréale

équivalente et à surface équivalente. Les premières évaluations utilisant notre approche montrent qu'à niveaux de production équivalents, les associations pois-blé ont moins d'impacts environnementaux que les cultures pures.

### Perspectives

Ce travail essentiellement méthodologique doit maintenant être prolongé afin de produire des évaluations par ACV des mélanges céréale-légumineuse représentatives des conditions de production et des pratiques agricoles dans différentes régions françaises.

### Partenaires

Cette étude a été réalisée en partenariat avec l'UMR 1069 SAS (Inra-Agrocampus Ouest), l'UMR 211 Agronomie (Inra-AgroParisTech), et la station expérimentale de La Jaillière (ARVALIS-Institut du Végétal). Elle a bénéficié du soutien de l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie), du CASDAR n°8058 et du programme FESIA DIVÉRE.

### Bibliographie

■ Naudin C., van der Werf H.M.G., Jeuffroy M.H., Corre-Hellou G. 2014. LCA applied to pea-wheat intercrops: a new method for handling the impacts of co-products. *Journal of Cleaner Production*. 73: 80–87.

### Contact

Christophe Naudin, UP Leva, 55 rue Rabelais, 49007 Angers.  
Mél : c.naudin@groupe-esa.com

## Nouveaux projets commencés en 2014

**SECURIPROT** (Projet Pôle Agronomique Ouest). Ce projet, financé par les Régions Pays-de-la-Loire et Bretagne visent à sécuriser et augmenter la production de protéagineux (pois, féverole, lupin). Parmi les solutions identifiées par les nombreux partenaires du projet, la culture des protéagineux en association avec une autre espèce ou en mélange de variétés apparaît comme une voie prometteuse, conciliant attentes économiques et agronomiques. Dans ce projet, le Leva (G. Piva) coordonne une tâche en partenariat avec Terrena, visant à contrôler le développement des adventices dans les cultures de lupin blanc d'hiver par association avec une plante compagne. Une nouvelle thèse est financée par ce projet.

**AGRISOL** (Coord. M. Cannavacciuolo) est un projet MPIA (Maturation de Projet Innovant en Anjou) financé par BPI France, ayant pour le développement d'un outil de terrain permettant de caractériser la dégradation de la matière organique des sols.

## Colloque et séminaire

**G. Hellou** a participé à l'organisation des carrefours de l'Innovation Agronomiques sur le thème des Associations végétales qui se sont déroulés le 20 novembre 2014 à l'ESA d'Angers.

Dans le cadre du séjour de **Steven Shirliffe**, Professeur de l'Université de Saskatchewan, le Leva a organisé un séminaire sur la gestion des adventices « Weed control with less reliance on herbicides - Designing resilient cropping systems » qui s'est tenu du 26 au 28 mai 2014 à l'ESA d'Angers.

## Nouvelles thèses commencées en 2014

■ **Drut B.** Etude des interactions couvert végétal-organismes du sol en lien avec la biodiversité cultivée dans la parcelle : conséquences sur la fertilité du sol et le rendement des cultures. Directrice de thèse : Fustec J. Co-encadrement Cassagne N. et Cannavacciuolo M.

■ **Carton N.** Interactions trophiques induites par l'association du lupin avec une espèce compagne et conséquences sur la productivité des espèces et la gestion des adventices. Directrice de thèse : Hellou G.

## PUBLICATIONS LEVA

### Revue scientifique à comité de lecture

■ Barillot B., Combes D., Pineau S., Huynh P., Escobar-Gutiérrez A.J. 2014. Comparison of the morphogenesis of three genotypes of pea (*Pisum sativum* L.) grown in pure stands and wheat-based intercrops. *AoB Plants* 6: 1-15. [www.aobplants.oxfordjournals.org](http://www.aobplants.oxfordjournals.org).

■ Barillot R., Escobar-Gutiérrez A.J., Fournier C., Huynh P., Combes D. 2014. Assessing the effects of architectural variations on light partitioning within virtual wheat-pea mixtures. *Annals of Botany* 114: 725 – 737.

■ Fayaud B., Coste F., Corre-Hellou G., Gardarin A., Dürr C. 2014. Modelling early growth under different sowing conditions: A tool to predict variations in intercrop early stages. *European Journal of Agronomy* 52: 180-190.

■ Naudin C., Carof M., Célette F., Mawois M., Aveline A. 2014. Former pour accompagner l'innovation et son évaluation en agriculture : valorisation d'expertises acquises en recherche au service de la formation en agronomie. *Fourrages* 217: 91-99.

■ Naudin C., van der Werf H.M.G., Jeuffroy M.-H., Corre-Hellou G. 2014.

LCA applied to pea-wheat intercrops: a new method for handling the impacts of co-products. *Journal of Cleaner Production* 73: 80-87.

■ Peigné J., Messmer M., Aveline A., Berner A., Mäder P., Carcea M.Q., Narducci V., Samson M.-F., Thomsen I.K., Célette F., David C. 2014. Wheat yield and quality as influenced by reduced tillage in organic farming. *Organic Agriculture* 4: 1-13.

### Autres revues scientifiques

■ Bédoussac L., Journet E.P., Hauggaard-Nielsen H., Naudin C., Corre-Hellou G., Prieur L., Jensen E.S., Justes E., Debaeke P. 2014. Intercropping cereal with grain legume, an application of ecological principles to improve overall productivity and quality. 2 p., In Proceedings of the European Society for Agronomy Congress. ESA2014, 25-29 August 2014, Debrecen, Hungary.

■ Bédoussac L., Journet E.P., Hauggaard-Nielsen H., Naudin C., Corre-Hellou G., Prieur L., Jensen E.S., Justes E. 2014. Intercropping legume and non-legume, an innovative way to valorize N<sub>2</sub> fixation and soil mineral N sources in low input cropping systems. Pp. 37-38, In:

Proceedings of the 18th Nitrogen Workshop: "The Nitrogen challenge: Building a blueprint for Nitrogen use efficiency and food security", Cordovil CMdS (Eds.) 2014, 30th June-03rd July 2014. Lisbon, Portugal.

■ Bobille H., Naudin C., Piva G., Fustec J. 2014. Sulfur sharing in rapeseed-faba bean intercrops. Preliminary results. 2 p., In Proceedings of the European Society for Agronomy Congress. ESA 2014, 25-29 August 2014, Debrecen, Hungary.

■ Fustec J., Jamont M., Joly F.-X., Piva G., Cannavacciuolo M., Cassagne N. 2014. Measuring nitrogen transfer in annual intercrops. 2 p., In Proceedings of the European Society for Agronomy Congress ESA2014, 25-29 August 2014, Debrecen, Hungary.

■ Fustec J., Jamont M., Joly F.-X., Piva G., Cannavacciuolo M., Cassagne N. 2014. Nitrogen transfer between companion crops in annual legume-based intercrops. Pp. 90-92, In: Proceedings of the 18th Nitrogen Workshop: "The Nitrogen challenge: Building a blueprint for Nitrogen use efficiency and food security", Cordovil CMdS (Eds.) 2014, 30th June-03rd July 2014. Lisbon, Portugal.

■ Hellou G., Baranger A., Bedoussac L., Cassagne N., Cannavacciuolo M., Fustec J., Pelzer E., Piva G. 2014. Interactions entre facteurs biotiques et fonctionnement des associations végétales. *Innovations Agronomiques* 40: 25-42.

■ Justes E., Bedoussac L., Corre-Hellou G., Fustec J., Hinsinger P., Journet E.P., Louarn G., Naudin C., Pelzer E. 2014. Acquisition des ressources abiotiques dans les associations végétales : quels processus déterminent leur fonctionnement. *Innovations Agronomiques* 40: 1-24.

■ Mawois M., Coste F. 2014. Are environmental issues and quality requirements in agro-food chain compatible? Case of hard wheat supply chain in the center of France. 2 p, In Proceedings of the XIIIth ESA Congress, August 25th – 29th 2014, Debrecen, Hungary.

■ Mawois M., Naudin C., Coste F. 2014 - Are reduction of Nitrogen pollution and quality requirements in agro-food chain compatible? Case of hard wheat supply chain in the center of France. Pp. 140-141, In: Proceedings of the 18th Nitrogen Workshop: "The Nitrogen challenge: Building a blueprint for Nitrogen use efficiency and food security", Cordovil CMDs (Eds.) 2014, Instituto Superior d'Agronomia 30th June-03rd July 2014, Lisbon, Portugal.

■ Naudin C., Voisin A.S., Salon C., Corre-Hellou G., Jeuffroy M.H. 2014 - Inhibition and recovery of symbiotic N<sub>2</sub> fixation by peas (*Pisum sativum* L.) in response of short-term nitrate exposure. Pp. 154-156, In: Proceedings of the 18th Nitrogen Workshop: "The Nitrogen challenge: Building a blueprint for Nitrogen use efficiency and food security", Cordovil CMDs (Eds.) (2014), Instituto Superior d'Agronomia 30th June-03rd July 2014, Lisbon, Portugal.

■ Pelzer E., Bedoussac L., Hellou G., Jeuffroy M.-H., Métivier T., Naudin C. 2014. Association de cultures annuelles combinant une légumineuse et une céréale : retours d'expériences d'agriculteurs et analyse. *Innovations Agronomiques* 40: 73-91.

## Revue technique

■ Cohan J.-P., Jeuffroy M.-H., Bedoussac L., Pelzer E., Hinsinger P., Justes E., Naudin C., Corre-Hellou G. 2014. Associations céréales-légumineuses récoltées en grain : une réussite liée à l'ajustement de l'itinéraire. *Perspectives Agri-*

*coles* 408: 47-51.

■ Waligora C. 2014. Légumineuses : Elles ne relarguent pas immédiatement leur azote. *Magazine Viti* N° de janvier 2014, 40-41.

## Ouvrages et chapitres d'ouvrages

■ Bedoussac L., Journet E.P., Hauggaard-Nielsen H., Naudin C., Corre-Hellou G., Prieur L., Jensen E.S., Justes E. 2014. Eco-functional Intensification by Cereal-Grain Legume Intercropping in Organic Farming Systems for Increased Yields, Reduced Weeds and Improved Grain Protein Concentration. In: *Organic Farming, prototype for sustainable agricultures*. pp 47-63. Bellon S., Penvern S. (eds). Springer, The Netherlands.

## Communications colloques

■ Beauval V., Naudin C. 2014. Agroécologie et emploi. Rencontres Nationales du Développement Durable. 24th August 2014, Lyon, France.

■ Bobille H., Fustec J., Limami A.M. 2014. Thèse RHIZOSFER : régulation de l'exsudation racinaire des fabacées et conséquences dans la réponse aux stress abiotiques. 8e congrès Jeunes chercheurs de la SFBV. 25-27 juin 2014, Tours, France.

■ Fustec J. 2014. Associations de légumineuses et autres familles végétales : fausses idées reçues sur les transferts d'azote mais vraie dynamisation de la fertilité des sols. Journée technique TCS, 5 décembre 2014, LEGTA Ondes, France.

■ Hellou G., Baranger A., Bedoussac L., Cassagne N., Cannavacciuolo M., Fustec J., Pelzer E., Piva G. 2014. Interactions entre facteurs biotiques et fonctionnement des associations végétales. Carrefours de l'Innovation Agronomique, 20 novembre 2014, Angers, France.

■ Hellou G. 2014. Using intercropping for weed management. Workshop 'Weed control for less reliance to herbicides. Designing resilient cropping systems'. 26-28 May 2014, ESA, Angers, France.

■ Justes E., Bedoussac L., Corre-Hellou G., Fustec J., Hinsinger P., Journet E.P., Louarn G., Naudin C., Pelzer E. 2014. Acquisition des ressources abiotiques dans les associations végétales : quels processus déterminent leur fonctionnement. Carrefours de l'Innovation Agronomique, 20 novembre 2014, Angers, France.

■ Mawois M. 2014. Are environmental issues and quality requirements in agro-food chain compatible? Case of hard wheat supply chain in the center of France. ESA Congress, August 25th – 29th, 2014, Debrecen, Hungary.

■ Pelzer E., Bedoussac L., Hellou G., Jeuffroy M.-H., Métivier T., Naudin C. 2014. Association de cultures annuelles combinant une légumineuse et une céréale : retours d'expériences d'agriculteurs et analyse. Carrefours de l'Innovation Agronomique, 20 novembre 2014, Angers, France.

■ Raveneau M.P. 2014. Impact of pathogens on bean seed germination. Qualisem : Seed quality for the future. Seminar on seed quality and workshop on detection of living/non living seed-borne pathogens. 2-3 December 2014, Angers, France.

## Mémoires de stages

■ Drut B. 2014. M2 Recherche BioVI-GPA, Université de Rennes. Effets des interactions entre diversité végétale et diversité biologique du sol au sein de la rhizosphère et sur le rendement : cas de peuplements de blé tendre seul ou en association.

■ Khamvongsa C. 2014. M2 Agrocampus Ouest Rennes. Adaptation méthodologique de l'ACV aux associations céréale-légumineuse en relais - Exemple de la luzerne semée sous couvert de blé tendre d'hiver en Rhône-Alpes.

■ Perez R. 2014. M1 Agrocampus Ouest Angers. Etude de la variabilité compétitive au niveau racinaire des légumineuses *Cicer arietinum* (Pois Chiche), *Vicia faba* (Féverole) et *Vicia sativa* (Vesce commune) vis-à-vis des adventices *Solanum nigrum* (Morelle noire) et de *Vulpia myuros* (Vulpie) en milieu azoté ou carencé en azote.

■ Retailleau M. 2014. M2 Ingénieur ESA Angers. Adaptation d'une méthodologie d'évaluation multicritère pour un réseau de systèmes de culture en agriculture biologique.

■ Sartorius S. 2014. M2 Ingénieur ESA Angers. Modélisation des décisions d'organisation spatio-temporelle des cultures dans des territoires de poly-culture-élevage : cas de 5 exploitations sur le territoire du Pays Yon et Vie (Vendée).



## Insecticides et voies de signalisation intracellulaires



*Blatte Periplaneta americana*

### Objectif

Notre étude concerne le rôle de la protéine kinase calcium-calmoduline dépendante dans la modulation de l'efficacité d'un insecticide de type néonicotinoïde, la clothianidine, sur les récepteurs nicotiniques du système nerveux central d'un insecte.

### Contexte

L'utilisation systématique des produits phytosanitaires, qui ont permis d'accomplir d'indéniables progrès en matière de rendements et de protection des cultures, est actuellement remise en question. Parmi les conclusions du Grenelle de l'Environnement figure la nécessité de réduire l'utilisation des pesticides de 50% d'ici 2018. Cet objectif nécessite de définir un usage raisonné et optimisé des substances actives présentes sur le marché. Il est donc nécessaire de développer des nouvelles stratégies basées d'une part sur l'optimisation du mode d'action des produits phytosanitaires et d'autre part sur la caractérisation des facteurs cellulaires et/ou moléculaires impliqués dans la modulation de la sensibilité des cibles des insecticides afin de réduire les doses utilisées.

### Résultats

Les récepteurs nicotiniques (nAChRs) des insectes sont les cibles des insecticides de type néonicotinoïde. Des études antérieures réalisées au laboratoire sur neurones d'insectes ont montré le rôle des mécanismes de phosphorylation et de déphosphorylation dépendants du calcium dans la modulation de la sensibilité des cibles aux insecticides. Récemment, nous avons montré sur des neurones de blattes à l'aide d'approches électro-pharmacologiques, d'imagerie calcique et d'oligonucléotides anti-sens que la protéine kinase calcium-calmoduline-dépendante II (CaM-kinase II) et plus particulièrement l'isoforme de type E agit sur les nAChRs en augmentant leur sensibilité pour l'insecticide de type néonicotinoïde, la clothianidine. Cette étude montre qu'il existe un lien direct entre l'activation calcium-dépendante du complexe enzymatique CaM-kinase II et la sensibilité des nAChRs aux insecticides chez l'insecte.

### Perspectives

Cette étude permet de confirmer le lien entre modifications intracellulaires des cibles aux insecticides et l'efficacité des insecticides. Cela permet d'ouvrir une nouvelle voie dans la recherche de stratégie permettant d'optimiser l'utilisation des insecticides tout en réduisant les doses. De plus, ces résultats laissent envisager des perspectives importantes sur les conditions d'utilisation optimisée des néonicotinoïdes par le développement de formulations insecticides associant à la fois substance active insecticide de type néonicotinoïde et synergisants calciques. Enfin, une meilleure connaissance des mécanismes reliant la cible aux insecticides et les voies de signalisation calcique impliquées permettrait d'élargir l'utilisation de l'association insecticide/ synergisants calciques.

### Partenaires

Plateforme IMAC, SFR Quasav.

Financeurs : Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, Inra SPE, Région Pays de la Loire

### Bibliographie

List O., Calas-List D., Taillebois E., Juchaux M., Heuland E., Thany SH. 2014. Inhibition of PaCaMKII-E isoform in the dorsal unpaired median neurosecretory cells of cockroach reduces nicotine – and clothianidin – induced currents. *Journal of Neurochemistry*, 130: 507-513.

### Contact

Valérie Raymond, RCIM, Université d'Angers, 2 Boulevard Lavoisier, 49045 Angers, Cedex 01.

Mél : [valerie.raymond@univ-angers.fr](mailto:valerie.raymond@univ-angers.fr)

**Revue scientifique  
à comité de lecture**

■ Abrieux, A., L. Duportets, S. Debernard, C. Gadenne, Anton S. 2014. The GPCR Membrane Receptor, DopEcR, Mediates the Actions of Both Dopamine and Ecdysone to Control Sex Pheromone Perception in an Insect. *Front Behav Neurosci* 8: 312.

■ Anderson, P., Anton S. 2014. Experience-Based Modulation of Behavioural Responses to Plant Volatiles and Other Sensory Cues in Insect Herbivores. *Plant Cell Environ* 37 : 1826-35.

■ Chaffiol, A., F. Dupuy, R. B. Barrozo, J. Kropf, M. Renou, J. P. Rospars, and S. Anton. 2014. Pheromone Modulates Plant Odor Responses in the Antennal Lobe of a Moth. *Chem Senses* 39 : 451-63.

■ Deisig N., Dupuy F., Anton S., Renou M. 2014. Responses to Pheromones in a Complex Odor World: Sensory Processing and Behavior. *Insects* 5:399-422.

■ Demares, F., F. Drouard, I. Massou, C. Crattelet, A. Loeuillet, C. Bettiol, V. Raymond, and C. Armengaud. 2014. Differential Involvement of Glutamate-Gated Chloride Channel Splice Variants in the Olfactory Memory Processes of the Honeybee *Apis Mellifera*. *Pharmacol Biochem Behav* 124: 137-44.

■ Licznar, P., O. List, D. Goven, R. N. Nna, B. Lapied, A. Paire-Marchais V. 2014. A Novel Method Using Autographa Californica Multiple Nucleopolyhedrovirus for Increasing the Sensitivity of Insecticide through Calcium Influx in Insect Cell Line. *J Virol Methods* 195 : 72-5.

■ List, O., D. Calas-List, E. Taillebois, M. Juchaux, E. Heuland, Thany S.H.. 2014. Inhibition of Pacamkii-E Isoform in the Dorsal Unpaired Median Neurosecretory Cells of Cockroach Reduces Nicotine- and Clothianidin-Induced Currents. *J Neurochem* 130 : 507-13.

■ Pellizzaro, A., T. Clochard, C. Cukier, C. Bourdin, M. Juchaux, F. Montrichard, S. Thany, V. Raymond, E. Planchet, A. M. Limami, Morere-Le Paven M.C. 2014. The Nitrate Transporter Mtnpf6.8 (Mtnrt1.3) Transports Abscisic Acid and Mediates Nitrate Regulation of Primary Root Growth in *Medicago Truncatula*. *Plant Physiol* 166 : 2152-65.

■ Rabhi, K. K., K. Esancy, A. Voisin, L. Crespin, J. Le Corre, H. Tricoire-Leignel, S.

Anton, Gadenne.C. 2014. Unexpected Effects of Low Doses of a Neonicotinoid Insecticide on Behavioral Responses to Sex Pheromone in a Pest Insect. *PLoS One* 9, no. 12 : e114411.

■ Rospars, J. P., A. Gremiaux, D. Jarriault, A. Chaffiol, C. Monsempe, N. Deisig, S. Anton, P. Lucas, Martinez D. (2014). Heterogeneity and Convergence of Olfactory First-Order Neurons Account for the High Speed and Sensitivity of Second-Order Neurons. *PLoS Comput Biol* 10 : e1003975.

■ Taillebois, E., A. Beloula, S. Quinchard, S. Jaubert-Possamai, A. Daguin, D. Servent, D. Tagu, S. H. Thany, Tricoire-Leignel H. 2014. Neonicotinoid Binding, Toxicity and Expression of Nicotinic Acetylcholine Receptor Subunits in the Aphid *Acyrtosiphon Pisum*. *PLoS One* 9, no. 5 : e96669.

■ Taillebois, E., P. Langlois, T. Cunha, D. Serraphin, Thany S.H. 2014. Synthesis and Biological Activity of Fluorescent Neonicotinoid Insecticide Thiamethoxam. *Bioorg Med Chem Lett* 24 : 3552-5.

**Communications  
colloques**

■ Anton S, Dupuy F, Deisig N, Renou M. 2014. Sex pheromones and flower odours: how a male moth detects a female in a noisy environment. *ECRO Dijon* 9-14/09/2014

■ Anton S, Gadenne C. 2014. Modulation of insect olfaction: from neurons to behavior. 30th annual meeting International Society Chemical Ecology, Urbana-Champaign, Illinois, USA, 8-12/7/2014

■ Defaix C, Anton S, Rospars JP, Martinez D, Lucas P. 2014. Firing properties and ion currents of local interneurons in the antennal lobe of a moth. 11th Neural Coding workshop, Versailles 06-10/10/2014

■ Gadenne C, Anton S. 2014. Post-mating olfactory switch-off in a male moth: Smell, Sex, and Stop! XXIVth International Conference of European Chemoreception Research Organization (ECRO), Dijon 10-13/9/2014

■ Goulou Mathilde, A. Paire-Marchais V. List O., Chiron P., Lapied B. 2014. Neurotoxic action of the repellent IR3535 occurs through intracellular calcium variations in insect neurons. *Molecular*

*Insect Science*, Amsterdam, Pays-Bas, 12-16 Juillet 2014

■ Goven D, Licznar P, Froger J., Deshayes C., Chiron P., Raymond V., Lapied B. & A. Paire-Marchais V. 2014. Characterizations of mRNA expression and sensitivity towards insecticides of two acetylcholinesterase isoforms (AChE1 and AChE2) of the sensitive/resistant malaria mosquito *Anopheles gambiae* vector. *Molecular Insect Science*, Amsterdam, Pays-Bas, 12-16 Juillet 2014

■ Renou M, Party V, Rouyar A, Anton S. 2014. Olfactory coding in a noisy environment. 11th Neural Coding workshop, Versailles 06-10/10/2014

■ Rousset M., Cens T., Collet C., Raymond Delpach V. & Charnet P. 2014. Ectopic expression of *Apis mellifera* voltage-gated Ca<sup>2+</sup> channel  $\beta$  subunit reveals an original phospholipid-dependent regulation of Ca<sup>2+</sup> currents. The Impact of Pesticides on bee Health, Londres, Grande-Bretagne, 22-24 janvier 2014.

■ Taillebois E, Tricoire-Leignel H, Thany SH. Neonicotinoids mode of action on the pea aphid nicotinic acetylcholine receptors. *Nicotinic Acetylcholine Receptors Cambridge* 23-36 July 2014.

**Mémoires de thèse  
et HDR**

■ Abrieux A. 2014. Doctorat de l'Université d'Angers. Rôle d'un récepteur à double affinité Ecdysone/Dopamine (DopEcR) et d'un facteur de transcription (Krüppel) dans la plasticité de l'olfaction chez un papillon de nuit.

■ Taillebois E. 2014. Doctorat de l'Université d'Angers. Caractérisation moléculaire et pharmacologique des récepteurs cholinergiques de type nicotinique (nAChRs) chez les insectes.

Les propriétés anti-oxydantes et anti-inflammatoires de la vitamine E suscitent un intérêt croissant, notamment en termes de chimoprévention vis à vis des pathologies vasculaires ou de certains types de cancers. La vitamine E correspond en fait à 8 molécules dérivant du chromanol - les  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  ou  $\delta$ -tocopherols et les  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  ou  $\delta$ -tocotriénols - dont les principales sources alimentaires sont constituées par les huiles végétales. Cependant les rendements extractifs potentiels demeurent faibles, puisque l'une des meilleures sources naturelles, l'huile de palme, ne contient, à titre d'exemple, qu'environ 200  $\mu\text{g/g}$  de  $\delta$ -tocotriénol, soit 200 ppm. Les récents travaux du SONAS ont permis d'identifier de "meilleures sources" de vitamine E, d'une part, et de développer des voies d'hémisynthèses permettant d'accéder à la série complète des 8 molécules d'autre part. Ces travaux ont éveillé l'intérêt de la société Extrasynthese\*, basée en région lyonnaise et spécialisée dans la commercialisation de substances naturelles purifiées, ce qui a récemment permis une contractualisation entre cette dernière et l'Université d'Angers. Aux termes de ce contrat, la production de (dérivés de la) vitamine E par le SONAS, pour le compte de cette société, a été initiée en septembre 2014.

\* <http://www.extrasynthese.com>

## Brevets

■ Guillemette T., Richomme P., Helesbeux J.-J., Simoneau P. : "Potentiating agents for protecting plants from fungal infections", WO/2014/012766 (2014).

■ Derbré S., Morel S., Richomme P., Touré A. K. : "Anti-glycation agent comprising a Garcinia kola extract or fraction", JP2014101365 et US20140142171 (2014).

## PUBLICATIONS SONAS

### Revue scientifique à comité de lecture

■ Boels, D., Landreau, A., Bruneau, C., Garnier, R., Pulce, C., Labadie, M., de Haro, L., Harry, P. 2014, Shiitake dermatitis recorded by French Poison control centers - New case series with clinical observations, Clin. Toxicol. 52 (6), 625-628.

■ Boels, D., Landreau, A., Bruneau, C., Garnier, R., Pulce, C., de Haro, L., Caubet, A., Harry, P. 2014, Flagellate dermatitis due to raw shiitake consumption: A French poison control centre study, Clin. Toxicol. 52 (4), 382-383.

■ Boisard, S., Le Ray, A.-M., Gatto, J., Aumond, M.-C., Blanchard, P., Derbré, S., Flurin, C., Richomme, P. 2014, Chemical composition, antioxidant and anti-AGEs activities of a French poplar type propolis, J. Agric. Food Chem. 62 (6), 1344-1351

■ Budan, A., Bellenot, D., Freuze, I., Gillmann, L., Chicoteau, P., Richomme, P., Guilet, D. 2014, Potential of extracts from Saponaria officinalis and Calendula officinalis to modulate in vitro rumen fermentation with respect to their content in saponins, Biosci. Biotechnol. Biochem. 78 (2), 288-295.

■ Dang, B. T., Gény, C., Blanchard, P., Rouger, C., Tonnerre, P., Charreau, B., Rakolomalala, G., Randriamboavonjy, J.

I., Loirand, G., Pacaud, P., Litaudon, M., Richomme, P., Séraphin, D., Derbré, S. 2014, Advanced glycation inhibition and protection against endothelial dysfunction induced by coumarins and procyanidins from Mamea neurophyll, Fitoterapia 96 (0), 65-75.

■ Houada, M., Derbre, S., Jedy, A., Tlili, N., Legault, J., Richomme, P., Limam, F., Saidani-Tounsi, M. 2014, Combined anti-AGEs and antioxidant activities of different solvent extracts of Solanum elaeagnifolium Cav (Solanaceae) fruits during ripening and related to their phytochemical compositions, Excli J. 13, 1029-1042.

■ Louaar, S., Zellagui, A., Gherraf, N., Medjroubi, K., Derbré, S., Seguin, E., Laouer, H., Akkal, S. 2014, Antiradical activity of flavonoids from the Algerian native plant: Centaurea microcarpa Coss. et Dur., Journal of Biologically Active Products from Nature 4, 249-253.

■ Magadula, J. J., Masimba, P. J., Tarimo, R. B., Msengwa, Z., Mbwambo, Z. H., Heydenreich, M., Breard, D., Richomme, P. 2014, Mamea-type coumarins from Mamea usambarensis Verdc., Biochem. Syst. Ecol. 56, 65-67.

■ Mejri, H., Derbre, S., Richomme, P., Mahjoub, F. H., Jedy, A., Limama, F., Saidani-Tounsi, M., Jean, L. 2014, Combined anti-glycation and antioxidant activities of different solvent extracts

of Solanum elaeagnifolium Cav (solanaceae) fruits at ripening stages, related their phytochemical compositions, Fundam. Clin. Pharmacol. 28, 109-109.

■ Rouger, C., Derbre, S., Litaudon, M., Awang, K., Charreau, B., Richomme, P. 2014, Anti-inflammatory and immunomodulatory properties of polyphenolic compounds from Clusiaceae/Calophyllaceae: A focus on coumarins, Planta Med. 80 (16), 1411-1412.

■ Schinkovitz, A., Kaur, A., Urban, E., Zehl, M., Pachnikova, G., Wang, Y. H., Kretschmer, N., Slaninova, I., Pauli, G. F., Franzblau, S. G., Krupitza, G., Bauer, R., Kopp, B. 2014, Cytotoxic constituents from Lobaria scrobiculata and a comparison of two bioassays for their evaluation, J. Nat. Prod. 77 (4), 1069-1073.

■ Taillebois, E., Langlois, P., Cunha, T., Seraphin, D., Thany, S. H. 2014, Synthesis and biological activity of fluorescent neonicotinoid insecticide thiamethoxam, Bioorg. Med. Chem. Lett. 24 (15), 3552-3555.

### Revue techniques

■ Derbré S., Launay F., 2014, Place des thérapeutiques complémentaires et alternatives dans les dermatites atopiques. Actual. Pharm. 534 (Suppl.), 12-15.

■ Derbré S., Leclerc M.-V., 2014, Prise en charge des vomissements, diarrhées

et constipation par les thérapeutiques complémentaires et alternatives. Actual. Pharm. 534, 47-52.

■ Geneslay A., S. Derbré S., 2014, Place des compléments alimentaires à base de plantes dans le régime amaigrissant. Actual. Pharm. 536, 49-53.

■ Launay F., Stalder J.-F., Derbré S., 2014, Dermatite atopique et éducation thérapeutique. Actual. Pharm. 534 (Suppl.), 16-20.

■ Launay F., Stalder J.-F., Derbré S., 2014, Prise en charge officinale de la dermatite atopique. Actual. Pharm. 534 (Suppl.), 4-11.

■ Launay F., Stalder J.-F., Derbré S., 2014, La dermatite atopique : quelques généralités. Actual. Pharm. 534 (Suppl.), 1-3.

■ Rouger C., Derbré S., 2014, Proposer les solutions de phytothérapie adaptées pour combattre les troubles du sommeil. Actual. Pharm. 541, 47-52.

## Ouvrages et chapitres d'ouvrages

■ Schinkovitz A., Séraphin D., P. Richomme P. 2014, New Developments of Laser Desorption Ionization Mass Spectrometry in Plant Analysis, in 'Handbook of Chemical and Biological Plant Analytical Methods', John Wiley & Sons, Chichester, UK, 411-424

## Communications colloques

■ Boisard, S. et al., 2014, Chemical Composition Antioxydant and Anti-AGEs Activities of a French BFA Propolis. Reunión Internacional de Investigación en Productos Naturales, Merida, Mexique. (Prix de la SFR Quasav)

■ Derbré, S. et al., 2014, Anti-AGE natural products : screening and valorization . 22e GP2A meeting of the "Groupement des Pharmacochimistes de l'Arc Atlantique, IICiMed, Laboratoire de Chimie Thérapeutique, Faculté de pharmacie, Nantes.

■ Derbré, S. et al., 2014, Valorisation des produits d'origine végétale anti-AGEs. Université Mentouri, Constantine, Algérie.

■ Richomme, P. et al., 2014, Alkaloids: from New Analysis to Potential Ap-

plications. Reunión Internacional de Investigación en Productos Naturales, Merida, Mexique.

■ Richomme, P. et al., 2014, MALDI-TOF Mass Spectrometry and Natural Products Analysis. Natural Products and Drug Discover-Future Perspectives, Vienne, Autriche.

■ Rouger C. et al., 2014, From dereplication and anti-inflammatory screening of Clusiaceae and Calophyllaceae species to novel immunomodulatory coumarins from *Mesua lepidota*. 22e GP2A meeting of the "Groupement des Pharmacochimistes de l'Arc Atlantique, IICiMed, Laboratoire de Chimie Thérapeutique, Faculté de pharmacie, Nantes.

## Mémoires de thèse et HDR

■ Bach Tai D. 2014, Doctorat de l'Université d'Angers, Contribution à l'étude phytochimique et biologique de *Mammea neurophylla* (Schltr.) Kosterm

■ Boisard S. 2014, Doctorat de l'Université d'Angers, Caractérisation chimique et valorisation biologique d'extraits de propolis

## Mémoires de stages

■ Balde Mamadou A. 2014. M P2AON (co-habilité Angers-Nantes-Rennes I). Etude phytochimique et biologique des feuilles de *Calophyllum tetrapterum*. Miq (Calophyllaceae)"

■ Bennouna D. 2014. M P2AON (co-habilité Angers-Nantes-Rennes I). Etude métabolomique de *Scedosporium apiospermum*, champignon pathogène de l'homme, dans le contexte de la mucoviscidose.

■ Boderio L. 2014. M P2AON (co-habilité Angers-Nantes-Rennes I). Analysis of Advanced Glycation End-Products (AGEs) through HPLC coupled with fluorometric Detection.

■ Camara A. 2014. M P2AON (co-habilité Angers-Nantes-Rennes I). Chimie sur extraits de millepertuis: Intérêt pour la découverte de nouvelles molécules anti-rejet de greffes et anti-AGEs.

■ Said Hassane C. 2014. M P2AON (co-habilité Angers-Nantes-Rennes

I). Criblage d'une chimiothèque d'alkaloïdes isoquinoléiques ciblant les canaux sodium sensibles au potentiel de membrane avec une méthode utilisant la technologie de fluorescence Voltage Sensor Probes.

■ Suor Cherer S. 2014. M P2AON (co-habilité Angers-Nantes-Rennes I). Développement d'une voie d'accès aux analogues du d-amplexichromanol par hémisynthèse.

■ Tran K. 2014. M P2AON (co-habilité Angers-Nantes-Rennes I). Synthèse de chalcones et étude de leur affinité vis à vis d'ERalpha.

## L'Unité Expérimentale Horticole

L'Unité Expérimentale Horticole (UEH) est un domaine multisites de 108 ha (85 ha de SAU) s'étendant sur 4 communes du Maine-et-Loire, dans un rayon de 25 kilomètres.

- 46 ha sont consacrés aux recherches et expérimentations menées par l'UMR IRHS (39 ha en arboriculture fruitière et 7 ha en espèces ligneuses d'ornement).
- 7 ha sont consacrés aux expérimentations menées par l'UE Horticole sur espèces fruitières.
- 3 ha sont consacrés à la pépinière de multiplication et de grossissement.
- 29 ha portent des cultures d'homogénéisation.

Coté vie collective de l'unité, en 2014, Jean-Pierre Boivin est parti à la retraite, et nous avons recruté Thierry Patry-Mahier qui sera basé sur le site de la Rétuzière.

Pour la treizième année, l'UEH a vu son agrément « charte qualité des pomiculteurs de France » (ex charte Production Fruitière Intégrée) reconduit. L'audit, réalisé par la société AQS France, a démontré un taux de conformité de 100 % pour les points majeurs et 100 % pour les points mineurs.

L'UEH continue la mise en œuvre de mesures visant à améliorer sa démarche vergers durables et écoresponsables : mise en place et développement de solutions de lutte biologique, biotechnique, physique et de méthodes culturales alternatives aux traitements chimiques.

Cet agrément permet une reconnaissance de niveau 2 (reconnaissance de la mise en œuvre sur l'exploitation, des axes de progression environnementale et notamment les moyens de raisonner les intrants) de la certification environnementale pilotée par le Ministère de l'Agriculture

Dans le prolongement des résultats ainsi obtenus, l'UEH s'est engagée avec 9 autres Unités Expérimentales de l'Inra dans une démarche "Système de Management Environnemental" avec pour double objectifs d'évaluer le niveau de performance de l'unité par rapport à l'environnement et d'évaluer sa conformité aux exigences réglementaires environnementales. Un audit interne de l'unité s'est déroulé les 30 et 31 octobre 2014. Un premier audit externe de certification ISO 14 001 collectif aux 10 unités doit être réalisé en mars 2015.

## Essais engagés et perspectives

Depuis 2012, l'unité est intégrée dans le programme PERPHECLIM (Perennial fruit crops and forest phenology responses facing to climatic change - Risk assessment and identification of adaptive strategies) du meta-programme AC-CAF (Adaptation au Changement Climatique de l'Agriculture et de la Forêt).

A ce titre l'unité porte un des 6 vergers ou observatoire des espèces fruitières (avec les centres Inra d'Avignon, Bordeaux, Clermont-Ferrand, Gotheron et Montpellier) mis en réseau et destinés à recueillir les données phénologiques de variétés des espèces fruitières de pommier, cerisier, pêcher et abricotier. Le dispositif comprend donc 4 espèces x 5 variétés x 15 arbres (répartis en 3 blocs) sur 5 sites et 1 espèce x 5 variétés x 15 arbres (3 blocs) sur le site Montpelliérain.

Le choix de ces espèces est justifié par leur importance économique, leur sensibilité aux impacts du changement climatique, leur large répartition géographique en France et dans le monde (possibilités d'échanges internationaux) et la collaboration avec la profession pour leur amélioration.



Mise en place du verger Perpheclim : arbres à noyaux en conduite libre au premier plan et pommiers palissés en arrière-plan

Le verger a donc été mis en place durant l'hiver 2014/2015 avec comme objectif dans les décennies à venir de :

1. fournir des outils génériques et des méthodes (bases de données sur les observations phénologiques et plate-forme de modélisation) pour analyser la situation actuelle et son évolution probable;
2. améliorer notre connaissance de la phénologie par une approche couplée entre la modélisation et la génétique;
3. évaluer les conséquences (en terme de risques ou d'avantages) de l'évolution de la phénologie sur la production et la qualité des fruits pour des génotypes actuels,
4. concevoir les stratégies adaptées pour les futurs programmes de créations variétales.

En termes d'essais l'UEH a mis en place durant l'hiver 2006 un verger expérimental dédié à l'étude des stimulateurs de défenses des plantes (SDP) avec pour objectif d'étudier les possibilités d'intégration de SDP dans un programme de protection contre les bioagresseurs. Le dispositif mis en place, 3 blocs de 4 modalités, constitués de mini-vergers de 65 arbres a reçu ses premiers essais en 2009. Après avoir mis ce verger au service du projet FUI Defistim en 2012 et 2013, l'UEH, en collaboration avec l'IRHS, a mené des expérimentations sur les SDP pour le compte de la société Syngenta en 2014.

Pour les 3 années à venir, dans le cadre d'un projet CASDAR (porté par l'équipe ResPom de l'UMR IRHS) intitulé « Evaluation et optimisation de l'utilisation de stimulateurs de défense des plantes (SDP) dans les stratégies de protection phytosanitaire en verger de pommier » des essais vont être menés en réseau avec 10 partenaires (UMR IRHS, Ctifl Centre de Lanxade (24), Ifpc site de Sées (61), Grab site d'Avignon (84), Cefel site de Montauban (82), Cehm site de Marsillargues (34), Invenio sites de St Yrieix (87) et de Prayssas (47), La Morinière site de St Epain (37), La Pugère site de Malemort (13), Exploitation du Lycée Horticole de Niort 'Gaston Chaissac' site de Niort (79).

L'objectif de ce projet est de définir les conditions d'utilisation des SDP au verger en fédérant les acteurs de la filière. Après classement amont en laboratoire (UMR IRHS), le travail se focalisera sur quelques SDP. Ils seront expérimentés en verger vis-à-vis de la tavelure et des maladies de conservation, dans un dispositif multilocal et évolutif, grâce à l'étude en parallèle et en conditions (semi)-contrôlées, de paramètres susceptibles d'interférer sur leur efficacité tels que variétés, environnement, autres intrants, persistance d'action. Le travail sera complété par l'étude en conditions contrôlées de deux effets additionnels possibles de ces SDP : leur influence sur l'allergénicité des fruits et leur action de protection vis-à-vis de trois autres problèmes phytosanitaires majeurs du pommier, le feu bactérien, l'oïdium et le puceron cendré. L'objectif finalisé est d'aboutir à un guide d'utilisation des SDP à l'usage



© Inra



Essai de conduite en Drilling

des arboriculteurs.

L'année 2014 a marqué aussi pour l'UEH le démarrage de la première parcelle conduite selon les exigences de l'Agriculture Biologique. Ce démarrage s'accompagne d'un suivi de cette parcelle par un technicien indépendant, de l'insertion dans un collectif de producteurs bio, de la visite de vergers bio et de la mise en place d'une formation spécifique pour les agents de l'unité expérimentale.

En 2014, quatre équipes de l'UMR IRHS travaillant sur arbres fruitiers ont publié des articles dans des revues à comité de lecture basés sur des travaux réalisés sur l'UEH, et ont donc remercié l'Unité pour sa contribution au travail effectué. Ces 6 publications concernaient la résistance aux maladies, la qualité des fruits et le nombre de fruits par corymbe. L'UEH est par ailleurs co-auteur avec les équipes ResPom et EcoFun de l'UMR IRHS d'une publication : Caffier V., Lasserre-Zuber P., Giraud M., Lascostes M., Stievenard R., Lemarquand A., van de Weg W.E., Expert P., Denancé C., Didelot F., Le Cam B., Durel C.E., 2014. Erosion of quantitative host resistance in the apple xVenturia inaequalis pathosystem. *Infection, Genetics and Evolution*, 27: 481-489

Plantation des rosiers

## Ouverture aux professionnels et à l'enseignement

L'année 2014 a été aussi pour l'UEH une année de consolidation de son implication vers l'enseignement puisque l'UEH est amenée à participer de façon récurrente à des enseignements dans le cadre de 2 formations angevines :

- la licence professionnelle « Gestion de la santé des plantes » de l'Université,
- le DUT Génie Biologique, option agronomie de l'IUT,

Et en intervenant auprès des élèves en 5ème année de l'ESITPA (Ecole d'ingénieur en Agriculture de Rouen). Ces enseignements ont été accompagnés de visites et de travaux pratiques réalisés sur les parcelles de l'UE.

En termes d'ouverture de l'UEH, ce sont plus de 130 personnes, étudiants, mais aussi lycéens, arboriculteurs, techniciens arboricoles qui ont été accueillis, guidés et ont échangé avec le personnel de l'UEH.

## Changement climatique et terroirs viticoles

### Objectif

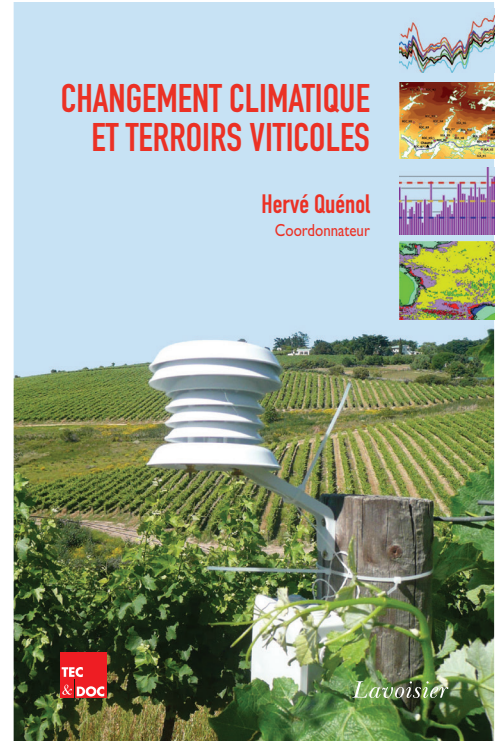
Mise en place d'une méthodologie de mesures météorologiques et agronomiques et de modélisation spatiale du climat adaptée à l'échelle des terroirs viticoles afin d'en définir le climat actuel et d'apporter des réponses aux conséquences futures du changement climatique en procédant à une simulation adaptée.

### Contexte

La vigne est une espèce cultivée depuis plus de 8 millénaires. Elle a su s'adapter à de nombreuses conditions climatiques en bénéficiant de pratiques culturales sans cesse adaptées, d'où la notion de terroir associée à des vins typiques. Les dates des stades phénologiques et de vendange constituent d'excellents marqueurs du climat de l'année et permettent également de retracer l'évolution du climat. Dans un contexte de changement climatique rapide, l'existence même des notions de terroir et de typicité des vins qui en sont issus est remise en question, ce qui peut avoir des conséquences économiques considérables. C'est dans cet esprit qu'ont été mis en place les projets de recherche ANR Terviclim (2008 – 2012) et GICC Teradclim (2009 – 2013).

### Résultats

Des équipements météorologiques et des parcelles d'étude du fonctionnement de la vigne ont été mis en place sur plusieurs sites en France et à l'étranger. Les méthodes de mesure des variables climatiques et viticoles y sont standardisées. Elles permettent de connaître la variabilité actuelle du climat qui existe au sein d'un petit territoire ainsi que la diversité de la réponse de la vigne en termes de précocité, de régime hydrique et de composition du raisin. Les amplitudes mesurées au sein d'un petit territoire sur une année sont du même ordre de grandeur que celles relevées en un même point de ce territoire sur 30 ans ou que celles observées à l'échelle d'une grande région viticole. Cette variabilité suggère qu'il existe des leviers



L'UEVV a participé à la rédaction de 5 des 15 chapitres de l'ouvrage

d'adaptation au changement climatique à différentes échelles spatiales et temporelles. Elle est mise à profit dans le cadre de modèles dynamiques qui simulent l'évolution du fonctionnement de la vigne en relation avec l'évolution future du climat et les pratiques des viticulteurs. Ces recherches originales et novatrices démontrent qu'il existe des marges de manœuvre importantes pour réussir l'adaptation de la viticulture au changement climatique, et que cette adaptation se joue d'abord aux échelles locales.

### Perspectives

Les dispositifs mis en place et les résultats obtenus ont permis d'intégrer le projet LACCAGE du MP ACCAF en 2012 et de monter le projet européen Life-ADVCLIM (2014-2019). La France est présente grâce à son équipe de coordination (Laboratoire Costel, CNRS Rennes) ses sites pilotes en Val de Loire (Inra) et Bordelais (Inra/ENITA) et l'Institut français de la vigne et du vin. Ce projet européen aborde plus spécifiquement la question des adaptations.

### Partenaires

UMR6554 LETG, Laboratoires COSTEL CNRS Rennes  
GEOMER CNRS Brest  
Institut français de la Vigne et du Vin (IFV)  
Office National Interprofessionnel des Vins (FranceAgriMer)  
Comité Interprofessionnel InterLoire et Syndicats viticoles

### Contact

Yves Cadot, UEVV, Inra, 42 avenue Georges Morel,  
49071 Beaucozédécédex  
Mél : yves.cadot@angers.inra.fr

Spécialisées à l'origine dans l'étude des terroirs viticoles, les recherches de l'unité ont progressivement évolué vers la compréhension des liens fonctionnels entre terroirs et typicité des vins d'appellation, lesquels revendiquent précisément ce lien à l'origine. Le contexte réglementaire, climatique et socio-économique est en rapide changement et l'unité cherche maintenant à analyser quels sont les enjeux pour le devenir des terroirs et la typicité des vins. Deux moteurs du changement - climat et préoccupations environnementales - sont particulièrement pris en compte. Dans un esprit de recherche propre à son département de tutelle, le SAD (Sciences pour l'Action et le Développement), l'objectif de l'unité est d'analyser, concevoir, évaluer des innovations relatives aux systèmes de production et aux produits, lesquelles doivent permettre aux acteurs la résilience de leurs systèmes sociotechniques.

## Avenir de l'unité

En 2014, les recherches de l'unité se sont poursuivies selon les axes de recherches précisés en 2013, suite à la visite du nouveau chef de département, à savoir : l'étude du lien entre terroir et typicité d'une aire de production d'une part et la prise en compte des préoccupations environnementales et du changement climatique dans l'étude du lien entre terroir et typicité d'autre part.

Parallèlement, des discussions sur l'avenir de l'unité ont été conduites avec l'ESA, l'équipe de direction du département SAD et celle du Centre Inra Angers-Nantes. L'état d'avancement actuel prévoit que l'Inra se désengage de Montreuil-

L'unité est composée d'une équipe pluridisciplinaire, comprenant des agronomes, biochimistes et œnologues. En 2014, l'Unité expérimentale Vigne et Vin (UVV) du centre Inra Angers-Nantes comptait 12 agents dont 9 permanents (3 ingénieurs, et 6 techniciens et administratifs), 1 thésard, 1 CDD Ingénieur (10 mois) et 1 MOO (6 mois). Elle a accueilli 6 stagiaires de niveau Licence, Master et Ingénieur. L'unité dispose de bureaux, de laboratoires et d'un atelier pilote d'œnologie situés à Angers. Elle s'appuie sur un dispositif expérimental qui comprend le domaine expérimental Inra de Montreuil-Bellay (49) et des réseaux de parcelles chez des viticulteurs correspondant à des sites pilotes d'étude des interactions entre le sol, le climat local et les pratiques agro-viticoles.

Bellay fin 2015 et que le reste de l'équipe UVV rejoigne une partie du laboratoire Grappe de l'ESA sous forme d'une unité sous contrat au 1<sup>er</sup> janvier 2016.

Il reste à souhaiter que cette USC voie le jour comme prévu et que l'Inra puisse y remettre progressivement des cadres. D'autre part, il est indispensable que le site de Montreuil-Bellay continue d'exister. Il y a là un important pôle de ressources génétiques, dont certaines sont uniques au monde. Des négociations sont en cours pour que l'Institut français de la vigne et du vin (IFV) reprenne rapidement l'activité.

## Partenariats

Partenariat fort avec l'IFV, l'Ecole Supérieure d'Agriculture d'Angers (ESA) et la Cellule de cartographie des terroirs viticoles (CTV) dans le cadre de l'UMT Vinitera.

Partenariat fort avec l'IFV et le lycée Edgar Pisani de Montreuil-Bellay dans le cadre de la plateforme régionale d'innovation « vigne et vin ».

Participation à des réseaux internationaux d'étude du climat aux échelles fines dans le cadre de projets ANR et du Ministère de l'environnement, pilotés par le CNRS de Rennes et l'Inra. Deux de ces projets (Terviclim, Teradclim) se sont terminés fin 2013 et ont donné lieu à la publication d'un ouvrage de synthèse en 2014 (Voir fait marquant). Partenariat fort avec l'Interprofession InterLoire et les syndicats d'appellation.

## Formation / Valorisation

- Les chercheurs de l'unité interviennent dans des formations internationales (Master de l'Organisation Internationale de la vigne et du vin – OIV ; Master Vin-tage de l'ESA), des Ecoles d'ingénieurs, des Universités, et des lycées viticoles.
- L'unité accueille des étudiants en formations d'ingénieurs, de masters, licences professionnelles et brevets de techniciens agricoles.



## Revues scientifiques à comité de lecture

■ Benmeziane, F., Djamaï, R., Cadot, Y. and Seridi, R., 2014. Optimization of extraction parameters of phenolic compounds from Algerian fresh table grapes, (*Vitis Vinifera*) International Food Research Journal 21(3): 1025-1029

■ Benmeziane, F., Djamaï, R. and Cadot, Y., 2014. Antioxidant capacity, total phenolics, carotenoids, and vitamin c contents of five varieties of table grape from Algeria and their correlations. Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin. 48(2), 153-162, Apr-Jun 2014

■ Barbeau C., Barbeau G., Joannon A., 2014. Analyzing the sensitivity of viticultural practices to weather variability in a climate change perspective. An application to workable-days modelling. J. Int. Sci. Vigne Vin, 2014, 48, 141-152

■ Thiollet-Scholtus, M., Caillé, S., Samson, A., Lambert J-J., Morlat R., 2014. Use of Production Practices and Sensory Attributes to Characterize Loire Valley Red Wines. Am. J. Enol. Vitic. 65:1 43-49

## Ouvrages et chapitres d'ouvrages

■ Cadot Y., Samson A., Caille S., Rioux D., Coulon-Leroy C., Barbeau G. et Casabianca F., 2014. Vins et terroirs: du concept à la réalisation, ou la nécessaire appropriation individuelle d'un patrimoine collectif. Chapitre d'ouvrage " Les territoires du vin", partie 3 « Coopération et collectivisme ». Jean Claude Taddei (coord.). L'Harmattan (Ed.), Paris. 424pp, 259-276. Juin 2014.

■ Quénoël H., Bonnefoy C., Bonnardot V., Barbeau G., Neethling E., Julien S., Madelin M., Cautenet S., Leroux R., 2014. Chap. 2. Méthodes d'analyse et de modélisation agroclimatique du changement climatique à l'échelle des terroirs viticoles. Chapitre d'ouvrage de synthèse du projet TERVICLIM « Observation et modélisation du changement climatique à l'échelle des terroirs viticoles ». Hervé Quénoël (coordinateur). Tec & Doc Lavoisier

(Ed.) Paris. 2014. 460 pp.

■ Tissot C., Neethling E., Rouan M., Kerven S., Brosset D., Quénoël H., 2014. Chap. 4. Modélisation des activités viticoles sous contraintes climatiques. Chapitre d'ouvrage de synthèse du projet TERVICLIM « Observation et modélisation du changement climatique à l'échelle des terroirs viticoles ». Hervé Quénoël (coordinateur). Tec & Doc Lavoisier (Ed.) Paris. 2014. 460 PP

■ Bonnefoy C., Neethling E., Sicard S., Barbeau G., Bonnardot V., Planchon O., Madelin M. et Quénoël H., 2014. Chap. 6. Approche régionale des climats des terroirs viticoles du Val de Loire. Chapitre d'ouvrage de synthèse du projet TERVICLIM « Observation et modélisation du changement climatique à l'échelle des terroirs viticoles ». Hervé Quénoël (coordinateur). Tec & Doc Lavoisier (Ed.) Paris. 2014. 460 pp.

■ Quénoël H., Aruani C., Fourment M., Trapateau L., Grassin M., Briche E., Quini C., Ortiz H., Ferrer M., Barbeau G., Neethling E., Pinson L. et Polimeni M., 2014. Chap. 12. Changement climatique dans les vignobles d'Amérique du Sud. Chapitre d'ouvrage de synthèse du projet TERVICLIM « Observation et modélisation du changement climatique à l'échelle des terroirs viticoles ». Hervé Quénoël (coordinateur). Tec & Doc Lavoisier (Ed.) Paris. 2014. 460 pp.

■ Barbeau G., Goulet E., Neethling E., Ollat N. et Touzard J.M., 2014. Chap. 15. Les méthodes d'adaptation au changement climatique. Chapitre d'ouvrage de synthèse du projet TERVICLIM « Observation et modélisation du changement climatique à l'échelle des terroirs viticoles ». Hervé Quénoël (coordinateur). Tec & Doc Lavoisier (Ed.) Paris. 2014. 460 pp.

## Communications colloques

■ Cadot Y., Tcaciuc E., Caillé S., Samson, and Cheynier V. 2014. How Can Complexity of Phenolic Matrix Explain Food Quality? Application to Red Wine Style Prediction. IPC, Nagoya, Japon. Septembre 2014.

■ Coulon-Leroy C., Charnomodic B., Thiollet-Scholtus M., Guillaume S. 2014. Fuzzy modeling of a composite

agronomical feature using FisPro: the case of vine vigor. 15th International Conference on Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge-Based Systems, Montpellier.

■ Coulon-Leroy C., Neethling E., Cadot Y., Barbeau G., 2014. L'eau : déterminant du terroir et de la typicité des produits. Innovations agronomiques. Montpellier, Juin 2014.

■ Garcia de Cortazar-Atauri I., Neethling E., De Rességuier L., Parker A.K., Barbeau G., Quenol H., Sturman A., Trought M., Van Leeuwen C., 2014. Assessing prediction quality of several phenological process based models using various types of databases. A case study using *Vitis vinifera* data. EGU. CL3.11/AS4.24/BG5.6 (poster)

■ Grassin M., Quénoël H., Trapateau L., Pinson L., Barbeau G., Lousert P. et Corgne S., 2014. Spatial variability of the climate at fine scales and wine characteristics: example of the Alta Vista vineyard (Argentina). Xth International Terroir Congress, 7-10 July, Tokaj and Eger, Hungary.

■ Neethling E., Petitjean T., Barbeau G., Foissard X., Quenol H., 2014. Analyse spatio-temporelle de la tendance future du climat en Val de Loire, France. Actes de l'Association Internationale de Climatologie, 2-5 juillet, Dijon, France.

■ Neethling E., Petitjean T., Barbeau G., Quenol H., 2014. Impacts of environmental variability and viticultural practices on grapevine behaviour at terroir scales. Xth International Terroir Congress, 7-10 July, Tokaj and Eger, Hungary.

■ Neethling E., Barbeau G., Quénoël H., 2014. Spatial and Temporal Analysis of Future Climate Trends in the Loire Valley, France. Circle 2 Adaptation Frontiers: Conference on European Climate Change Adaptation "Research and Practice". 10-12 March 2014, Lisbon, Portugal

■ Ollat N., Quénoël H., Barbeau G., Van Leeuwen C., Darriet P., Garcia de Cortazar Atauri I., Ojeda H., Duchêne E., Lebon E., Vivin P., This P., Sablayrolles J.M., Teil G., Lagacherie P., Giraud-Hérault E., Neveu P., Touzard J.M. Adaptation to climate change : which are the main challenges for the French wine industry ? South African Society for Enology and Viticulture. South Africa,

2014.

■ Quenol H., Neethling E., Le Roux R., Bonnefoy C., Petitjean T., Barbeau G., 2014. Observation et modélisation spatiale des températures minimales dans les vignobles du Val de Loire, France. Actes de l'Association Internationale de Climatologie, 2-5 juillet, Dijon, France.

■ Quéno H., Neethling E., Barbeau G., 2014. A multi-scale climatic analysis of viticultural terroirs in the context of climate change. Circle 2 Adaptation Frontiers: Conference on European Climate Change Adaptation "Research and Practice". 10-12 March 2014, Lisbon, Portugal

■ Tissot C., Rouan M., Neethling E., Quenol H., Brosset D., 2014. Modeling of vine agronomic practices in the context of climate change. 37th World Congress of Vine and Wine, 12th General assembly of the OIV. 9-14 november 2014, Mendoza, Argentina.

## **Mémoires de stages**

■ Bellanger R. 2014. Mise en relation du lien entre analyse sensorielle et analyse biochimique du vin. Licence 3 - Ingénierie Statistique et Actuariat. Stage réalisé dans le cadre du projet européen LIFE-ADVICLIM. 15 septembre – 15 décembre 2014. Maître de stage : Y. Cadot.

■ Boulestreau L. 2014. Variabilité spatiale du climat et du fonctionnement de la vigne sur le site pilote de Saumur Champigny. Stage réalisé dans le cadre du projet Laccave du MP ACCAF. Mémoire ingénieur ESA, 5ème année. 14 avril – 10 octobre 2014. Maître de stage : E. Neethling.

■ Fines J.P. 2014. Mise en relation de la phénologie de la vigne avec les variables climatiques. Stage de fin d'études Licence professionnelle « Agriculture Biologique » IUT d'Angers. 1er avril – 30 juin et 1er juillet – 30 septembre 2014. Maître de stage : G. Barbeau

■ Hytier M. 2014. Impact sensoriel et biochimique de nouveaux cépages sur la typicité sensorielle du cabernet franc. Stage de Licence 3, Université d'Angers. Juin – juillet 2014. Maître de stage : Y. Cadot.

■ Mbakok L. 2014. Etude du lien entre actes techniques et styles de vins : vers une approche bayésienne. Stage IMA, Angers. 19 mai – 5 septembre 2014. Maître de stage : Y. Cadot.

■ Rapeau P. 2014. Etude de nouveaux systèmes de culture viticoles à faibles intrants, dans le cadre du projet Eco-Viti. Le cas du Val de Loire, avec la Plateforme Régionale d'Innovation de Montreuil-Bellay (49). Mémoire de Master 2, Sciences Technologie Santé - Mention Biologie et Technologie du Végétal. Maîtres de stage : D. Lafond (IFV), G. Barbeau (Inra),

## **Actions de culture scientifique et technique**

■ ADVICLIM : adaptation de la viticulture au changement climatique. Inra en Pays de la Loire n°5. 10 octobre 2014. <http://www.angers-nantes.inra.fr/Toutes-les-actualites/newsletter>

■ Coulon-Leroy C., Neethling E., Cadot Y., Barbeau G. 2014. L'eau : déterminant du terroir et de la typicité des produits. Innovations agronomiques. Montpellier, Juin 2014.

■ Inra: Vins de terroirs : quels changements? SIVAL, Angers. Janvier 2014. Exposition.

■ Inra: Vins de terroirs : quels changements? Journées Viniflore, Montreuil-Bellay. Novembre 2014. Exposition

# Système d'information spécialisé des sols en Pays de la Loire

## Objectif

Elaborer des systèmes d'informations spatialisés sur les sols pour contribuer au développement durable des territoires : programme multi-échelles Inventaire, Gestion et Conservation des Sols "Pays de Loire".

## Contexte

Les sols constituent une ressource naturelle menacée, non renouvelable à l'échelle humaine. L'intensification des pratiques agricoles, l'étalement urbain et l'érosion, figurent parmi les menaces qui pèsent sur leurs fonctions (épuration, recyclage, production, régulation, biodiversité, etc.). La gestion durable des sols repose donc sur la connaissance de leur organisation spatiale et de leurs propriétés. Les systèmes d'informations spatialisés multi-échelles, sont des outils performants de consigne et de mise à jour des données. Ils sont également pertinents en termes de mobilisation des informations, pour résoudre diverses problématiques agro-environnementales ou territoriales.

## Résultats

Deux inventaires cartographiques ont été menés de front à partir de 2001 : la finalisation de la coupure d'Angers au 1/100 000<sup>ème</sup> débutée en 1971, et le lancement du Référentiel Régional Pédologique au 1/250 000<sup>ème</sup> des Pays de la Loire. Tous deux sont issus d'une analyse spatiale préalable des données environnementales (morphologie, lithologie, climat, etc.) régissant la pédogénèse locale. Le résultat de cette analyse a généré le déploiement d'un plan d'échantillonnage des sols sur le territoire (25 000 sondages à la tarière, 5 000 fosses, et plus de 300 000 analyses), et conduit à la production d'informations spatialisées et de données analytiques ponctuelles associées. Les cartes pédologiques géo-référencées produites sont dotées de notices explicatives et associées à une base structurée de données qualitatives et quantitatives (Donesol) : la carte pédologique d'Angers au 1/100 000<sup>ème</sup> est parue en février 2014, et en août les cartes départementales au 1/250 000<sup>ème</sup> de Maine et Loire et de Vendée ont été expertisées par le GIS "sol" qui leur a attribué le label "optimum".



Cartes de Maine et Loire et de Vendée 1/250 000

## Perspectives

Ces travaux cartographiques, par leur échelle départementale, constituent d'ores et déjà un appui aux politiques publiques (pré-localisation des zones humides et des zones défavorisées simples). Ils sont également valorisés dans le cadre de travaux de recherche et développement (irrigation des cultures, aléas érosion, préservation des ressources en eau, etc.). D'ici fin 2015, les cartes de Loire Atlantique, Mayenne et Sarthe viendront compléter les informations au 1/250 000<sup>ème</sup>, et seront enrichies par des travaux à échelles plus fines, sur des portions du territoire à forts enjeux économiques et environnementaux, comme les zones urbaines et péri-urbaines.

## Partenaires

Co-financements : GIS sol, Région des Pays de la Loire, Conseil général 85, Chambre départementale d'agriculture 85. Partenaire technique : chambre départementale d'agriculture 49.

## Bibliographie

- Rossignol J.P. 2014. Carte pédologique de France. Feuille d'Angers. Notice et carte à 1/100 000. Inra Infosol, 346 p.
- Ducommun C. 2014. Référentiel Régional Pédologique. Maine et Loire. Notice et carte à 1/250 000. [www.geopal.org/accueil/acces\\_aux\\_donnees/cartotheque](http://www.geopal.org/accueil/acces_aux_donnees/cartotheque).
- Ducommun C. 2014. Référentiel Régional Pédologique. Vendée. Notice et carte à 1/250 000. [www.geopal.org/accueil/acces\\_aux\\_donnees/cartotheque](http://www.geopal.org/accueil/acces_aux_donnees/cartotheque).

## Contact

Christophe Ducommun, EPHor, Agrocampus Ouest,  
2 rue André Le Nôtre, 49045 Angers.  
Mél : [christophe.ducommun@agrocampus-ouest.fr](mailto:christophe.ducommun@agrocampus-ouest.fr)

## Structuration des sols urbains par les matières organiques

### Objectif

Estimer sur une période de 10 ans les effets des apports de grandes quantités de matière organique (40% en volume) sur les propriétés hydrodynamiques des sols urbains construits.

### Contexte

En milieu urbain, les sols sur lesquels se développe la végétation sont sensiblement différents des sols naturels avec une compaction forte due à l'activité humaine qui réduit la circulation de l'eau et de l'air. De plus, les arbres sont installés dans des fosses de plantation limitées en volume qui contraignent fortement leur développement racinaire. Pour compenser ces conditions défavorables à la croissance du végétal, des ajouts de grande quantité de matière organique sont introduites dans ces sols urbains. Si les effets positifs de la matière organique sur les propriétés hydrodynamiques des sols sont connus (structuration, rétention en eau...), la durabilité de ces effets, consécutifs à des apports uniques et en grandes quantités lors de l'installation des arbres l'est moins.

### Résultats

Les recherches entreprises ont montré que les 3 produits organiques testés (compost de déchets verts, co-compost de boue de station d'épuration et de bois de palette, et tourbe) ont amélioré les propriétés hydrodynamiques du sol durant les 5 années d'expérimentation. La prédiction des propriétés hydrodynamiques à l'horizon de 10 ans (durée de vie moyenne des arbres en ville) avec le logiciel HYDRUS a permis d'identifier des problèmes majeurs de circulation de l'eau dans le sol s'il n'est pas amendé en produits organiques. Au bout de 10 ans de simulation, le sol ayant reçu du co-compost de boue de station d'épuration et de bois de palette a montré la meilleure aptitude à conserver des propriétés hydrodynamiques satisfaisantes. Ainsi, l'apport de quantités importantes de produits organiques garantit une durabilité physique des sols construits au bout de 10 ans.



© L. Beaudet, Agrocampus Ouest

Dispositif expérimental

### Perspectives

Cette simulation a été réalisée en l'absence d'arbres. Il convient désormais d'évaluer cette durabilité en leur présence puisque le site expérimental comportait une partie plantée, et en s'appuyant sur la méthodologie originale développée dans ce travail. Les prochains résultats pourront aider les gestionnaires des espaces verts à disposer des connaissances scientifiques et techniques nécessaires pour construire des sols durables pour la plantation. La poursuite de ce programme a permis la publication d'un article dans *Soil Use and Management* qui a été sélectionné par la Direction Générale de la commission Européenne pour l'Environnement.

### Bibliographie

- Cannavo, P., Vidal-Beaudet, L., Grosbellet, C. 2014. Compacted urban soils improved with composts have long-term benefits for tree growth. *Science for Environment Policy*, European Commission's Environment Directorate-General, Environment News Alert Service, edited by SCU, the University of the West, England Bristol, 4 September 2014, Issue 384
- Cannavo, P., Vidal-Beaudet, L., Grosbellet, C. 2014. Prediction of long-term sustainability of constructed urban soil: impact of high amounts of organic matter on soil physical properties and water transfer. *Soil Use & Management*, 30: 272-284

### Contact

Laure Beaudet, EPHor, Agrocampus Ouest, 2 rue André Le Nôtre, 49045 Angers.  
Mél : [Laure.Beaudet@agrocampus-ouest.fr](mailto:Laure.Beaudet@agrocampus-ouest.fr)

## Condensation dans un modèle de climat distribué sous serre

### Objectif

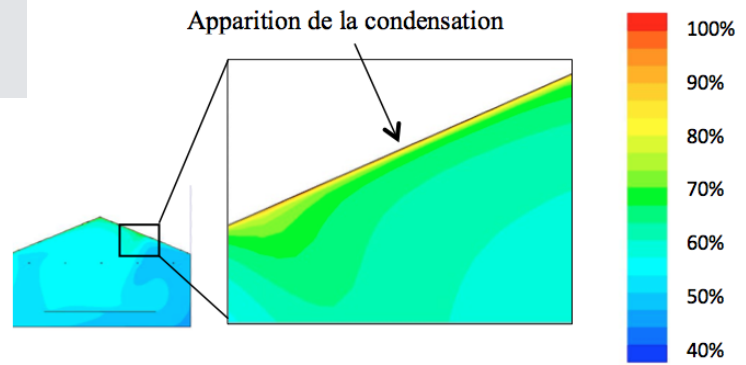
Développer un module spécifique intégrant les mécanismes de condensation dans un modèle de climat distribué sous serre.

### Contexte

Le contrôle de l'humidité est un facteur clé de la gestion climatique des serres, du fait qu'il affecte la croissance et la qualité de la plupart des cultures sous serre. De faibles températures associées à un niveau élevé d'humidité peuvent en particulier favoriser la condensation, créant ainsi un terrain favorable au développement de maladies fongiques tel le Botrytis. Hormis dans les travaux d'une équipe espagnole (Piscia, 2012), ce mécanisme a jusqu'à présent été très peu étudié selon des approches de modélisation CFD (Computational Fluid Dynamics).

### Résultats

Le modèle mis en œuvre s'appuie sur la résolution des équations de la mécanique des fluides en régime instationnaire pour une section droite de serre. L'approche intègre les transferts radiatifs, le chauffage provenant du sol et des tubes aériens, ainsi que les contributions de la culture (chaleur sensible et latente). La publication de 2014, faisant suite à la thèse de B. Morille (2012), met l'accent sur la prise en compte de la condensation, qui permet d'accroître sensiblement le réalisme des résultats. La validation du modèle a été entreprise sur la base d'expérimentations conduites dans un compartiment de serre Venlo de 100m<sup>2</sup> avec une culture d'Impatiens de Nouvelle Guinée. D'excellentes performances ont été obtenues avec des RMS (Root Mean Square) sur les températures inférieures à 0.8°C aussi bien pour le toit que pour l'air ou les feuilles, et sur les humidités relatives inférieures à 2% dans le couvert végétal. L'influence des conditions externes, du chauffage et des propriétés optiques du verre sur le climat dans la serre, et plus spécifiquement sur la condensation a ensuite été analysée. L'impact prépondérant sur la



Champ d'humidité relative (%) dans la serre à 5h du matin et zoom sur la toiture

condensation de faibles températures de l'air extérieur ou de faibles températures de ciel a ainsi été mis en exergue.

### Perspectives

Ce travail a été mené initialement avec un financement ADEME (axe "Bâtiments économes"). Il apporte des éléments de compréhension du fonctionnement des serres qui pourront à terme être intégrés dans des algorithmes de pilotage climatique dans l'optique de mieux maîtriser l'humidité (et la condensation) ainsi que les consommations énergétiques

### Partenaires

Travaux co-financés par l'ADEME et la Région des Pays de la Loire.

### Bibliographie

- Bouhoun Ali H., Bournet P.E., Danjou V., Morille B., Migeon C. 2014. CFD simulations of the night-time condensation inside a closed glasshouse: Sensitivity analysis to outside external conditions, heating and glass properties Biosystems Engineering, 127, 159–175.
- Morille, B., 2012. Elaboration d'un modèle de climat distribué à l'échelle de l'abri et de la plante en cultures ornementales sous serre. Analyse des transferts de masse et de chaleur; bilans énergétiques. Thèse de doctorat d'Agrocampus Ouest, 268 p.

### Contact

**Pierre-Emmanuel Bournet**, EPHor, Agrocampus-Ouest, INHP, 2, rue Le Nôtre 49045 Angers.  
Mél : Pierre-Emmanuel.Bournet@agrocampus-ouest.fr

## Organisation du congrès du GFHN à Angers

Les 25 et 26 novembre 2014, l'unité EPHor a co-organisé avec le Laboratoire Eau et Environnement de l'IFSTTAR les 39<sup>e</sup> Journées Scientifiques du Groupe Francophone Humidité et transferts en milieux poreux (GFHN), à Angers. Le thème de ces journées était : « Milieux poreux dans les contextes urbain et péri-urbain ». Pendant 2 jours, ces Journées Scientifiques ont été rythmées par des conférences plénières et une visite technique. Les thématiques abordées étaient : (1) l'hétérogénéité spatiale et l'évolution des caractéristiques physico-chimiques, (2) le fonctionnement hydrique et biogéochimique, (3) la contamination et le transfert de polluants, et (4) la décontamination des eaux et des sols. Environ 80 participants étaient présents, dont une quinzaine de l'étranger.

## Lancement du projet CONSER (2014-2016)

L'objectif de ce projet est de mettre au point, à partir de mesures physiologiques, une conduite climatique en culture de concombre sous serre visant à renforcer sa productivité tout en améliorant son efficacité énergétique et hydrique. La culture de concombre a été choisie, du fait que la Loire-Atlantique en est le premier département de production en France.

Le projet s'étend sur une durée de 3 ans et se décompose en 6 actions :

1. Etat de l'art sur les méthodes de mesure et des niveaux d'activité physiologique des plants de concombre en culture hors sol,
2. Acquisition de référentiels physiologiques en vue d'optimiser la conduite du climat sous serre,
3. Evaluation et comparaison de différentes conduites climatiques et de nouveaux équipements techniques en vue d'améliorer l'efficacité de la culture,
4. Développement d'un capteur infrarouge de mesure de la température de fruit pour la gestion de la déshumidification et la maîtrise du risque sanitaire sous serre,
5. Validation des résultats sur site pilote professionnel,
6. Valorisation des résultats par communication et diffusion au niveau national et international.

Les partenaires impliqués sont l'ARELPAL, le CTIFL, le CDDM, l'unité de recherche EPHor, HortiMaX France et la SCEA Cheminant. Le coût total du projet est de l'ordre de 500 000 € dont 1/3 est pris en charge par conseil régional des Pays de la Loire et le reste par autofinancement des professionnels.

## PUBLICATIONS EPHOR

### Revue scientifique à comité de lecture

■ Bouhoun Ali H., Bournet P.E., Danjou V., Morille B., Migeon C. 2014. CFD simulations of the night-time condensation inside a closed glasshouse: Sensitivity analysis to outside external conditions, heating and glass properties Biosystems Engineering, 127, 159–175.

■ Cannavo, P., Vidal-Beaudet, L. Grosbellet, C. 2014. Prediction of long-term sustainability of constructed urban soil: impact of high amounts of organic matter on soil physical properties and water transfer. Soil Use & Management, 30, 272-284.

■ Maignon A., Neveu A., Ducept F., Chantoiseau E., Bary P., Mauduit S., Michon C. 2014. Influence of thermo-mechanical treatment and skim milk components on the swelling behavior and rheological properties of starch suspensions. Journal of Food Engineering, 150, 1-8.

■ Rokia S, Séré G, Schwartz C, Deeb M, Fournier F, Nehls T, Damas O, Vidal-Beaudet L. 2014. Modelling agronomic properties of Technosols constructed with urban wastes. Waste Management, 34, 2155-2162.

### Autres revues scientifiques

■ Baize D., Ducommun C. 2014. Reconnaître les sols de zones humides: difficultés d'application des textes réglementaires. Étude et Gestion des Sols, 21(1), 85-102.

■ Bournet P.E. 2014. Assessing greenhouse climate using CFD: a focus on air humidity issues Greensys 2013 Séoul October 6-11th Acta Horticulturae, 1037, 971-985.

■ Cannavo P., Migeon C., Tamtial N., Chantoiseau E., Charpentier S., Bournet P.E. 2014. Modelling soil-plant-atmosphere water transfer in greenhouse cultivation, under water restriction: how does plant growth affects trans-

piration and soil hydrodynamic properties? Proceedings International Conference of Agricultural Engineering, Zurich, 06-10.07, Paper n° C0204, 8 p.

■ Cannavo, P., Vidal-Beaudet, L. Grosbellet, C. 2014. Compacted urban soils improved with composts have long-term benefits for tree growth. Science for Environment Policy, European Commission's Environment News Alert Service, edited by SCU, the University of the West, England Bristol, 4 September 2014, Issue 384.

■ Chassériaux G., Chantoiseau E., Migeon C., Bournet P.E. 2014. A Dehumidification Strategy to Avoid Condensation on Plants and Spare Energy in Greenhouse Greensys 2013 Séoul October 6-11th Acta Horticulturae, 1037, 453-460.

■ Mesmoudi K., Bournet P.E. 2014. Assessing the Daily Evolution of the Climate inside a Greenhouse under Semi-Arid Conditions using Field Surveys and CFD Modelling, Greensys 2013

Séoul October 6-11th Acta Horticulturae, 1037, 1049-1054.

■ Morille B., Bournet P.E., Migeon, C. 2014. Analysis of the time evolution of the intercepted radiation inside a crop using CFD, Greensys 2013 Séoul October 6-11th Acta Horticulturae, 1037, 1017-1025.

■ Rojano, F., Bournet P.E., Hassouna, M., Robin P., Kacira M., Choi C. 2014. Test of two different schemes through CFD to include heat and mass transfer induced by animals inside a broiler house, Proceedings International Conference of Agricultural Engineering, Zurich, 06-10.07, Paper n° C0548, 8 p.

■ Rojano, F., Bournet P.E., Hassouna, M., Robin P., Kacira M., Choi C. 2014. Predicting Sensible and Latent Heat Generation with CFD in Animal Housing for Dairy Cattle Proceedings International Conference of Agricultural Engineering, Zurich, 06-10.07, Paper n° C0547, 8 p.

■ Serir L., Bournet P.E. 2014. Co-simulation of the Microclimate inside a Greenhouse by Coupling Energy and CFD Models, Greensys 2013 Séoul October 6-11th Acta Horticulturae, 1037, 1043-1048.

## Communications colloques

■ Cannavo P., Migeon C., Tamtial N., Chantoiseau E., Charpentier S., Bournet P.E. 2014. Modelling soil-plant-atmosphere water transfer in greenhouse cultivation, under water restriction: how does plant growth affects transpiration and soil hydrodynamic properties? International Conference of Agricultural Engineering, Zurich (Switzerland), 6-10 Juillet 2014,

■ Cannavo P., Vidal-Beaudet L., Yilmaz D., Peyneau P.E., Ait Amrane S., Daolio-Dervaux R., Legret M. 2014. Propriétés hydrodynamiques des sols construits à partir de déchets et aptitude des arbres à s'y développer. GFHN « Milieux poreux et transferts en contexte urbain et péri-urbain », Angers, 25-26 novembre 2014

■ Michel J.C. 2014. Les flux hydriques et gazeux, nouveaux critères de performance de la qualité physique des substrats horticoles. Forum SIVAL, 15 Janvier 2014, Angers.

■ Montagne V., Grosbellet C., Capioux

H., Cannavo P., Charpentier S., Lebeau T. 2014. Suppressive effect of some organic substrates used to grow plants. XIII Meeting of the Working Group Biological control of fungal and bacterial plant pathogens - 15-18 June 2014, Uppsala, Sweden.

■ Rojano, F., Bournet P.E., Hassouna, M., Robin P., Kacira M., Choi C. 2014. Test of two different schemes through CFD to include heat and mass transfer induced by animals inside a broiler house, Proceedings International Conference of Agricultural Engineering, Zurich (Switzerland), 6-10 Juillet 2014,

■ Rojano, F., Bournet P.E., Hassouna, M., Robin P., Kacira M., Choi C. 2014. Predicting Sensible and Latent Heat Generation with CFD in Animal Housing for Dairy Cattle Proceedings International Conference of Agricultural Engineering, Zurich (Switzerland), 6-10 Juillet 2014

■ Rokia S., Séré G., Deeb M., Fournier F., Nehls T., Damas O., Vidal-Beaudet L., Schwartz C. 2014. Fertility of Technosols constructed with urban wastes. European Geosciences Union, General Assembly 2014, 27 April – 02 May, 2014, Vienna, Austria.

■ Vidal-Beaudet L., 2014. Fertilité physique des sols urbains. Les journées scientifiques du GFHN. 25 et 26 novembre 2014, Angers, France

■ Vidal-Beaudet, L., Abdelghafour, M., Bataillard, P., Béchet, B., Brun F., Cannavo, P., Chenon, P., Colombano, S., Coftier, A., Guimont, S., Jean-Soro, L., Legret, M., Rokia, S., Schwartz, C., Séré, G., Subileau J., Damas, O., 2014. Projet Siterre : procédé de construction de sols urbains fertiles à partir de matériaux Innovants (en substitut de la terre végétale). Colloque Natureparif : Quelle nature en ville pour mieux vivre et s'adapter au changement climatique. 4 au 7 juin 2014, Paris, France.

## Mémoires de thèse et HDR

■ Rokia S. 2014. Doctorat de l'Université de Lorraine, Nancy, Contribution à la modélisation du processus d'agrégation et du transfert d'éléments nutritifs dans les Technosols construits à partir de déchets.

## Mémoires de stages

■ Ait Amrane S. 2014. M2 Sciences de l'Eau et de l'Environnement, Université de Tours Etude du fonctionnement hydrodynamique et de l'enracinement d'arbre dans des mélanges terre-pierre reconstitué à partir des déchets,

■ Perroquin B. 2014. M2 Mathématique Appliquée et Modélisation, Ecole Polytechnique de l'Université de Lyon, Estimation des paramètres pour une classe d'équations paraboliques quasi-linéaires : application aux paramètres hydrodynamiques en milieux poreux.

■ Puren M. 2014. M2 Sciences de l'Eau et de l'Environnement, Université de Tours Etude de la structuration de mélanges de sédiments d'ouvrage avec de la matière organique,

■ Sourgnès M. 2014. M1 Horticulture, Agrocampus Ouest Ability of multiplicative models to simulate stomatal resistance along plant growth: application to the New Guinea Impatiens grown in greenhouse,

■ Striebel M. 2014. M1 Horticulture, Agrocampus Ouest Consequences of roots development of the rose variety Knock out® on peat properties under different hydric schemes.

## Rapprochement avec l'UMR SMART-LERECO

Une rencontre a eu lieu entre SMART, LERECO, ACO EGS UP Angers (l'Unité Pédagogique Economie, Gestion et Sociétés d'Agrocampus Ouest) et le département Inra SAE2 le 18 novembre 2014. Des discussions sont en cours dans la perspective d'un rapprochement avec le collectif SMART-LERECO. Ce rapprochement permettrait à l'équipe ACO EGS UP Angers d'être plus visible qu'au sein d'une unité de recherche généraliste, comme le GRANEM.

Il semble à ce titre que les compétences spécifiques de l'équipe Agrocampus Ouest EGS UP Angers sont une chance et une richesse possibles pour le collectif SMART-LERECO dans son périmètre actuel et lui permettra durablement de s'inscrire dans les différents RFI établis par la région (Alimentation) ou en construction (Ville). Le lancement du nouveau programme PSDR est également une opportunité à saisir pour consolider et développer les collaborations déjà effectives au sein de différents projets (VAL-PARESO 2011-2014, TRUSTEE 2013-2016, SMART RECYCLING 2014-2017). Les demandes de postes d'enseignants-chercheurs de l'Unité Pédagogique d'Angers portées par le département Economie, Gestion et Société s'inscrivent d'ores et déjà dans cette perspective d'animation scientifique commune.

## Nouvelles thèses commencées en 2014

■ **Tendero M.** Reconversion et aménagement durable des friches urbaines, sites pollués, fonciers dégradés ; élaboration d'une méthode participative d'évaluation et d'aide multicritère à la décision. Sous la direction de Béatrice Plottu (GRANEM) et Cécile Bazart (LA-META)

■ **Lucas V.** La contribution des Coopératives d'Utilisation de Matériel Agricoles à la transition agroécologique, co-direction Roger Le Guen (ESA) et Damien Rousselière (Agrocampus Ouest).

## Fin de Projets 2013-14 et début de projet 2014-17

- **Projet PAYTAL** (2012-14) coordonné par J. Salanié – financement du MEDDTL - dynamique des paysages en lien avec celle de l'urbanisation.
- **Projet PLURICOOP** (2012-2014) coordonné par D. Rousselière - comparaison de la contribution des coopératives à la performance des filières agricoles: accueil d'un postdoctorant 2012-14 de M. Agbo (Université de Montréal); Séjour de Lota Tamini (U. Laval) en mai 2014.
- **Travaux PROSPECTIFS** FranceAgriMer/Valhor 2012-14 sur la filière horticulture ornementale. Contribution de C. Widehem. Fin des travaux 1er trimestre 2014.
- **CRSH** (Conseil de recherche en sciences humaines du Canada) : la diversification des grandes coopératives agricoles et agroalimentaires (financement acquis 2014-2017) : une étude internationale. (L. Audebrand U. Laval, D. Rousselière, M. Vézina HEC Montréal).
- **Projet CODESOL** (Coopération, Développement et Solidarités), (2014/2016) ayant pour objet la création d'un pôle d'expertise angevin sur les coopératives (économie, géographie, gestion et communication) (Agrocampus Ouest, Université d'Angers, ESA, ESSCA, UCO). Participation de Anne Musson et Damien Rousselière.
- **Membre de la fédération CNRS TEPP** (Théorie, emploi et politiques publiques) à partir de 2015.

## Départ 2014 et recrutement 2014

Départ en détachement de **W. Oueslati** ;

Recrutement de **Thomas Coisson**, maître de conférences en Economie géographique et spatiale, prise de fonction au 1er janvier 2015.



## Revue scientifique à comité de lecture

■ Candau, F., & Musson, A., 2014. Attractivité durable, une note issue d'enquêtes pour la construction d'un tableau de bord régional. *Canadian Journal of Regional Science / Revue canadienne des sciences régionales* 37(1/3), 41-46.

■ Leroux I., Muller P., Plottu B., Widehem C., 2014. Innovation ouverte et évolution des business models dans les pôles de compétitivité : le rôle des intermédiaires dans la création variétale végétale, *Revue d'économie industrielle*, n°146, pp.115-151.

■ Plottu B., Widehem C., 2014. Des stratégies individuelles gagnantes de spécialisation à l'anticipation et à la gestion collective des risques – l'exemple de la filière française du végétal d'extérieur d'ornement, *Management et Avenir*, vol.7, n°73, pp.15-32.

## Ouvrages et chapitres d'ouvrages

■ Vézina M., Rousselière D., Malo M.C., 2014 Conjuguer innovation et adaptation : la stratégie de développement par hybridation de la coopérative agricole généraliste, in Hammond Ketilson L. & Robichaud Villetaz P. (eds) *Le pouvoir d'innover des coopératives*, Québec, Sommet international des coopératives, 699-712

## Communications colloques

■ Plottu E. et Plottu B., 2014, Quelles valeurs pour un aménagement durable? Etude de cas d'un projet participatif d'aménagement, Communication au 5<sup>e</sup> colloque du réseau OPDE, des Outils Pour Décider Ensemble "Se mobiliser ensemble pour décider ensemble", Yverdon-les-Bains, Suisse, 24 octobre 2014.

■ Leroux I., Muller P., Plottu B., Widehem C., 2014, Evolution of business models in French Competitiveness clusters and the role of intermediaries: the case of horticultural varietal creation, 54th ERSO Congress "Regional development & globalization: Best practices", Saint Petersburg, Russia, August.

■ Musson A., 2014. Attractivité et Développement Durable. Propositions pour un indicateur. 20 janvier 2014, Séminaire invité au CESAER, Inra Dijon.

■ Musson A. et Rousselière D., 2014. De quoi l'Agriculture Ecologiquement Intensive est-elle le nom ?. 8<sup>e</sup> Journées de Recherche en Sciences Sociales, Inra-SFER-CIRAD, Grenoble, 11-12 décembre 2014

## Mémoires de thèse et HDR

■ Coisnon T. 2014. Choix de localisation résidentielle, externalités agricoles et politiques agri-environnementales Encadrement J. Salanié et W. Oueslati. Soutenance 20 juin 2014.

## Mémoires de stages

■ Hello-Laprérie F. 2014. Mémoire de fin d'études d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences Agronomiques, Agroalimentaires, Horticoles et du Paysage, spécialisation Horticulture Ornementale et Valorisation, L'innovation au service de l'imaginaire du jardin : apports des focus groups pour le développement d'une application informatique.

■ Nogaret A. 2014. Mémoire de fin d'études, Diplôme d'ingénieurs de l'Ecole Supérieure d'Agriculture, Les distributeurs automatiques, une solution innovante pour la commercialisation de fruits et légumes biologiques en île-de-France.

## HDR

**Fabienne Joliet** a soutenu son HDR le 28 avril 2014 sur le thème: « Paysages et naturalités, en images », devant le jury suivant : DJury : A. Berque, G. Domon, B. Collignon, C. Pihet, A. Sgard. Son travail peut être ainsi résumé :

L'engouement pour les paysages « naturels » est une tendance forte de nos sociétés occidentales contemporaines. Un goût qui rompt avec le « sauvage », que nos sociétés ont pendant des siècles cherché à écarter. Des aspirations « naturelles » donc, qui prennent forme dans les projets et les outils d'aménagement du territoire, qui en façonnent les portraits, et auxquelles on prête vite une valeur universelle, incarnée notamment par l'injonction d'un développement durable.

## Programmes de recherche en cours en 2014 impliquant un ou des membres de l'équipe

- Dynamiques de l'hydrosystème ligérien sur le long terme (financement Plan Loire Grandeur Nature)
- Participation des populations et renouvellement des pratiques paysagistes. Une recherche-action par l'expérimentation et la comparaison des méthodes (financement Ministère de l'Ecologie)
- Représentations des paysages et de la nature dans les petites vallées de l'Ouest de la France face aux projets de restauration écologique (financement ANR)
- Perception et représentation du paysage par les Inuits eux-mêmes (financement Institut Polaire)
- "Des brousses en crise" ? Vers une lecture locale des transformations des paysages de l'ouest burkinabé (financement ANR)

A l'heure de la société de la nature donc, conjuguée à la société de l'image et de la participation, nous interrogerons les portraits de nature « naturelle » de l'Occident, les mythes paysagers qui les sous-tendent et les confronterons aux schémas visuels d'autres cultures, plus particulièrement celle des Inuit (« La manière dont l'Occident se représente la nature est la chose du monde la moins partagée », Descola, 2004).

Les images de paysage offrent la vision de l'autre et de l'ailleurs hors texte. Elles émaillent les représentations de la nature « à la manière de », en tant qu'illustration mais aussi outil de recherche. Celles des uns mises en vis-à-vis avec celles des autres permettent de conduire à une certaine forme de négociation de présence dans le territoire par le paysage.

## Nouvelle thèse commencée en 2014

■ **Leconte L.** Paysage et participation, une comparaison France-Allemagne, sous la direction de Fabienne Joliet (UMR ESO), Diedrich Bruns (Universität Kassel) et Hervé Davodeau (UMR ESO). La thèse est conduite en cotutelle franco-allemande en géographie et paysage : Agrocampus Ouest - CFR Angers, laboratoire Espace et Sociétés (UMR CNRS 6590) / Universität Kassel, FB 06 ASL - Architektur, Stadtplanung, Landschaftsplanung.

## Nouveau post-doctorat commencé en 2014

■ **Chanteloup L.** Représentations autochtones des espaces protégés. Nunavik, Canada avec pour référent Fabienne Joliet.

## Revue scientifique à comité de lecture

■ Garnier A., Dufour S., Lespez L., Caillault S., Delahaye D., 2014, Analyse spatiotemporelle de la dynamique fluviale d'un cours d'eau sahélo-soudanien entre 1967 et 2007. Le cas du Yamé au pays Dogon (Mali, Afrique de l'Ouest) . *Revue Internationale de Géomatique* 24(3): 279-306

■ Geisler E., 2014, Des indicateurs de qualité sonore pour révéler et agir sur les paysages. Expérimentation menée à Kronsberg et Vauban en Allemagne. , in *Anthos*, Cahier 3/2014

■ Romain F., 2014, Southern France riverbank projects in Montpellier and Perpignan: from designed space to interpreted space, in 03/2014, 9(1):32-4

■ Romain F. , 2014, L'imaginaire fluvial contemporain : un antidote urbain ? », revue électronique *Projets de paysage* [www.projetsdepaysage.fr/fr/l\\_imaginaire\\_fluvial\\_contemporain\\_un\\_antidote\\_urbain](http://www.projetsdepaysage.fr/fr/l_imaginaire_fluvial_contemporain_un_antidote_urbain)

## Revue techniques

■ Davodeau H., 2014, « Le parc de Balzac à Angers : donner formes au développement durable », in revue *Banc Public* (en ligne), n°12.

## Ouvrages et chapitres d'ouvrages

■ Caillault S., Davodeau H., 2014, « Placer les paysages ordinaires au centre d'une pédagogie », *Bulletin de l'Association des Géographes Français "Les paysages ordinaires"* (coord. V. Fournault-Cauët), pp.101-113.

■ Carcaud, N., Davodeau, H., 2014. « Another Loire: The armorican Loire ». In : M. Fort and M.-F. André (eds.), *Landscapes and Landforms of France*, *World Geomorphological Landscapes*, Springer, pp. 61-70.

■ Carcaud N., Arnaud-Fassetta G. (dir.), 2014, « La géoarchéologie française au XXI<sup>e</sup> siècle », CNRS Alpha édit., 620p

■ Castanet C., Birnouf J. Camerlynck C. Carcaud N., Cyprien-Chouin A.L., Lamothe M., 2014. Dynamique fluviale holocène de la Loire moyenne (Val d'Orléans, France). Réponses de la variabilité climatique aux activités anthropiques . In : *La géoarchéologie française au XXI<sup>e</sup> siècle*, Carcaud, N.,

Arnaud-Fassetta, G. (ss. Dir.), CNRS éditions, pp. 119-130.

■ Castanet C., Burnouf J. Camerlynck C. Carcaud N., Cyprien-Chouin A.L., Lamothe M., 2014. Holocene fluvial dynamics of the middle Loire River (Val d'Orléans, France). Responses to climatic variability and anthropogenic impacts . In : *French geoarchaeology in the 21st century*, Arnaud-Fassetta, G., Carcaud, N., (eds), CNRS éditions, pp. 117-128.

■ Davodeau H., 2014, Les ronds-points, "paysages émergents" ? in *L'Atlas des campagnes de l'Ouest* (dir. Bermond, Jousseau, Margetic, Marie), 299 p.

■ Davodeau H., Montembault D., Les paysages de l'agriculture périurbaine : lettres croisées », in *L'Atlas des campagnes de l'Ouest* (dir. Bermond, Jousseau, Margetic, Marie), 299 p.

■ Davodeau H., Geisler E., Montembault D., Leconte L., 2014, La participation par les architectes et les paysagistes : vers une hybridation des pratiques ? *Cahiers thématiques n° 13 de l'Ecole nationale supérieure d'architecture et de paysage de Lille*, pp. 171-184.

■ Geisler E., Manolat T., 2014, Quand le sonore bouscule les métiers de la conception de l'espace. , in *Soundspaces. Espaces, expériences et politiques du sonore*, pp. 315-329

## Communications colloques

■ Chanteloup L., Joliet F. , 2014, Vers un apprentissage mutuel : comparaison d'expériences de co-constructions de savoirs , XIX<sup>e</sup> Inuit Conférence, Québec, « Qamaniq : le savoir qui illumine », 27-30 oct, Canada.

■ Davodeau H., 2014, Concilier la valorisation touristique et amélioration du cadre de vie des habitants : exemple d'une démarche participative à Villandry – Val de Loire , 82<sup>e</sup> congrès de l'ACFAS, colloque 607, Montréal 13 mai 2014.

■ Davodeau H., Montembault D., Leconte L., Geisler E., Romain F., Toublanc M., 2014, La convention européenne au prisme d'une recherche-action de médiation paysagère en Val de Loire (Villandry), Colloque *Combining scientific expertise with participation: the challenge of the European Landscape Convention* Bruxelles, 28-29 avril.

■ Geisler E., Leconte L., 2014. La nature comme vecteur de lien social dans les projets d'espaces publics participatifs berlinois, intervention dans le cadre du colloque *Naturparif Quelle nature en ville?* , paris, le 5 juin 2014

■ Geisler E., Romain F., Toublanc M., Davodeau H., Leconte L., Montembault D., 2014, Le paysage en partage : retour d'expérience d'une recherche-action participative », Colloque international de l'UMR ESO *L'Espace en partage*, Rennes 10 avril.

■ Romain F., Toublanc M., et les étudiants du master *Paysage Urbain, Stratégies et Médiation* (2014), *Le carnet des acteurs, une démarche menée dans le cadre de la réalisation de l'atlas de paysages des Pays-de-la-Loire: quels enseignements ? Paysages : tous acteurs !* colloque organisé par la DREAL Pays-de-la-Loire, Agrocampus Ouest, Angers, 10 janvier 2014.

## Mémoires de thèse et HDR

■ Joliet F. 2014. HDR *Paysages et naturalités, en images*

■ Leger-Smith F-A. 2014. Thèse *Evolution des métiers et des pratiques paysagistes au regard des enjeux écologiques*.

## Epidémie de chancre bactérien du kiwi en France

### Objectif

L'objectif de cette étude était d'identifier et de caractériser l'agent de la bactériose du kiwi, *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (Psa), isolé en France depuis le début de l'épidémie survenue en 2010 et d'identifier l'origine des épidémies.

### Contexte

Des souches de *P. syringae*, responsable de pathologies sur kiwi, ont été isolées dans différents pays au cours de ces 30 dernières années. Depuis 2012, ces souches ont été groupées au sein de 4 biovars (biovar 1 à 4) selon leurs propriétés biologiques, pathologiques et génétiques. Le biovar 3 inclut les souches responsables de la récente épidémie apparue en Italie en 2008 et qui à ce jour touche l'Asie, l'Europe, l'Océanie et l'Amérique du sud. Psa biovar 3, détecté pour la première fois en France en 2010, a immédiatement impacté la filière du kiwi dans les principales régions productrices (sud-est et sud-ouest). Afin d'optimiser la réglementation et d'éviter la propagation de l'agent pathogène en France, il était primordial de recenser et d'étudier les souches de *P. syringae* pathogènes du kiwi.

### Résultats

La caractérisation des souches a été conduite à l'aide de tests biochimiques, de pouvoir pathogène et de présence/absence de gènes codants pour des toxines et effecteurs. Les résultats de la caractérisation ont permis de mettre en évidence que deux biovars sont présents en France : Psa biovar 3 et biovar 4. Une différence majeure réside entre le pouvoir pathogène de ces deux biovars. Les deux provoquent les mêmes symptômes sur feuilles mais seul le biovar 3 est vasculaire et génère des chancres sur bois. A l'issue de la caractérisation des souches, une analyse phylogénétique a été mise en place avec les séquences partielles de 4 gènes de ménages. Cette étude a montré que le biovar 4 est phylogénétiquement distinct des biovars 1, 2 et 3 qui groupent ensemble. A la lumière de ces différences, et surtout de celle du pouvoir pathogène, entre les biovars 1, 2 et 3 et le biovar 4, nous avons proposé de renommer le biovar 4 : *Pseudomonas syringae* pv. *actinidifoliorum* (Psa<sub>f</sub>). Ainsi ce nouveau pathovar, qui à l'inverse du pathovar *actinidiae* n'a pas d'impact sur la production



Photo SRAL 2012 Rhône-Alpes

Photo LSV 2012 Landes

Symptômes typiques de *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* sur kiwi :  
tâches nécrotiques anguleuses sur feuille et chancre sur bois

de kiwi, n'est plus dans le champ d'application de la réglementation en vigueur.

### Perspectives

Une analyse MLVA (Multilocus Variable-number of tandem repeats Analysis) a mis en évidence le lien étroit entre les souches isolées en France et en Italie, corroborant l'hypothèse que l'épidémie serait arrivée en France via des plants contaminés originaires d'Italie. Ce schéma MLVA pourra servir à retracer les routes de l'épidémie de Psa biovar 3 dans d'autres pays. Les informations génétiques issues de ces études vont servir au développement d'un réactif et d'une méthode de détection rapide de *P. s.* pv. *actinidiae* et de *P. s.* pv. *actinidifoliorum* afin de sécuriser le commerce des plants et d'améliorer la gestion de la maladie au verger et de mieux cibler les points de contrôle indispensables pour éviter l'introduction de la maladie dans d'autres pays.

### Partenaires

Equipe EmerSys, UMR 1345 IRHS Inra. SFR Quasav. Laboratoire de la Santé des Végétaux, Anses (thèse cofinancée Anses – Région Pays de la Loire).

### Bibliographie

- Cuntly A, Poliakoff F, Rivoal C, Cesbron S, Fisher Le Saux M, Lemaire C, Jacques M-A, Manceau C, Vanneste J., 2014. Characterization of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (Psa) isolated from France and assignment of Psa biovar 4 to a de novo pathovar: *Pseudomonas syringae* pv. *actinidifoliorum* pv. nov. Plant Pathology. DOI: 10.1111/ppa.12297
- Dreo T, Pirc M, Ravnikar M, Zezlina I, Poliakoff F, Rivoal C, Nice F, Cuntly A., 2014. First Report of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*, the Causal Agent of Bacterial Canker of Kiwifruit in Slovenia. Plant Disease 98:1578-1578.

### Contact

Françoise Poliakoff, Laboratoire de la Santé des végétaux, 7 rue Jean Dixmèras, 49044 Angers, cedex 01.  
Mél : francoise.poliakoff@anses.fr

## Emergence de la bactérie *Xylella fastidiosa* en Europe

*Xylella fastidiosa*, bactérie du xylème, originaire du continent américain, a été détectée fin 2013 dans la région des Pouilles en Italie du Sud sur oliviers (Loconsole et al., 2014). La superficie de la zone contaminée, estimée à 8 000 ha à l'époque, s'avère être aujourd'hui de plus de 30 000 ha. La souche de *Xylella fastidiosa*, isolée en Italie, a été identifiée comme appartenant à la sous-espèce *pauca*, taxonomiquement proche d'une souche costaricaine présente sur laurier-rose. En Italie, la bactérie est également présente, et pathogène, sur laurier-rose, amandier, cerisier ainsi que sur les espèces ornementales suivantes : *Acacia saligna*, *Polygala myrtifolia*, *Westringia fruticosa* et *Spartium junceum*. Un seul insecte vecteur a été identifié à ce jour dans les Pouilles, le cercope des près (*Philaenus spumarius*), par ailleurs largement répandu en Europe.



© B. Legendre, Anses, LSV



© B. Legendre, Anses, LSV

Symptômes dus à *Xylella fastidiosa* : à gauche brûlures foliaires marginales sur feuilles de laurier rose, à droite brûlures foliaires sur olivier : stade terminal

En France, la bactérie avait été précédemment isolée en 2012 par l'Anses-LSV sur caféiers (*Coffea arabica* et *C. canephora*) originaires d'Equateur et du Mexique. Ces souches avaient été positionnées phylogénétiquement par MLSA à l'Inra par l'équipe de Marie-Agnès Jacques (EMERSYS, UMRI 1345 IRHS). Les génomes de ces isolats ont été séquencés et une analyse de génomique comparative a été conduite. Fin 2014, de nouveaux lots de caféiers d'ornement en provenance du Costa Rica, via les Pays-Bas, ont été interceptés par les inspecteurs des services phytosanitaires et la présence de *Xylella fastidiosa* a de nouveau été confirmée. Par ailleurs, la bactérie a été signalée en Iran en 2014 sur vigne et amandier (Amanifar et al., 2014).

L'Anses-LSV a organisé en 2014 un essai inter-laboratoires de validation de méthodes de détection (financement POSEIDOM) dont les résultats ont été présentés au symposium international sur l'émergence de *Xylella fastidiosa* sur olivier en Italie qui a eu lieu à Gallipoli en octobre 2014. Suite à ces essais, une méthode de détection par PCR en temps réel (basée sur Harper et al. 2010) a été retenue et sera prochainement proposée par l'Anses comme méthode officielle de détection dans le cadre de la mise en place d'un plan de surveillance national.

Pour la période 2015 - 2017, un post-doctorant, Nicolas Denancé, a été recruté dans le cadre du projet collaboratif SapAlien Inra-Anses (financement RFI) qui portera principalement sur le séquençage et l'analyse génomique de souches de collection et d'isolats issus de caféiers interceptés en France, ainsi que sur le pouvoir pathogène de *Xylella fastidiosa* sur différentes cultures d'intérêt régional. En parallèle, le Laboratoire de la santé des végétaux mènera des travaux de validation de méthodes sur la détection de la bactérie sur insectes vecteurs.

Amanifar N, Taghavi M, Izadpanah K and Babaei G, 2014. Isolation and pathogenicity of *Xylella fastidiosa* from grapevine and almond in Iran. *Phytopathologia Mediterranea*, 53: 318-327.

Harper S.J., Ward LI and Clover GRG.. Development of LAMP and real-time PCR methods for the rapid detection of *Xylella fastidiosa* for quarantine and field applications, *Phytopathology*, 2010 erratum 2013; 12: 1282-1288.

Loconsole G, Potere O, Boscia D, Altamura G, Djelouah K, Elbeaino T, ... and Saponari, M et al., 2014. Detection of *Xylella fastidiosa* in olive trees by molecular and serological methods. *Journal of Plant Pathology*, 96: 7-14.

Contact : Bruno Legendre (Anses – LSV Angers)

## Revues scientifiques à comité de lecture

■ Dreo, T., M. Pirc, M. Ravnikar, I. Žežlina, F. Poliakoff, C. Rivoal, F. Nice, and A. Cuntly. 2014. First Report of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*, the Causal Agent of Bacterial Canker of Kiwifruit in Slovenia. *Plant Disease* 98 : 1.

■ Loiseau, M., S. Garnier, V. Boirin, M. Merieau, A. Leguay, I. Renaudin, J. P. Renvoisé, and P. Gentit. 2014. First Report of 'Candidatus *Liberibacter solanacearum*' in Carrot in France. *Plant Disease* 98 : 839.

## Communications colloques

■ Bertolini, E., Teresani, G. R., Loiseau, M., Tanaka, F. A. O., Barbé, S., Martínez, C., Cambra, M. 2014. 'Candidatus *Liberibacter solanacearum*' is a carrot seedborne pathogen. 11th Conference of the European Foundation for Plant Pathology, Kraków (Poland). 8-13 septembre 2014.

■ Cuntly, A., S. Cesbron, C. Rivoal, F. Poliakoff, M. A. Jacques, J. Vanneste, and C. Manceau. 2014. Characterization and phylogeny of strains of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* isolated from kiwifruit in France. 13th International conference on Plant Pathogenic Bacteria (ICPPB) - Shanghai (Chine). 8-13 juin 2014.

■ Cuntly, A., S. Cesbron, C. Rivoal, F. Poliakoff, C. Lemaire, M. A. Jacques, J. Vanneste, and C. Manceau. 2014. Characterization and phylogeny of strains of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* isolated from kiwifruit in France. 11èmes Rencontres Plantes – Bactéries. Aussois 03-07 février 2014.

■ Hélias, V., A. Laurent, B. Morel, J. P. Gauthier, C. Rivoal, D. Andrivon, and Y. Le Hingrat. 2014. *Pectobacterium* et *Dickeya* en culture de pomme de terre : caractérisation phénotypique et génétique du complexe d'espèces présentes. 11èmes Rencontres Plantes – Bactéries. Aussois 03-07 février 2014.

■ Legendre, B., S. Mississippi, V. Olivier, E. Morel, D. Crouzillat, M. A. Jacques, and F. Poliakoff. 2014. Première détection de *Xylella fastidiosa* en France. 11èmes Rencontres Plantes – Bactéries. Aussois 03-07 février 2014.

■ Legendre, B., S. Mississippi, V. Olivier, E. Morel, D. Crouzillat, K. Durand, P. Portier, M. A. Jacques, and F. Poliakoff. 2014. Identification and characterization of *Xylella fastidiosa* isolated from coffee plants in France. 13th International Conference on Plant Pathogenic Bacteria (ICPPB). Shanghai (Chine). 8-13 juin 2014.

■ Legendre, B., S. Mississippi, V. Olivier, E. Morel, D. Crouzillat, K. Durand, P. Portier, F. Poliakoff, and M. A. Jacques. 2014. Identification and characterization of *Xylella fastidiosa* isolated from coffee plants in France. First International symposium on the European outbreak of *Xylella fastidiosa* on olive. Gallipoli, Locorotondo, Italie. 21-22 octobre 2014.

■ Legendre, B., V. Olivier, D. Molusson, S. Mississippi, A. Couton, M. Hervouet, M. Moisson, and F. Poliakoff. 2014. Intra and inter-laboratory study on molecular methods for the detection of *Xylella fastidiosa*. First International symposium on the European outbreak of *Xylella fastidiosa* on olive. Gallipoli, Locorotondo, Italie. 21-22 octobre 2014.

■ Loiseau, M., I. Renaudin, P. Cousseau-Suhard, F. Poliakoff, and P. Gentit. (2014). Transmission tests of *Candidatus Liberibacter solanacearum* by carrot seeds in carrot and other apiaceae. Carrot and other apiaceae international symposium. Angers (France). 17-19 septembre 2014.

■ Loiseau, M., S. Garnier, V. Boirin, M. Merieau, A. Leguay, I. Renaudin, J. P. Renvoisé, V. Olivier, P. Gentit, and F. Poliakoff. 2014. First report of « *Candidatus Liberibacter solanacearum* » in carrot in France. 11èmes Rencontres Plantes – Bactéries. Aussois 03-07 février 2014.

■ Loiseau, M., S. Garnier, V. Boirin, M. Merieau, A. Leguay, I. Renaudin, J. P. Renvoisé, V. Olivier, P. Gentit, and F. Poliakoff. 2014. First report of « *Candidatus Liberibacter solanacearum* » in carrot in France. 13th International conference on Plant Pathogenic Bacteria (ICPPB). Shanghai (Chine). 8-13 juin 2014.

■ Loiseau, M., Renaudin, I., Cousseau-Suhard, P., Bertolini, E., Teresani, G. R., López, M. M., Gentit, P. 2014. *Candidatus Liberibacter solanacearum*. ISHI Veg meeting - Lyon. 16 septembre 2014.

■ Nice, F., A. Cuntly, C. Rivoal, C. Audusseau, S. Paillard, C. François, and F. Poliakoff. 2014. Comparaison de méthodes de vérification du pouvoir pathogène de *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* sur *Actinidia* sp. 11èmes Rencontres Plantes – Bactéries. Aussois 03-07 février 2014.

■ Nice, F., C. Rivoal, C. Audusseau, S. Paillard, C. François, and F. Poliakoff. 2014. Evaluation de méthodes de détection précoce de *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*. 11èmes Rencontres Plantes – Bactéries. Aussois 03-07 février 2014.

## Séminaire sur la qualité des semences et des plants



Le Comité scientifique du Comité Technique Permanent de la Sélection (CTPS) a organisé le 8 octobre 2014 à Beaucouzé, un séminaire de restitution de programmes financés par le ministère de l'agriculture, sur le thème de la qualité des semences et des plants, et leur production. Les présentations de ces différents programmes ont été suivies par une conférence. Annie-Marion-Poll, Directeur de Recherche à l'Institut Jean-Pierre Bourgin, UMR 1318 Inra AgroParisTech, a présenté les derniers résultats de son équipe travaillant sur la physiologie de la germination. La journée s'est terminée, pour ceux qui le souhaitent, par la visite des laboratoires de la Station Nationale d'Essais de Semences et du laboratoire de biologie moléculaire et de biochimie du Geves.



## Séminaire international ISTA sur l'analyse d'images



En octobre 2014, le Geves a organisé avec le comité ISTA Advanced Technologies (ATC) le premier séminaire ISTA « Hands-on Seminar on Seed Image Analysis », incluant des sessions pratiques d'analyses d'images sur semences.

L'objectif était de présenter les différentes technologies d'imagerie déjà utilisées ou pouvant être utilisées pour l'évaluation de la qualité des semences. Il s'agit du 1er séminaire sur une thématique imagerie et incluant des ateliers pratiques. Ce séminaire s'inscrit dans les missions de l'ISTA qui vise à développer et améliorer les méthodes pour les standardiser au niveau international. Il était ouvert à tout public (membres ISTA ou non membres, entreprises privées ou laboratoires académiques) et a rassemblé 42 participants venant de 12 pays différents (Allemagne, Belgique, Brésil, Chine, Costa Rica, Danemark, France, Japon, Pays Bas, Norvège, UK, USA). Ce nouveau modèle de séminaire, proposant une diversité et une alternance de sessions, a été très apprécié par les participants.

Le nombre de participants (42 au lieu de 25 attendus) a mis en évidence un réel intérêt pour les nouvelles technologies d'imageries dans le domaine des semences.



## Réunion annuelle du projet Investissements d'avenir "Aker"

Les 80 chercheurs qui travaillent sur le programme AKER, destiné à améliorer la compétitivité de la betterave face à la canne à l'horizon 2020, se sont réunis en séminaire annuel à Angers, au siège du Geves, les 25 et 26 novembre 2014. Ils ont échangé sur les travaux en cours, notamment sur le thème du phénotypage des semences et des plantules.



## Nouveaux projets de recherche et partenariats scientifiques

Neuf nouveaux programmes de recherche en partenariat ont été acceptés en 2014.

Thème de recherche	Organisme financeur	Titre du programme
Evaluation des Génotypes dans leur environnement	Région Pays de Loire	<b>Milarom</b> Développement d'une stratégie de lutte intégrée contre le mildiou des aromatiques au sein des différents systèmes de production français
Evaluation des Génotypes dans leur environnement	CASDAR Semences	<b>Septolin</b> Etude de l'épidémiologie de <i>Septoria linicola</i> , résistances variétales et de l'effet de la maladie sur rendement et qualité du lin
Evaluation des Génotypes dans leur environnement	CASDAR Semences	<b>ECOVAB</b> - Evaluer le comportement des variétés en AB : construire aujourd'hui les outils pour demain.
Gestion des collections	CASDAR Semences	<b>AMEDILUZE</b> -Amélioration de la DHS Luzerne
Evaluation des Génotypes dans leur environnement	FSOV	<b>Microdochium spp.</b> : Vers une meilleure connaissance de l'occurrence, de l'épidémiologie du champignon et du comportement des variétés de blé tendre actuelles face à cette maladie.
Evaluation des Génotypes dans leur environnement	FSOV	<b>N-BT</b> : Méthodes d'estimation des indicateurs d'efficacité de valorisation de l'azote par les nouvelles variétés de blé tendre
Qualité des semences	CASDAR RMT	<b>RMT Vegdiag</b> : Diagnostic en santé végétale
Evaluation des Génotypes dans leur environnement	OCVV	Effect of Seed Priming on Vegetable DUS Tests
Qualité des semences	SFR QUASAV	Germlux: Impact de l'éclairage sur la germination des graines de <i>Medicago truncatula</i> lors du phénotypage automatisé

Les programmes Milarom, RMT Vegdiag, Seed priming et Microdochium ont démarré en 2014. Les autres démarreront en 2015.



## Revue scientifique à comité de lecture

■ Benoit L., Rousseau D., Belin E., Demilly D., F. Chapeau-Blondeau, 2014. Simulation of image acquisition in machine vision dedicated to seedling elongation to validate image processing root segmentation algorithms. *Computers and Electronics in Agriculture*, 104, 84-92.

■ Menard L.; Brandeis P. E.; Simoneau P.; Poupard P., Serandat I., Detoc J., Robbes L., Bastide F., Laurent E., Gombert J., Morel E., 2014. First Report of Umbel Browning and Stem Necrosis Caused by *Diaporthe angelicae* on Carrot in France. *Plant Disease*, 98 : 421-422.

■ Pierre J.; Teulat B., Juchaux, M., Mabillean G., Demilly D., Dürr C., 2014. Cellular changes during *Medicago truncatula* hypocotyl growth depend on temperature and genotype. *Plant science*, 217: 18-26.

## Autres revues scientifiques

■ Cadot V., Rolland M., Bonnefoy M., Hourcade D., Andro C., Delaunay A., Vandecasteele C., Perrot S., Herbert O., Viader V., David J., 2014. Comparaison des méthodes de détection des mosaïques des blés (*Bymovirus* et *Furovirus*) par marquage moléculaire et par détection sérologique. *Innovations Agronomiques*, 35, 107-117.

■ Grimault V. and Politikou L., 2014. Validation of a new method for the detection of *Acidovorax valerianellae* on corn salad (*Valerianella locusta*). *Seed Testing International*, N° 147, April 2014, p39.

■ Lassalvy S., Gensollen V., Straëbler M., Huyghe C., 2014. How to assess suitability of turf varieties across a wide range of environments in Europe ? *European Journal of Turfgrass Science*. ETS 2014 Special Edition. Pages: 97-98.

■ Masson F., Lassalvy S., Richard B., 2014. Les interactions génotype x environnement x conduite dans le cadre de l'étude des variétés pour l'inscription : bilan des actions réalisées. *Innovations Agronomiques*, 35, 193-205

■ Rolland B., Fontaine L., Mailliard A., Oury, FX, 2014. From selection to cultivation with the support of all stakeholders: first registration in France of two bread wheat varieties after VCU in organic farming system. *Organic World Congress*, 13-15 octobre 2014, Istanbul, p. 303-306.

■ Wagner M.-H., Bailly C., Corbineau F., Ducourneau S., Léchappé J., 2014. Utilisation des enzymes de détoxification cellulaire

comme marqueurs de la qualité physiologique des semences oléagineuses. *Innovations Agronomiques*, 35, 133-141.

## Revue technique

■ Gombert J., Vinsant Le Lous L., Avrillon M., Sérandat I., 2014. *Analyses nématologiques- Sous les regards d'experts au laboratoire*. *Bulletin Semences*, n°238.

■ Leclercq D., 2014. Identifier les variétés pour l'interculture. *Le Betteravier Français*, n°1005, juillet 2014.

■ Orgeur G. et Jestin C., 2014. *Hernie du colza, se protéger d'une menace croissante*, *Perspectives agricoles*, N°415, Octobre 2014, p24-26.

## Ouvrages et chapitres d'ouvrages

■ Demilly D., Ducourneau S., M.H. Wagner, Dürr C., 2014. Digital imaging of seed germination; in *Plant Image Analysis: Fundamentals and Applications*, Chap. 7, p 147-162, S. Dutta Gupta, Y. Ibaraki, eds., CRC Press 2014.

■ Belin E., Rousseau D., Benoit L., Demilly D., Ducourneau S., F. Chapeau-Blondeau, Dürr C., 2014. Thermal imaging for evaluation of seedling growth; in *Plant Image Analysis: Fundamentals and Applications*, Chap. 8, p 165-175, S. Dutta Gupta, Y. Ibaraki, eds., CRC Press 2014.

## Communications colloques

■ Bagot P., Lassalvy S., Gensollen V., Richard B., Luciani A., 2014. Management of the French VCUS registration rules using genetic progress assessment by different statistical methods (WOSR, Sugar Beet and Turf). 10th Working Seminar on Statistical Methods in Variety Testing, Będlewo, Poland, 30 June – 04 July 2014.

■ Bastide F., Sérandat I., Poupard P., Simoneau P., Grimault V., Gombert J., Morel E., Kolopp J., Guillermin PL, Laurent E., 2014. Umbel browning and stem necrosis on carrot in France: isolation and characterization of the fungal pathogen, *Symposium Apiacées* 17-19 septembre 2014 Angers, France.

■ Benoit L. 2014. Imagerie multimodalité appliquée au phénotypage haut-débit des semences et plantules" ; 14ème Journée des Doctorants de l'École Doctorale STIM, Nantes, France, 20 mars 2014.

■ Benoit L. 2014. Imagerie multimodalité sur les semences et plantules : thermographie, visible, hyperspectral. Séminaire Phenotic, SFR Quasav, Laboratoire LARIS, Université d'Angers, 6 juin 2014.

■ Benoit L., Rousseau D., Belin E., Demilly D., Ducourneau S., F. Chapeau-Blondeau, Dürr C., 2014. Locally oriented anisotropic image diffusion : application to phenotyping of seedlings ; 8th International Conference on Computer Vision Theory and Applications (VISAPP 2013) ; Barcelona, Spain, February 21st-24th 2013.

■ Benoit L., Rousseau D., Belin E., Demilly D., Ducourneau S., F. Chapeau-Blondeau, Dürr C., 2014. *Eloncam : Système de vision pour mesurer la croissance des plantules en phase hétérotrophe* ; Journée ANR PHE-NOME, Nantes, France, 17 janv. 2014.

■ Benoit L., Belin E., Rousseau D., Demilly D., Dürr C., Ducourneau S., F. Chapeau-Blondeau, 2014. Suivi automatisé de l'allongement des plantules et intérêt des différentes modalités d'imagerie. 11èmes Journées d'Information des Laboratoires d'Analyse de la Qualité des Semences ; Snes-Geves, Angers, France, 25-26 sept. 2014.

■ Benoit L., Belin E., Rousseau D., Dürr C., Demilly D., Ducourneau S., F. Chapeau-Blondeau 2014. Instrumentation and digital image processing for multimodality imagery applied to seeds and seedlings. *ISTA Hands-on Seminar on Seed Image Analysis*, Angers, France, 14-17 Oct. 2014.

■ Benoit L., Semaan G., Franconi F., Belin E., Chapeau-Blondeau F., Demilly D., Rousseau D., 2014. 3D multimodal simulation of image acquisition by X-Ray and MRI for validation of seedling measurements with segmentation algorithms. 13th European Conference on Computer Vision, Zurich, Switzerland, 5-9 Sept. 2014.

■ Cadot V., Vadaine R. 2014. Le Videometer pour diagnostiquer la fusariose de l'épi. Journée FSOV de restitution et de partage des résultats obtenus dans le projet MYCOTEK : Constitution d'une mycothèque des champignons pathogènes du blé tendre et mise au point d'outils permettant la caractérisation et la quantification de ces espèces. 16 janvier 2014, Cappelle en Pévèle.

■ Cadot V., Vadaine R., Valade R., Maigniel J-P, 2014. Multispectral camera and imaging for assessment of resistance to *Fusarium graminearum*, EUCARPIA Cereals Section – ITMI Joint Conference, Wernigerode, Germany, June 29 – July 4, 2014.

■ Demilly D., 2014. Phénotypage des semences, interactions hôtes-bioagresseurs ; Journée phénotypage département Inra SPE, Paris, 20 nov. 2014.

■ Ducourneau S., 2014. Evolution des méthodes ISTA : essais de germination et

essais de vigueur. 11èmes journées d'information des laboratoires d'analyse de la qualité des semences, Beaucouzé, France, 25-26 sept. 2014.

■ Ducournau S., 2014. Germination Committee Report 2013. ISTA Annual Meeting, Edinburgh, Scotland, 12-18 June 2014.

■ Ducournau S., 2014. Possible use of image techniques in seed testing and future needs. ISTA Hands-on Seminar on seed image analysis, Beaucouzé, France, 14-17 October 2014.

■ Ducournau S., Soufflet P., Wagner M.H., 2014. Méthodes d'évaluation de la qualité germinative des semences de colza. Workshop des 11èmes journées d'information des laboratoires d'analyse de la qualité des semences, Beaucouzé, France, 25-26 sept. 2014.

■ Grimault V., 2014. Les maladies des plantes transmises par les semences. Journée de Conférences et d'échanges entre le Conseil scientifique et les sections de la SNHF, Prenons en de la graine, 27 Novembre 2014, Paris

■ Grimault V. 2014. Pests and Seed Health testing. ISTA Seed Health Testing Workshop, Depok, Indonesia. 10-14.11.2014

■ Grimault V. 2014. The International Seed Testing Association (ISTA) and Seed Health Committee (SHC) activities. ISTA Seed Health Testing Workshop, Depok, Indonesia. 10-14.11.2014

■ Grimault V. 2014. General introduction on the seed health for bacteria. Example of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* ISTA method 7-019. ISTA Seed Health Testing Workshop, Depok, Indonesia. 10-14.11.2014

■ Grimault V. 2014. General introduction on the seed health for fungi. ISTA Seed Health Testing Workshop, Depok, Indonesia. 10-14.11.2014

■ Grimault V. 2014. Quality assurance in seed health testing. ISTA Seed Health Testing Workshop, Depok, Indonesia. 10-14.11.2014

■ Grimault V., Cockerell V., Buimer M. and Sérandat I., 2014. ISTA Seed Health proficiency testing developments. 7th ISTA Seed Health Symposium - June 12-14, 2014

■ Lassalvy S., Gensollen V., Richard B., Cadot V., Escriou H., 2014. Notions of variety stability and tools for the description of genotype x environment interactions in a trial network. Examples based on data from the official French turf, sugar beet and cereals trials. 10th Working Seminar on Statistical Methods in Variety Testing,

Będlewo, Poland, 30 June – 04 July 2014.

■ Legoahec L., Wagner G., Wagner M.H., Demilly D., Ducournau S., Dürr C., Kibret K., Hatzig S., Snowdon R., Nesi N., Bouchereau A., 2014. Détermination de biomarqueurs de la vigueur germinative chez le colza (*Brassica napus*) par profilage métabolique. Congrès du Réseau Français de Métabolomique et Fluxomique, Lyon, France, 19-21 mai 2014.

■ Maton C., Thomasset M., Bernole A., Remay A., Aizac B., Mathis R., 2014. The Use of Molecular Markers (SNP) for Maize DUS Testing. 14th BMT-UPOV Meeting, Seoul, Republic of Korea 10-13 november 2014.

■ Orgeur G. 2014. Evaluation du risque Hernie, caractérisation des pathotypes de *Plasmodiophora brassicae* présents sur les zones de production de Colza pour la mise au point de tests d'inscription des variétés. Carrefour Colza-AMS Hernie Colza, 22 Janvier 2014.

■ Orgeur G. 2014. Common bunt caused by *Tilletia caries*: Evaluation of viable spores, set up of a protocol to access transmission to plantlets and damage threshold, The XVIII Biennial International Workshop on the Smuts and Bunts, February 5th 2014 at the Tune Kursuscenter near Copenhagen, Denmark.

■ Orgeur G.; Delaunay A.; Avrillon M.; Beduneau H.; Andro C.; Rolland M.; Thomas J.; Wood T. and Grimault V. 2014 TESTA : Validating a detection method of *Ditylenchus dipsaci* and *D.gigas*. 7th ISTA Seed Health Symposium - June 12-14, 2014

■ Orgeur G.; Delaunay A.; Sérandat I.; Decugis F.; Rolland M.; Gombert J., Fontaine L., Valade R., Grimault V., 2014. Common bunt caused by *Tilletia caries*: epidemiology study and set up of a protocol to access transmission to plantlets and damage threshold. 7th ISTA Seed Health Symposium - June 12-14, 2014.

■ Rousseau D., Belin E., Benoit L., F. Chapeau-Blondeau, Demilly D., Ducournau S., Dürr C., P. Rogowski, T. Widiez, G. Gendrot, N. Nakayama, A. Boudaoud, 2014. Imaging the early development of seeds; 8th Winter Conference of the European Society for Molecular Imaging, Les Houches, France, 19-24 Jan. 2014.

■ Sérandat I., Bastide F., Grimault V., Poupard P., Simoneau P., Gombert J., Morel E., Kolopp J., Guillermin P-L., Laurent E., 2014 Umbel browning and stem necrosis caused by *Diaporthe angelicae* (*Phomopsis dauci*) on Carrot in France. 7th ISTA Seed Health Symposium - June 12-14, 2014

■ Sérandat I., 2014. *Linum usitatissimum* seed borne diseases. ISTA Seed Health Testing workshop. Poznań, Poland - 04.09.2014 - 7.09.2014.

■ Sérandat I., 2014. *Pisum sativum* seed borne diseases. ISTA Seed Health Testing workshop. Poznań, Poland - 04.09.2014 - 7.09.2014.

■ Sérandat I., 2014. *Glycine max* seed borne diseases. ISTA Seed Health Testing workshop. Poznań, Poland - 04.09.2014 - 7.09.2014.

■ Serandat I., Grimault V., Blouin V., Gombert J.; Lesprit E.; Samiguet C.; Straëbler M.; Lemaire H.; Forsberg G., 2014. *Ditylenchus dipsaci* on alfalfa seeds : obtaining and testing for healthy seeds. 7th ISTA Seed Health Symposium - June 12-14, 2014.

■ Trigui G., Le Corre L., Herbert C., Boudehri-Giresse K., 2014. La tomographie pour la qualité des semences, Journées des laboratoires, Beaucouzé, France, 29 Oct. 2014.

■ Trigui G., Le Corre L., Herbert C., Boudehri-Giresse K., 2014. Three dimensional characterization of insect damage in faba bean seed using X-ray microtomography; Ateliers Proxy-detection. Angers, 27 nov. 2014.

■ Trigui G., Le Corre L., Moutault B., Herbert C., Léchappé J., Boudehri-Giresse K., 2014. Microtomography and image processing tools for plant seed analysis: Current applications and future prospects, Phendays, Beaune, France, 29-31/10/2014.

■ Wagner G., Samans B., Hatlen A., Wagner M.H., Legoahec L., Nesi N., Snowdon R., 2014. Improving seed vigour in oilseed rape (*Brassica napus* L.) by developing omic approaches. Congress of the German Society of Plant Breeding, Kiel, Germany, 23-25 September 2014.

■ Wagner M.H., 2014. Seed chlorophyll fluorescence assessment. ISTA Hands-on Seminar on seed image analysis, practical session, Beaucouzé, France, 14-17 October 2014.

## Mémoires de stages

■ Yovanopoulos C. 2014. M2 Sciences des productions végétales, Agrocampus Ouest, Angers. Apports des techniques spectroscopiques non invasives à l'analyse de la qualité des semences et plantules : Fluorescence chlorophyllienne, Spectroscopie proche infrarouge, Thermographie infrarouge, Multispectrale, Hyperspectrale, Résonance Magnétique Nucléaire, et Biospeckle.

## Végépolys reçoit le label GOLD



Après un audit qualité conduit par 3 personnes, l'ECEI (European Cluster Excellence Initiative) a délivré en 2014 à Végépolys le label Gold "Proven for cluster Excellence".

Ce label démontre l'excellence du cluster. Il va accroître la reconnaissance internationale du pôle et favoriser les partenariats, les projets et les financements européens.

## Installation de Végépolys à la Maison du végétal



Depuis, septembre 2014, Végépolys occupe la Maison du végétal avec l'association Plante & Cité. Ce bâtiment à l'identité forte servira de signal pour l'ensemble du Campus du Végétal.



## Végépolys présent désormais sur 3 régions (Pays de la Loire, Centre, et Bretagne)

En 2014, Végépolys a mis en place une deuxième antenne dans une autre région que les Pays de la Loire: La Bretagne qui succède au Centre mis en place en 2013.

Conjointement, le pôle a déposé un dossier d'extension de son territoire à ces deux régions. Ce dossier a reçu un avis positif et devrait être prochainement officiellement accepté. D'ici là, le Ministère de l'Industrie a autorisé le pôle à considérer les 3 régions comme son territoire dans les FUI et les PME et ETI y bénéficient de taux d'aides bonifiés (respectivement 45 et 30%).

## 54 Projets de R&D soutenus ou labellisés

En 2014, Végépolys a soutenus ou labellisés 54 projets partenariaux de R&D dont 31 projets ont pour partenaires des équipes de la SFR Quasav.

Parmi tous ces projets, 22 sont financés dont 1 FUI (ADVANTAGE), 2 projet « Innovation » financé par la région Pays de la Loire (VSS, ORCA), 1 investissement d'avenir (PALM), 5 ANR (CEMMU, COMBINING, ECOVILLE, VINOBOBODIES-NANOBODIES, VIRAPHIPLANT), 3 CASDAR (PEPS, BELAROSA, GENOPARFUM), 3 ECOPHYTO (MILAROM, SERUM, NABUCO), 4 RFI (FUNMAGAZINE, SCALD, FUNHY, REGULONG), 1 Université d'Angers (PATHARASEED).

Parmi les projets innovants collaboratifs financés :



- **ADVANTAGE** rassemble 5 entreprises (Agrauxine, Pépinière Mercier, BAYER, Cybeletech, Telespazio) et 3 laboratoires et l'IFV pour concevoir une approche globale de lutte contre les maladies du bois de la vigne.



- **ORCA** concevra des films de semi-forçage et de paillage innovants utilisant les cascades lumineuses pour optimiser le spectre solaire reçu sous les films agricoles en fonction des impacts souhaités sur les végétaux. Ce projet associe CASCADE (start-up dans les matériaux) Trioplast, l'équipe Arche de l'IRHS et l'IMM pendant 3 ans.



- **Vins sans sulfites (VSS)** rassemble les entreprises Les vigneron des terroirs de la Noëlle, LVVD et MGAV avec l'IFV et le laboratoire Grappe de l'ESA sur un projet de 3 ans.

## Végépolys a donné son soutien à 15 colloques et congrès

dont le Végépolys Symposium avec le GIS fruit, Végéconso avec l'ESA, Qualisem, Symposium Carotte, etc...

## Des partenariats renforcés entre le Centre de R&D de Végépolys et les équipes de la SFR Quasav

En 2014, le centre de R&D du pôle s'est investi dans 4 projets collaboratifs construits par des équipes de recherche de la SFR : PEPS, BELAROSA, GENOPARFUM (financés par le CASDAR tous les 3) et NABUCO (ECOPHYTO).

Le partenariat avec l'équipe de Marie-Noëlle Brisset de ResPom (UMR IRHS) se poursuit : la licence du brevet sur la qPFD pomme a été élargi à la vigne, à la pomme de terre et à la tomate. Plusieurs prestations pour des entreprises ont été engagées.

## Un nouveau dispositif pour favoriser l'insertion européenne de ses membres :



En 2014, Végépolys a répondu à un appel à projet du Ministère de l'industrie avec ses collègues pôles français Qualimed, Terralia et Qualitropic et a été sélectionné.

PROPICE propose aux entreprises de bénéficier d'un diagnostic de leurs possibilités d'insertion dans H2020. Le pôle peut ensuite leur transmettre de l'information ciblée et les mettre en relation avec de potentiels partenaires grâce à ses réseaux internationaux. Les PME et ETI primo-accédantes pourront bénéficier d'un financement pour être accompagnées par des consultants dans le montage de leur projet européen.

## Angers, ville d'accueil pour le congrès mondial IHC de l'ISHS en 2022



Grace au travail conjoint de l'Agglomération angevine, de la communauté scientifique et de Végépolys, Angers a remporté l'organisation de ce congrès. Toutes les forces sont en l'action pour réussir cet événement qui réunira 4000 congressistes.





**Comité éditorial** : Marie-Noëlle Brisset, Elisabeth Chevreau, Marie-Agnès Jacques,  
Marie-Pierre Louage, Nathalie Mansion, Sylvia Marion

**Edition** : INRA Centre Angers-Nantes

**Photos** : INRA, Agrocampus Ouest Centre d'Angers-INHP, Université d'Angers, Université de Nantes,  
Université de Rennes I, ESA, GEVES ; **couverture** : David Macherel, INRA