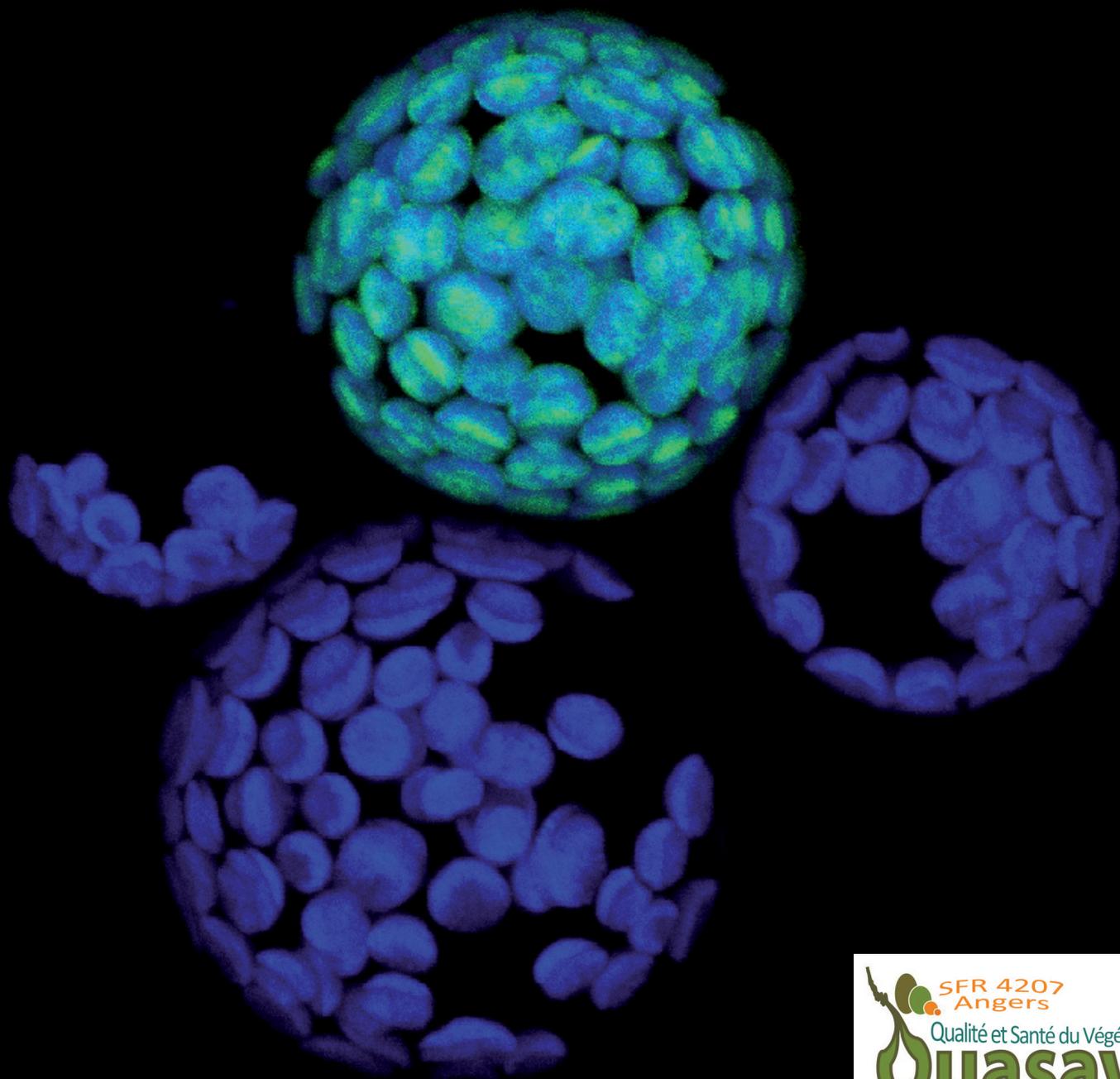


**Pôle recherche Végétal**  
**SFR QUASAV et partenaires**





# PRÉAMBULE

---

La Structure Fédérative de Recherche « Qualité et Santé du Végétal » (SFR QUASAV) vous présente le 9<sup>ème</sup> volume des « faits marquants du pôle recherche végétal », pour l'année 2013. 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-Paysage et société, Paysage et Ecologie). Enfin, ce rapport contient également une contribution des 3 principaux partenaires angevins de la SFR : l'ANSES, le GEVES et Végépolys.

Au sein de la SFR QUASAV, l'année 2013 a été celle de la mise en place du service de phénotypage « PHENOTIC : Semences et Plantes », développé en étroite collaboration avec les équipes du secteur STIC. Cette nouvelle plateforme a été labellisée par BioGenOuest. La SFR a également étendu ses services mutualisés en intégrant la plateforme préexistante à l'ESA « SensoVeg », outil d'évaluation sensorielle et de science du consommateur pour le végétal et le vin.

Pendant l'année 2013, la SFR s'est principalement mobilisée pour coordonner 2 grands projets structurants pour la communauté végétale angevine dans les prochaines années :

- Le projet RFI Végétal (2014-2018), financé par la Région Pays de Loire, a pour but de faire du Campus du végétal un pôle d'excellence intégré de formation, de recherche translationnelle et d'innovation dédié au végétal spécialisé, de visibilité mondiale. Il est basé sur les 3 axes structurants de la SFR :

- Gestion durable de la santé des plantes
- Qualité physiologique et sanitaire des semences
- Qualité et diversité des plantes horticoles à usage alimentaire et ornemental

et sur deux axes d'émergence :

- Intégration du végétal en milieu urbain et péri-urbain
- Leviers méthodologiques : post-génomique, phénotypage multi-échelle, big data

- En vue du prochain CPER 2015-2020, la SFR a également préparé un projet de constitution d'un pôle d'ingénierie végétale avec 2 objectifs : la création d'un démonstrateur pré-industriel de phénotypage pour l'horticulture et les semences et la montée en puissance des plateformes de la SFR et de Végépolys-Innovation.

Plusieurs autres projets de recherche transdisciplinaires (de financement régional) ont également commencé en 2013 : projet GRIOTE sur l'intégration de données biologiques à très grande échelle ; projet INUMAMET sur l'optimisation de l'impact des nutriments issus de la carotte et la pomme contre les maladies métaboliques ; projet HYPROTREC sur la sélection de nouveaux actifs immunorégulateurs, anti-inflammatoires ou vasoprotecteurs à partir d'extraits de plantes médicinales ligériennes chimiquement modifiés.

Les 14 et 15 Janvier 2013 se sont déroulées les 7<sup>èmes</sup> Rencontres du Végétal organisées par Agrocampus Ouest en partenariat avec l'INRA, le GEVES, l'ESA, l'Université d'Angers, et le pôle de compétitivité Végépolys, sur le thème " Santé, Bien-être et Environnement : des défis pour la recherche et l'expérimentation en végétal spécialisé ». Elles ont rassemblé 280 participants des secteurs de la recherche, de l'expérimentation et du développement.

Dans le cadre du projet immobilier du Campus du Végétal, toutes les constructions ont commencé à l'été 2013. Les nouvelles Installations Expérimentales Mutualisées (INEM) seront fonctionnelles en juin 2014. La Maison du Végétal, qui regroupera le pôle de compétitivité Végépolys et l'association Plante et Cité, sera elle aussi livrée en août 2014. Enfin, la première pierre du bâtiment dédié à la recherche a été posée en novembre, pour une livraison attendue au printemps 2015.

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 Arch-E ..... 05
	Equipe GDO ..... 06
	Equipe FruitQual ..... 08
	Equipe EcoFun ..... 09
	Equipe ResPom ..... 10
	Equipe QuaRVeg ..... 11
	Equipe FungiSem ..... 12
	Equipe EmerSys ..... 14
	Equipe ALSA ..... 16
	Equipe Concerto ..... 17
IGEPP	Equipe EGI ..... 28
GRAPPE	..... 30
LBPV	..... 35
LEVA	..... 37
RCIM	..... 41
SONAS	..... 44
UE HORTICOLE	..... 46
UE VIGNE ET VIN	..... 48

**Unités hors SFR**

EPHOR	..... 51
GRANEM	..... 55
ESO	Equipe PAYSAGES ET SOCIETES ..... 57
PAYSAGE ET ECOLOGIE	..... 59

**Partenaire de la SFR**

ANSES	..... 61
GEVES	..... 62
VEGEPOLYS	..... 66

<b>Culture scientifique et technique</b>	..... 68
--	----------



# Interaction génotype x environnement et héritabilité au sens large de caractères architecturaux chez le rosier buisson

## Objectif

Evaluer l'effet des facteurs génotype et environnement, et leur interaction, sur 6 variables architecturales, mesurées à l'échelle de la plante entière ou de l'axe, ainsi que leur héritabilité au sens large.

## Contexte

La forme globale de la plante est une composante majeure de la qualité visuelle des plantes d'ornement en pot. Elle provient de la mise en place dans l'espace des différents organes aériens selon des règles d'organisation propres à chaque espèce. Cette construction architecturale résulte de processus de croissance et de ramification, dépendant de facteurs génétiques et environnementaux, et de leurs interactions. La forme de la plante peut ainsi être contrôlée par la voie génétique, via la création variétale et/ou par le contrôle de l'environnement, via l'application de techniques culturales, comme la restriction hydrique ou la modification du spectre lumineux. Ces méthodes sont appliquées par les obtenteurs et les horticulteurs mais d'une façon plus ou moins empirique. C'est pourquoi, nous avons engagé un travail sur l'analyse génétique de l'architecture chez le rosier et l'effet de facteurs environnementaux (lumière, restriction hydrique, stimulation mécanique). Une meilleure connaissance de l'hérédité des caractères architecturaux, mais aussi de l'interaction génotype x environnement, permettrait une meilleure maîtrise de l'architecture de la plante, et donc de sa forme.

## Résultats

Huit cultivars de rosier buisson diploïdes et remontants ont été choisis pour leur forme contrastée, allant du port buissonnant érigé au port rampant. Les plantes ont été cultivées en pot, sous serre, au printemps 2011 et 2012, deux années très contrastées pour la quantité de rayonnement cumulé, avec un écart relatif (de 2012 par rapport à 2011) allant de -24.6% (avril) à +13.7% (mars).

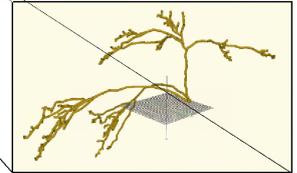
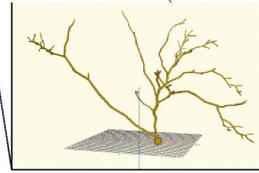
Année 2011



Année 2012



The Fairy



Forme et architecture du génotype 'The Fairy', cultivé en pot, sous serre, en 2011 et 2012.

L'architecture a été numérisée par digitalisation, à deux échelles d'observation, la plante et l'axe. Des effets génotype (G) et environnement (E) fortement significatifs ont été mis en évidence pour toutes les variables mesurées, ainsi qu'une interaction G x E. Pour l'effet environnement, un effet significatif a été montré, avec des valeurs plus élevées pour l'année 2012 et pour toutes les variables. L'interaction G x E était due i) à des regroupements différents de génotypes selon l'année ; ii) à des amplitudes de réponse différentes entre années selon le génotype. L'héritabilité au sens large a été calculée pour chacune de ces variables. Elle était modérée à élevée, allant de 48% pour la longueur des axes longs à 98% pour le nombre de métamères des axes longs.

## Perspectives

A partir de ces résultats, l'analyse génétique peut être envisagée pour ces six variables architecturales ; elle a été engagée dans le cadre d'une thèse CIFRE portée par Astredhor, à partir de descendances en ségrégation. Celles-ci ont été construites à partir du croisement entre trois génotypes choisis parmi les huit étudiés précédemment.

## Bibliographie

■ Crespel L., Le Bras C., Relion D., Morel P. 2014. Genotype x year interaction and broad-sense heritability of architectural characteristics in rose bush. *Plant Breeding*, 133: 412-418.

## Contact

**Laurent CRESPEL**, UMR IRHS (Inra, Agrocampus Ouest, Université d'Angers), 2 rue le Nôtre, 49045 Angers Cedex. Mél : laurent.crespel@agrocampus-ouest.fr

## Estrella, une nouvelle variété de clématite

### Objectif

Le but de ce programme de croisements interspécifiques était d'obtenir des plantes compactes et florifères s'adaptant, aussi bien aux espaces paysagers qu'aux jardins de taille réduite, avec la mise au point de sauvetage de graines *in vitro*.

### Contexte

Estrella (*Clematis* SAPHYRA® Estrella 'Cleminov 27') est une co-obtention INRA – GIE SAPHINOV ; elle est issue des travaux d'innovation variétale de l'équipe ornement du site INRA d'Angers (actuelle équipe GDO de l'IRHS) ; ces travaux ont été développés grâce à des contrats de partenariats successifs avec des pépiniéristes français regroupés en GIE (SAPHO, SAPHYR, SAPHINOV puis EUROGENI). L'ensemble de ces partenariats, commencés en 1974, a permis de créer et de diffuser une trentaine de variétés innovantes, protégées et diffusées en Europe, dont certaines ont été brevetées aux USA.

### Résultats

Estrella est issue d'un croisement interspécifique réalisé en 2001 entre *Clematis integrifolia* 'alba' (femelle compacte à petites fleurs en clochettes) et *Clematis syrena* (mâle grimpant à grande fleurs). Ce croisement, suivi de sauvetage d'embryons, a donné 64 individus, mais c'est ce clone qui a été retenu après observations à l'INRA puis multiplication et expérimentation chez les partenaires de SAPHINOV. La pépinière Travers, qui la commercialise, a présenté la variété au salon du Végétal en 2014 et elle a été acceptée pour participer au concours Innovert.

Estrella : une nuée de petites étoiles et un développement particulièrement réduit. Elle possède un coloris violet clair nouveau dans la série des clématites SAPHYRA®, caractérisée par un port réduit et buissonnant permettant une conduite sur un petit support ou muret mais aussi librement en couvre-sol. Très florifère avec de nombreuses petites fleurs en étoiles violet clair et une excellente résistance à l'oïdium. Fleurit en été. Adaptée aussi bien aux espaces paysagers qu'aux jardins de taille réduite. Hauteur : 0,8 m (Édition Sapho, La Ménitrie 49).



Buisson érigé de la *Clématite integrifolia* 'Cleminov 27', SAPHYRA® Estrella

### Perspectives

Le partenariat avec la profession horticole se poursuit sur 2010-2014 avec le projet BRIO (Breeding, Research and Innovation on Ornamentals), projet tri-partite Entreprises-Recherche-Pôle de compétitivité. Sur la base de travaux antérieurs, l'objectif est d'intégrer sur huit genres (*Agapanthus*, *Alstroemeria*, *Anemone*, *Cytisus*, *Dianthus*, *Genistea*, *Hibiscus*, *Hydrangea* et *Viola*) le maximum de données phénotypiques, génotypiques, taxonomiques, cytogénétiques et biologiques. Ces données sont exploitées pour des analyses fondamentales de phylogénie, de distance génétique et pour mettre en œuvre des méthodes de création de variabilité. Toutes les informations disponibles, ainsi que nos propres études, seront utilisées dans une méthodologie nouvelle : un outil d'aide à la décision permettra de choisir de façon optimale parmi les schémas de sélection possibles, et d'accélérer le processus de création variétale.

### Partenaire

GIE - SAPHINOV

### Bibliographie

■ COV n° 2013/3280 : *C. integrifolia* 'Cleminov 27', SAPHYRA® Estrella.

[http://www.sapho.fr/france/grimpantes/clematis/saphyra\\_estrella/page\\_estrella.htm](http://www.sapho.fr/france/grimpantes/clematis/saphyra_estrella/page_estrella.htm)

### Contact

**Véronique KAPUSTA**, UMR IRHS (Inra, Agrocampus Ouest, Université d'Angers), 42 rue Georges Morel, 49071 Beaucouzé cedex. Mél : [veronique.kapusta@angers.inra.fr](mailto:veronique.kapusta@angers.inra.fr)

## Strigolactones et débournement chez le rosier



Impact d'un traitement lumineux différentiel le long de la tige sur le gradient de débournement des bourgeons axillaires de rosier (*R. hybrida* 'Radrazz').

### Objectif

L'objectif de ce travail a été d'étudier l'impact des facteurs environnementaux, en particulier lumière et température, sur le débournement des bourgeons du rosier et de comprendre les mécanismes moléculaires impliqués dans ce processus.

### Contexte

La forme des plantes ornementales est un critère déterminant de la qualité visuelle et donc de la valeur marchande. Elle dépend de l'architecture de la plante et est sous le contrôle du génotype et de l'environnement.

### Résultats

Ce travail a été mené sur deux rosiers à développement acrotonne (capacité de débournement des bourgeons de l'extrémité de l'axe), en s'intéressant plus particulièrement au rôle d'une nouvelle classe d'hormones végétales, les strigolactones (SL), inhibitrices du débournement des bourgeons axillaires. Chez *Arabidopsis* et le pois, elles sont issues de la transcription des gènes *MAX/RMS* (*more axillary growth/ramosus*). Les orthologues de ces gènes ont été isolés chez le rosier *Rosa wichurana* (*Rw*) et cartographiés. Le gène *RwMAX2*, codant pour une protéine F-box impliquée dans la signalisation des SL, co-localise avec un QTL qui gouverne la ramification de rosier de jardin. Lorsque les rosiers sont soumis à des traitements environnementaux contrastés dans l'espace (partie distale de la tige à l'obscurité, partie proximale à la lumière) ou dans le temps (traitement à basse température (5°C) pendant quelques semaines puis retour à une température douce (20°C)), le gradient de ramification le long de la tige est profondément modifié. Nous avons montré que cela s'accompagne d'une modification des niveaux d'expression des gènes de synthèse et de signalisation des SLs dans la tige et les bourgeons axillaires.

### Perspectives

Toutefois, il ressort de notre étude que le gradient de débournement le long de la tige ne peut simplement être expliqué par le gradient d'expression des gènes *RwMAX* le long de l'axe mais plutôt par leur régulation locale au niveau de chaque entrenœud et bourgeon, ce qui reste à étudier.

### Partenaires

Ce travail a été réalisé dans le cadre du post-doctorat de Samia Djennane, encadré par Nathalie Leduc (Arch-E) et Laurence Hibrand-Saint Oyant (GDO). Ce projet a été financé par la Région Pays de La Loire (Programme COSAVE).

### Bibliographie

■ Djennane S., Hibrand-Saint Oyant L., Kawamura K., Lalanne D., Laffaire M., Thouroude T., Chalain S., Sakr S., Boumaza R., Foucher F. et 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: 742-747.

### Contact

**Nathalie LEDUC**, UMR IRHS (Inra, Agrocampus Ouest, Université d'Angers), UFR Sciences, 2 bd Lavoisier, 49000 Angers. Mél : [Nathalie.Leduc@univ-angers.fr](mailto:Nathalie.Leduc@univ-angers.fr)

## Relever les défis d'une horticulture durable avec des plantes virtuelles

### Objectif

Cette revue invitée, parue dans *Frontiers in Plant Science* avait comme objectif d'explorer les possibilités d'utiliser des modèles structure-fonction (« plantes virtuelles ») en tant qu'outils de recherche, de formation, et d'aide à la décision en horticulture.

### Contexte

Le secteur horticole en France est confronté à d'énormes défis : des conditions climatiques variables, une législation plus restrictive avec une forte réduction des intrants incitant au développement d'une horticulture plus respectueuse de l'environnement tout en maintenant des produits de hauts niveaux de qualité. L'ensemble des acteurs de la filière doit donc rapidement offrir des solutions pour relever ces défis. Cela implique une analyse critique des systèmes de productions existants afin d'identifier leurs points faibles et forts. Dans ce contexte les modèles spatialement explicites qui simulent le fonctionnement physiologique ainsi que la morphogénèse des organes d'une plante pourraient jouer un rôle de facilitateur.

### Résultats

La revue tente d'analyser les motivations et attentes des différents acteurs des filières de production concernant l'utilisation de la technique de modélisation. Elle révèle les différentes raisons de leur difficulté d'acceptation, notamment liées au fait qu'un modèle est souvent conçu par des scientifiques et pour des objectifs scientifiques, s'éloignant ainsi des attentes concrètes et finalisées de production. D'autant plus que les conditions pour lesquelles un modèle est paramétré, calibré et testé, sont souvent fondamentalement différents des conditions de culture professionnelle, rajoutant ainsi le problème du transfert et de la mise en application d'un modèle scientifique. La filière d'arboriculture fruitière qui nous a servi ici comme exemple, révèle un autre problème lié au fait que son système de production, le verger, « accumule » sa propre histoire d'événements climatiques et d'interventions culturales qui se



Modèle 3D d'une charpentièrre du pommier.

traduisent par une architecture et un fonctionnement physiologique de l'arbre devenant de plus en plus complexe avec l'âge.

### Perspectives

Un projet de modélisation multi-échelle des processus écophysologiques autour du transport de sucre et de l'eau dans la charpentièrre du pommier a été initié récemment. La première réalisation sera le prototype d'un modèle 3D entièrement objet-orienté et simulant des processus de base pour chaque organe : photosynthèse, croissance, respiration. Dans un second temps, partant d'une architecture initiale et une cinétique des organes connues, le modèle aidera à prédire les flux de sucre et d'eau entre les organes sources (feuilles) et puits (fruits) le long des rameaux. Un objectif ultérieur sera de coupler ce modèle avec le modèle « fruit virtuel » et l'utiliser pour prédire la qualité des fruits en fonction des génotypes et de l'environnement.

### Partenaires

Université de Göttingen, Allemagne (informatique); INRA Avignon (fruit virtuel); INRA Montpellier (modèles architecturaux); ECP Paris (optimisation des modèles); Projet Région PL (2012-2016).

### Bibliographie

- Buck-Sorlin G., Delaire M. 2013. Meeting present and future challenges in sustainable horticulture using virtual plants. *Frontiers in Plant Science* 4 (00443), DOI=10.3389/fpls.2013.00443.
- Buck-Sorlin G. 2013. Functional-structural plant modeling in *Encyclopedia of Systems Biology*, eds W. Dubitzky, O. Wolkenhauer, K. Cho, and H. Yokota (New York, NY: Springer), 778–781.

### Contact

**Gerhard BUCK-SORLIN**, UMR IRHS (Inra, Agrocampus Ouest, Université d'Angers), 2 rue André le Nôtre, 49045 Angers cedex. Mél : gerhard.buck-sorlin@agrocampus-ouest.fr

# Durabilité des multirésistances chez les plantes. Modèle d'adaptation d'un agent pathogène

## Contexte

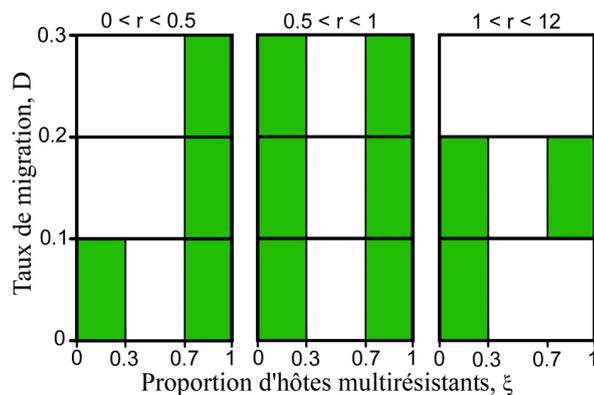
La durabilité de la lutte génétique basée sur l'utilisation de gènes de résistance totale se heurte à l'adaptation des populations pathogènes. Pyramider des gènes dans un génotype constitue un moyen de ralentir l'adaptation des populations pathogènes, encore faut-il comprendre la façon dont leur déploiement en peuplement végétal influe sur la rapidité d'adaptation des agents pathogènes.

## Objectif

A cette fin, nous avons construit un modèle stochastique qui permet d'estimer le temps d'apparition d'un agent pathogène mutant, adapté aux multirésistances portées par une population d'hôtes. La multirésistance est considérée ici comme une combinaison de gènes majeurs conférant une résistance totale à un cultivar. Cette résistance totale peut également être conférée à des individus hôtes ne possédant qu'un sous-ensemble de ces gènes majeurs (individus dits hôtes à combinaison incomplète). Deux traits d'histoire de vie de l'agent pathogène sont pris en compte dans l'adaptation à la résistance : capacité de migration et capacité de reproduction.

## Résultats

Les résultats révèlent l'importance du processus stochastique de migrations dans la dynamique adaptative de l'agent pathogène. En premier lieu, le modèle montre sous quelles conditions de taux de reproduction et de migration les pathogènes peuvent s'adapter rapidement aux multirésistances, même si une faible proportion d'hôtes résistants est utilisée. En second lieu, le modèle met en évidence l'impact négatif des hôtes portant des combinaisons « incomplètes » sur la durabilité des multirésistances. En effet, il est plus durable d'associer des hôtes possédant la multirésistance à des hôtes sensibles possédant un ou plusieurs gènes de résistance contournés indépendamment que de les associer à des hôtes à combinaison incomplète. En troisième lieu, ce modèle montre que les coûts de mutation engendrés par l'adaptation aux résistances totales multigéniques ne sont pas directement reliés à la durabilité de ces résistances.



Un diagramme d'aide à la décision pour aider à l'élaboration de stratégies de gestion des multirésistances afin de retarder l'apparition des agents pathogènes adaptés. Le diagramme résume des temps d'apparition d'un mutant en fonction de trois paramètres : le taux de reproduction de la population de pathogène,  $r$ , son taux de migration,  $D$ , et la proportion d'hôtes multirésistants,  $\xi$ . Pour toute paire de paramètres pathogènes ( $r$ ,  $D$ ), le schéma représente en vert les proportions d'hôtes multirésistants qui pourraient retarder l'adaptation des agents pathogènes. Par exemple, un agent pathogène avec une forte croissance et des taux de migration élevés s'adapte rapidement à n'importe quelle proportion de l'hôte multirésistant, tandis que l'adaptation d'un agent pathogène à croissance et taux de migration intermédiaires peut être inhibée par des proportions faibles ou élevées d'hôtes multirésistants.

## Perspectives

Cette étude théorique nous permet d'augmenter nos connaissances sur les principes d'utilisation des multirésistances en vue d'une gestion plus durable. D'autres modèles sont construits optimisant la spatialisation des variétés à résistance totale et partielle. À terme ces travaux permettront de développer des outils d'aide à la décision dans le domaine de la gestion durable des résistances.

## Partenaires

LAREMA Laboratoire Angevin de Recherche en Mathématiques Université d'Angers.

Ce travail a été mené dans le cadre du projet MO-DEMAVE financé par la Région la Pays de La Loire.

## Bibliographie

■ Bourget R., Chaumont L., Sapoukhina N. 2013. Timing of pathogen adaptation to a multicomponent treatment. PLoS ONE 8(8): e71926. doi:10.1371/journal.pone.0071926.

## Contact

**Natalia SAPOUKHINA**, UMR IRHS (Inra, Agrocampus Ouest, Université d'Angers), 42 rue Georges Morel, 49071 Beaucouzé cedex. Mél : Natalia.Sapoukhina@angers.inra.fr

## Pressions de sélection différentielles exercées par le pommier sur le champignon *Venturia inaequalis*



© V. Caffier, INRA

Tavelure à la surface d'une feuille de pommier

### Objectif

Nous avons cherché à évaluer si divers facteurs de résistance du pommier filtrent différenciellement un mélange de souches du champignon *Venturia inaequalis* en fonction de leur spectre d'action vis-à-vis de ces souches.

### Contexte

Comprendre comment les agents pathogènes évoluent en fonction des pressions de sélection exercées par les plantes hôtes est essentiel pour définir des stratégies de gestion durable des variétés résistantes. Le spectre d'action des facteurs de résistance portés par des variétés à résistance partielle est considéré comme un déterminant majeur de ces pressions de sélection. Cependant, les mesures de pressions exercées par les résistances quantitatives sur une population pathogène sont encore rares. Nous avons donc cherché à analyser le lien entre pressions de sélection et spectres d'action de facteurs de résistance dans le cas de l'interaction entre le pommier et le champignon *Venturia inaequalis* responsable de la tavelure qui est la principale maladie fongique en verger commercial.

### Résultats

Pour suivre les pressions de sélection exercées par des génotypes de pommier portant différents facteurs de résistance quantitative (quantitative trait loci – QTLs) sur un mélange de souches de *V. inaequalis* co-inoculées, nous avons suivi les fréquences de chaque souche lors de la sporulation qui suivait l'inoculation grâce à une technique de pyroséquençage et une approche de cartographie génétique de QTL. Nous avons montré que les facteurs de résistance à large spectre (c.à.d. identifiés comme efficaces vis-à-vis de chacune des souches du mélange) n'exercent pas de pression de sélection différentielle entre les souches, alors que les facteurs de résistance spécifiques (effi-

caces vis-à-vis de certaines souches seulement) diminuent la fréquence de certaines souches ce qui entraîne une augmentation corrélative de la fréquence des autres souches. La compétition entre souches apparaît cependant comme un autre élément important à prendre en compte car pouvant varier en fonction de la fréquence et de la densité des souches au niveau de la sporulation.

### Perspectives

La gestion des pressions de sélection nécessite de passer par les outils de modélisation et de simulation pour analyser le devenir des populations pathogènes ; ceci en tenant compte du mode de combinaison intra-variétale et du déploiement dans l'espace des facteurs de résistance partielle disponibles. La gestion des cultivars pourrait ainsi être différenciée en fonction des facteurs de résistance qu'ils portent, mais aussi de la présence des autres variétés résistantes et sensibles dans le paysage environnant.

### Partenaires

D. Brunel, A. Chauveau – Equipe EPGV, Centre National de Géotypage, Evry, France.

### Bibliographie

■ Lê Van A., Caffier V., Lasserre-Zuber P., Chauveau A., Brunel D., Le Cam B., Durel C.E. 2013. Differential selection pressures exerted by host resistance quantitative trait loci on a pathogen population: a case study in an apple x *Venturia inaequalis* pathosystem. *New Phytologist* 197: 899-908.

### Contact

**Charles-Eric DUREL**, UMR IRHS (Inra, Agrocampus Ouest, Université d'Angers), 42 rue Georges Morel, 49071 Beaucouzé cedex. Mél : [charles-eric.durel@angers.inra.fr](mailto:charles-eric.durel@angers.inra.fr)

## Accumulation des caroténoïdes dans la racine de carotte

### Objectif

Ce travail porte sur l'identification des facteurs génétiques impliqués dans l'accumulation des caroténoïdes dans la racine de carotte, en lien avec sa couleur.

### Contexte

La qualité alimentaire des produits végétaux est déterminée notamment par leurs teneurs en métabolites secondaires. L'accumulation de ces composés dépend à la fois du génotype et des conditions environnementales. Du fait de sa teneur en caroténoïdes, la carotte, *Daucus carota* L., présente un grand intérêt nutritionnel et une grande variabilité de la coloration racinaire, obtenue par sélection anthropique. Encore partielle, la connaissance du déterminisme génétique de la teneur en caroténoïdes est pourtant un enjeu important pour la création variétale en vue d'une segmentation du marché. Les travaux présentés ici ont pour objectif d'étudier l'impact de la variation nucléotidique de gènes de la voie de biosynthèse des caroténoïdes sur leur accumulation dans la racine de la carotte cultivée.

### Résultats

Une approche de génétique d'association a été entreprise sur deux populations, un panel structuré de lignées et une population déstructurée. La résolution de l'étude a été préalablement évaluée par la mesure de l'étendue du déséquilibre de liaison. La structuration des ressources génétiques de l'espèce a été étudiée pour évaluer le risque de détection de faux positifs lors des tests d'associations. Les résultats mettent en évidence les rôles prépondérants des gènes de l'anabolisme et du catabolisme dans l'accumulation globale des caroténoïdes. En particulier, le gène de la zéaxanthine époxydase, associé à la teneur en  $\beta$ -carotène et caroténoïdes totaux, pourrait être impliqué dans la coloration jaune ou orange et serait le gène sous-jacent au locus Y2. Plus spécifiquement, les lycopène  $\beta$ -cyclases et une carotène hydroxylase seraient responsables de l'accumulation en lycopène et  $\alpha$ -carotène, respectivement. Ces résultats montrent la complémentarité des populations utilisées afin d'améliorer le potentiel de détection d'associations, et permettent de proposer des



Population déstructurée de carotte pour étude de génétique d'association

schémas de fonctionnement de la voie de biosynthèse des caroténoïdes aboutissant aux différents types colorés de carotte.

### Perspectives

L'accumulation de métabolites secondaires est affectée par -ou est impliquée dans la réponse à des stress. Les travaux futurs viseront à identifier les molécules-clés et les mécanismes de réponse au(x) stress chez la carotte. L'impact de conditions pénalisantes sur les caroténoïdes devra être expliqué et le rôle de l'acide abscissique, médiateur de la réponse aux stress biotiques et abiotiques chez de nombreux végétaux et produit de dégradation des caroténoïdes, sera déterminé. Une étude multi-échelles (gènes - enzymes de biosynthèse et protéines régulatrices - métabolites secondaires et phytohormones), alliant des approches avec et sans a priori et prenant en compte la physiologie de la plante au cours de son développement dans différents environnements sera mise en œuvre.

### Partenaire

Université Freiburg (Allemagne).

### Bibliographie

- Jourdan M. 2013. Thèse Université d'Angers, Impact de la variation nucléotidique de gènes de la voie de biosynthèse des caroténoïdes sur leur accumulation dans la racine de carotte cultivée.
- Soufflet-Freslon V, Jourdan M, Clotault J, Huet S, Briard M, Peltier D, Geoffriau E. 2013. Functional gene polymorphism to reveal species history: the case of the CRTISO gene in cultivated carrots. PLoS ONE 8(8): e70801.

### Contact

**Emmanuel GEOFFRIAU**, UMR IRHS (Inra, Agrocampus Ouest, Université d'Angers), 2 rue Le Nôtre, 49045 ANGERS Cedex 01. Mél : emmanuel.geoffriau@agrocampus-ouest.fr

## Etiologie des grillures d'ombelles de carotte porte-graine

### Objectif

L'objectif est de mieux connaître l'agent causal de la maladie et son épidémiologie, avec un intérêt particulier pour l'étape de transmission du champignon à la semence. Ces connaissances seront utilisées pour proposer des méthodes de lutte adaptées.

### Contexte

La production française de semences de carotte représente actuellement environ 25% des surfaces de multiplication de semences potagères fines. Depuis 2007, une maladie ré-émergente provoquant des grillures d'ombelles et des nécroses sur tiges sévit dans les cultures porte-graines, en particulier en Région Centre. Les ombelles touchées se dessèchent prématurément et les pertes de rendement en semences sont évaluées à environ 8% en cas de fortes attaques. La question de la transmission de la maladie et de la qualité sanitaire des semences se pose, sachant que ces semences sont vendues dans le monde entier. En 2009, le champignon *Diaporthe angelicae* a été isolé à partir de symptômes. Cette espèce a été détectée dans des analyses sanitaires de semences.

### Résultats

Une collection de 120 isolats a été constituée à partir de symptômes prélevés sur ombelles, tiges ou débris de cultures dans des parcelles de carotte et persil porte-graines de différentes régions françaises. Sur la base de critères phénotypiques (aspect des colonies, production de pycnides et de périthèces, morphologie des conidies), ainsi que par le séquençage des régions ITS de l'ADN ribosomique, nous avons montré que la maladie est due majoritairement à un complexe de deux espèces du genre *Diaporthe* (*D. angelicae* et *D. eres*). Quatre isolats de chaque espèce ont été sélectionnés de façon à représenter un maximum de variabilité en fonction des caractères mentionnés ci-dessus. La sensibilité de ces isolats à 9 fongicides présentant des modes d'action différents a été testée *in vitro*. En moyenne, les deux espèces présentent le même profil de sensibilité à ces matières actives, qui par ailleurs ont un potentiel inhibiteur très variable. En utilisant un isolat de chaque espèce, des contaminations artificielles



Symptômes de grillure d'ombelle de carotte dus à *Diaporthe* sp.

sur ombelles détachées en module climatique (par aspersion de conidies ou dépôt de gouttes de suspensions conidiennes) ont permis de reproduire les symptômes de grillure.

### Perspectives

La variabilité intraspécifique au sein de *D. angelicae* et de *D. eres* sera étudiée sur la base du polymorphisme des séquences IGS de l'ADN ribosomique, afin d'évaluer la diversité de ces agents pathogènes et mesurer son impact sur la gestion de méthodes de contrôle. La détection moléculaire par PCR du champignon dans des lots de semences contaminés de façon naturelle sera mise en œuvre (broyage ou macération de semences) de façon à compléter les tests de détection classique qui se révèlent peu efficaces. Des essais de contamination au champ seront réalisés afin de mettre au point des méthodes d'inoculation artificielle en conditions réelles de culture de carotte porte-graine. Ces protocoles standardisés permettront d'étudier l'épidémiologie et évaluer l'efficacité de méthodes de lutte.

### Partenaires

Cette étude est réalisée dans le cadre d'un projet CTPS (Diapocar, 2013-2015) coordonné par la FNAMS avec le partenariat du GEVES-SNES, des entreprises semencières HMClause et Vilmorin et de l'IRHS (équipe Fungisem).

### Bibliographie

■ Ménard L., Brandeis P.E., Simoneau P., Poupard P., Grimault V., Sérandat I., Detoc J., Robbes L., Bastide F., Laurent E., Gombert J. et Morel E. 2013. First report of umbel browning and stem necrosis caused by *Diaporthe angelicae* on carrot in France, Plant Disease, 98: 3.

### Contact

**Pascal POUPARD**, UMR IRHS (Inra, Agrocampus Ouest, Université d'Angers), 2 bd Lavoisier, 49045 Angers. Mél : pascal.poupard@univ-angers.fr

## Mécanismes de défense de la carotte face à *Alternaria dauci*

### Objectif

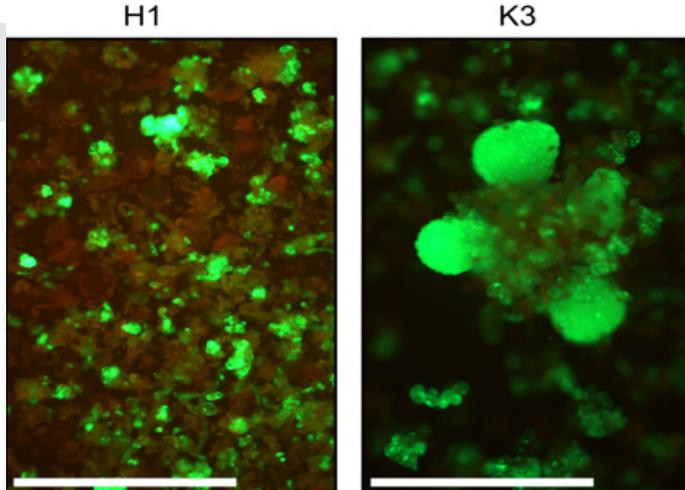
Le cumul de différentes résistances partielles dans un génotype peut permettre de créer des variétés à fort niveau de résistance durable. Pour cela, nous nous sommes fixés comme objectif de mieux comprendre les mécanismes associés à ces résistances.

### Contexte

La brûlure du feuillage, due à *Alternaria dauci* est la maladie foliaire la plus préjudiciable à la production de carotte. Les limitations liées à l'emploi de fongicides ont amené les acteurs de la filière à se tourner vers la lutte génétique. Des variétés à résistance partielle sont commercialisées mais leur niveau de résistance reste insuffisant. Malgré un certain nombre de découvertes récentes, les mécanismes de la résistance partielle sont mal connus. Dans le cas de l'interaction carotte / *A. dauci*, les travaux réalisés par les équipes QuaRVeg et FungiSem au cours de la thèse de Mickaël Lecomte, soutenue en 2013, ont permis d'étudier l'implication de deux voies de résistance différentes. L'une est liée à la voie de signalisation des jasmonates, l'autre aux toxines produites par le champignon.

### Résultats

Nous avons étudié l'implication de métabolites de défense produits par la carotte lors de l'interaction avec *Alternaria dauci*. Nous avons montré un effet inhibiteur de la 6-méthoxymelléine et surtout du falcarindiol sur le développement du champignon. La teneur de ces composés est supérieure chez un génotype résistant. L'étude de l'effet de métabolites toxiques produits par le champignon sur des cultures cellulaires de carotte montre une corrélation entre la réaction des cellules traitées par ces métabolites et la sensibilité/résistance des génotypes face au champignon. Différentes expérimentations ont permis de montrer que, contrairement à ce que l'on trouve dans la littérature, le zinniol n'est pas la principale toxine d'*A. dauci*. Ce rôle est joué par d'autres composés hydrophobes produits constitutivement. Enfin, nous avons recherché un lien entre la résistance partielle et les mécanismes de défense de la plante, en particulier ceux liés à la voie des jasmonates. Nos résultats montrent la surexpression d'un gène *PR4* chez un génotype résistant. L'ensemble de ces résultats suggère la présence d'une diversité des modalités de la résistance partielle de la carotte face à *A. dauci*.



Effet des toxines produites par *Alternaria dauci* sur les cellules embryogènes de deux génotypes différents : à gauche, forte mortalité cellulaire (cellules rouges) et activité métabolique faible (cellules vertes) chez la variété sensible H1, à l'inverse de la variété résistante K3 à droite.

### Perspectives

Les toxines produites par *A. dauci* semblent jouer un rôle important dans l'interaction et sont très mal connues. La question d'un lien entre toxicité des exsudats et pouvoir pathogène est actuellement étudiée. En collaboration avec le SONAS, une démarche de caractérisation de ces toxines a également été mise en place. Les données de séquences du transcriptome d'*A. dauci*, qui sont disponibles au laboratoire, pourront être exploitées pour rechercher des gènes de synthèse de toxines. L'étude du comportement de mutants KO d'*A. dauci* permettra de mieux comprendre leur voie de biosynthèse. Parallèlement, les données de séquence du génome de la carotte vont être utilisées pour sélectionner et étudier les gènes impliqués dans la réaction de la carotte face à *A. dauci* et aux toxines qu'il produit.

### Partenaire

SONAS.

### Bibliographie

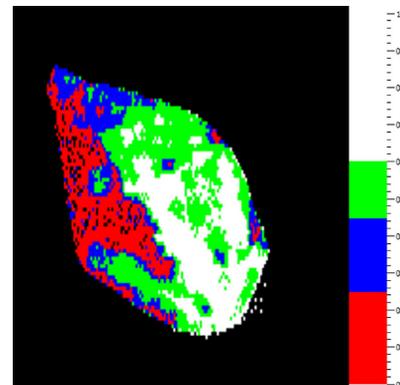
- Lecomte M., 2013. Thèse Université d'Angers, Analyse des mécanismes de défense de la carotte (*Daucus carota*) face au champignon pathogène *Alternaria dauci*, responsable de l'alternariose ou brûlure foliaire, 182 p.
- Boedo C., Bénichou S., Berruyer R., Bersihand S., Dongo A., Simoneau P., Lecomte M., Briard M., Le Clerc V. et Poupard P. 2012. Evaluating aggressiveness and host range of *Alternaria dauci* in a controlled environment. *Plant Pathology*. 61: 63-75.
- Lecomte M., Berruyer R., Hamama L., Boedo C., Hudhomme P., Bersihand S., Arul J., N'Guyen G., Gatto J., Guilet D., Richomme P., Simoneau P., Briard M., Le Clerc V., et Poupard P. 2012. Inhibitory effects of the carrot metabolites 6-methoxymellein and falcarindiol on development of the fungal leaf blight pathogen *Alternaria dauci*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*. 80:58-67.

### Contact

**Romain BERRUYER**, IRHS (Inra, Agrocampus Ouest, Université d'Angers), Université d'Angers, 49045 Angers. Mél : [romain.berruyer@univ-angers.fr](mailto:romain.berruyer@univ-angers.fr)

## Phénotypage de la sévérité des symptômes par imagerie

© C. Rousseau et T. Boureau, IRHS



Feuille de haricot présentant des symptômes de grasse commune. L'imagerie de fluorescence de chlorophylle a permis de sélectionner automatiquement les symptômes et de discriminer entre les tissus très altérés (rouge), modérément altérés (bleu) et peu altérés (vert). Les tissus sains sont présentés en blanc.

### Objectif

La quantification de symptômes sur feuille permet d'évaluer la résistance de la plante aux agents pathogènes. Des approches automatisées d'analyse d'images permettent d'envisager un phénotypage calibré, plus précis, avec un meilleur débit que le phénotypage visuel.

### Contexte

Jusqu'à présent, l'évaluation de la sévérité des maladies est réalisée par observation visuelle et assignation des différents échantillons à des classes d'intensité de symptômes. La précision dépend ainsi de la qualité des échelles de notation utilisées, et de l'expertise des notateurs, et est souvent insuffisante pour l'identification de QTLs de résistance. De plus, malgré des échelles de notation précises, la subjectivité de chaque notateur altère la reproductibilité du phénotypage visuel. Enfin, les itinéraires de sélection pour la résistance nécessitent une évaluation de la sévérité des symptômes sur un très grand nombre de plantes. Ainsi, la possibilité d'automatisation du phénotypage permettrait une augmentation substantielle des débits et l'accélération du processus de sélection.

### Résultats

Nous avons développé des méthodes d'analyse d'images afin d'évaluer la résistance de variétés de haricots à *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (*Xap*). L'imagerie de fluorescence de chlorophylle a été utilisée pour imager les variations spatio-temporelles du rendement moyen de fluorescence ( $Fv/Fm$ ) sur feuilles inoculées : la présence de l'agent pathogène entraîne une diminution du paramètre  $Fv/Fm$ . Cette approche nous a permis de mettre en évidence des zones impactées par l'agent pathogène sans présenter pour autant de symptômes visibles à l'œil.

Par des approches d'analyse d'image, chaque pixel de l'image est assigné à une catégorie (sain

ou malade) à partir de la valeur de  $Fv/Fm$ . Le pourcentage de feuille malade peut ainsi être calculé. De plus, des zones correspondant à différents stades de développement des symptômes (nécroses, chloroses...) peuvent être quantifiées indépendamment. Par cette approche, les niveaux de résistance de cinq variétés commerciales de haricot à *Xap* ont pu être comparés. Les méthodes d'analyse d'images ont été implémentées avec le logiciel R.

### Perspectives

L'approche est indépendante d'une notation visuelle, et peut être adaptée à de nombreux pathosystèmes, présentant ainsi un intérêt générique pour le phénotypage de la résistance des végétaux aux bio-agresseurs. Le script R de segmentation des images de fluorescence de chlorophylle est téléchargeable à l'adresse suivante : <http://lisa.univ-angers.fr/PHENOTIC/telechargements.html>

### Partenaires

PTF PHENOTIC, semences et plantes, LARIS (LISA). Financeurs : Angers Loire Métropole, Conseil Général, Département de Maine-et-Loire and Région Pays de la Loire

### Bibliographie

■ Rousseau C., Belin E., Bove E., Rousseau D., Fabre F., Berruyer R., Guillaumès J., Manceau C., Jacques M.A., Boureau T. 2013. High throughput quantitative phenotyping of plant resistance using chlorophyll fluorescence image analysis. *Plant Methods*, 9:17.

### Contact

**Tristan BOUREAU**, UMR IRHS (Inra, Agrocampus Ouest, Université d'Angers), 42 rue Georges Morel, 49071 Beaucouzé cedex. Mél: [tristan.boureau@univ-angers.fr](mailto:tristan.boureau@univ-angers.fr)

# Génomique et adaptation à l'hôte chez les *Xanthomonas*

## Objectif

Déchiffrer les bases génétiques de l'adaptation à l'hôte des agents pathogènes est un prérequis au développement de stratégies de lutte. La comparaison des génomes de souches pathogènes ou non sur un hôte permet d'identifier les gènes candidats de l'adaptation à l'hôte.

## Contexte

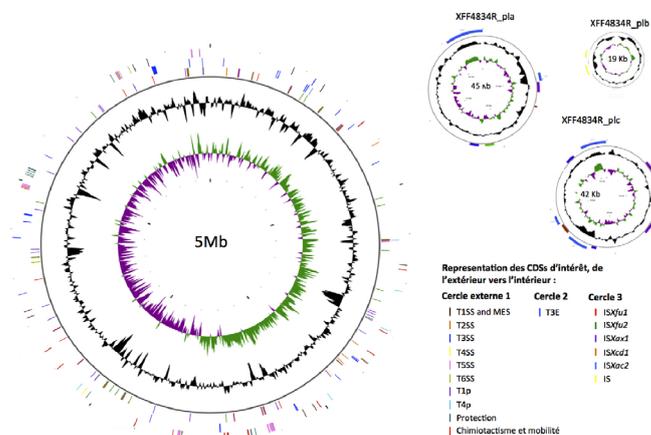
Les *Xanthomonas* sont des bactéries pathogènes causant des maladies sur plus de 400 plantes hôtes. Cette gamme d'hôtes très large à l'échelle du genre contraste avec celle à l'échelle des souches : individuellement, les souches ont une gamme d'hôte restreinte à une ou quelques espèces d'une même famille botanique. Les souches d'une espèce qui causent des symptômes similaires sur une même gamme d'hôtes sont groupées en pathovar. La comparaison des génomes d'un éventail de *Xanthomonas* à spécificités d'hôte contrastées permet dans un premier temps d'identifier les déterminants de l'adaptation à l'hôte. La comparaison des génomes entre pathovars au sein d'une même famille botanique ou au sein d'un même pathovar permet d'affiner la compréhension des processus évolutifs.

## Résultats

Différents projets de l'équipe Emersys en collaboration avec le réseau FNX (French Network on *Xanthomonas*, [www.reseau-xantho.org](http://www.reseau-xantho.org)) ont permis d'élargir chez ce genre bactérien le nombre d'espèces et de pathovars d'intérêt économique dont le génome est disponible ainsi que la représentation de la diversité au sein d'un pathovar. L'équipe Emersys s'intéresse aux agents pathogènes de légumineuses, en particulier au pathovar *phaseoli* (responsable de la graisse commune du haricot). Les souches du pathovar *phaseoli* sont structurées en quatre lignées génétiques, phylogénétiquement distantes mais partageant la même gamme d'hôte. Ces souches offrent l'opportunité d'aborder la question de l'adaptation à l'hôte indépendamment de la phylogénie. Nos projets dans le réseau FNX ont produit une centaine de nouvelles séquences génomiques dont certaines ont été rendues publiques. Ces souches sont conservées au CIRM-CFBP. Nos premiers travaux de génomique comparée ont permis d'identifier des gènes candidats de l'adaptation à l'hôte dont la distribution dans des collections de souches et l'étude fonctionnelle permettront de confirmer le rôle dans les interactions avec les plantes.

## Perspectives

La convergence pathologique observée dans le modèle *phaseoli* / haricot permet d'aborder la question



Représentation circulaire du chromosome et des plasmides de la souche 4834-R de *Xanthomonas fuscans* subsp. *fuscans*. Le cercle externe indique la position des différents systèmes de sécrétion (TISS à T6SS), le pilus de type I (T1p), de type IV (T4p), des éléments de protection de la cellule, au chimiotactisme et à la mobilité. Le cercle 2 indique la localisation des effecteurs de type III (T3E), et le cercle 3 indique la position des séquences d'insertion (IS). Le cercle noir indique le pourcentage en G+C et le cercle vert et violet montre le GC skew (G-C)/(G+C).

de l'adaptation à l'hôte indépendamment de la phylogénie au travers de comparaisons entre pan- et core-génomes. Les déterminants de cette adaptation ont-ils évolué verticalement à partir des mêmes gènes ancestraux ? Ont-ils été acquis à partir de transferts horizontaux, et à partir de quels pathovars ou espèces ? L'une des hypothèses est que des échanges génétiques entre les lignées de *phaseoli* ou bien avec des *Xanthomonas* pathogènes d'autres Fabacées pourraient avoir joué un rôle au cours de l'évolution des déterminants de l'adaptation à l'hôte.

## Partenaires

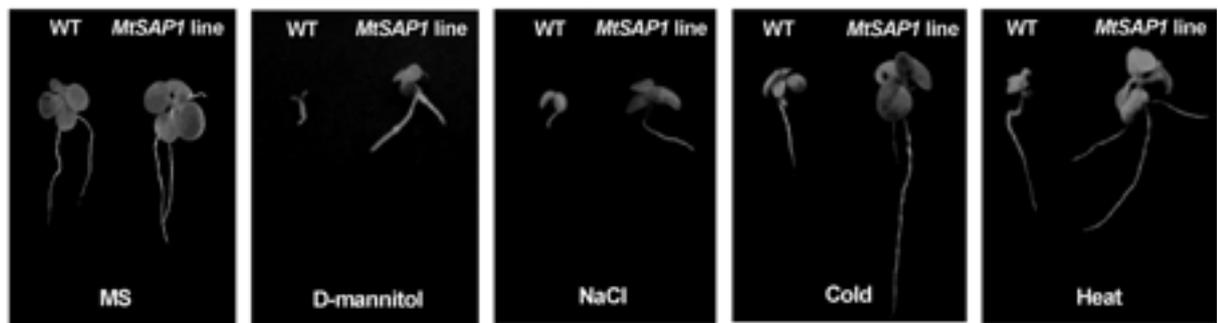
LIPM UMR 441 et UMR 2594 (INRA, CNRS, UPS), Castanet-Tolosan.  
UMR BGPI (CIRAD, INRA, Montpellier SupAgro), Montpellier.  
UMR PVBMT (CIRAD, Univ-Réunion), Saint-Pierre.  
UMR RPB (IRD, UM2, CIRAD), Montpellier.  
CEA, Genoscope, Evry.  
Universidad de Los Andes, Bogotá, Colombia.  
Ces travaux ont été financés par le Génoscope (G2X, G4X et Xanthomics), l'Agence Nationale de la Recherche (no. ANR-2010-GENM-013), l'AIP Bioresources (Taxomic, 2012).

## Bibliographie

- Arrieta-Ortiz M.L., Rodríguez-R. L.M., Pérez-Quintero A.L., Poulin L., Díaz A.C., Rojas N.A., Bart R., Boch J., Boureau T., Darrasse A., et al. 2013. Genomic survey of pathogenicity determinants and VNTR markers in the cassava bacterial pathogen *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis* strain CIO151. PLoS One 8(11)e79704.
- Darrasse A., Carrere S., Barbe V., Boureau T., Arrieta-Ortiz M., Bonneau S., Briand M., Brin C., et al. 2013. Genome sequence of *Xanthomonas fuscans* subsp. *fuscans* strain 4834-R reveals that flagellar motility is not a general feature of xanthomonads. BMC Genomics 14:1471-2164.

## Contact

**Armelle DARASSE**, UMR IRHS (Inra, Agrocampus Ouest, Université d'Angers), 42 rue Georges Morel, 49071 Beaucazoué cedex. Mél : [Armelle.Darrasse@angers.inra.fr](mailto:Armelle.Darrasse@angers.inra.fr)



Réponse de plantules de tabacs transgéniques (MtSAP1) et sauvages (WT) âgées de 21 jours après le semis à divers stress abiotiques. Sept jours de stress osmotique (400 mM Mannitol), salin (200 mM NaCl), froid (4°C) et chaleur (42°C).

## MtSAP1 confère une résistance à divers stress abiotiques

### Objectif

Recherche de molécules impliquées dans la tolérance à divers stress abiotiques chez la légumineuse modèle *Medicago truncatula*

### Contexte

A la suite d'une analyse du transcriptome de *Medicago truncatula* sous contrainte hydrique et osmotique, un certain nombre de gènes candidats codant des protéines potentiellement impliquées dans la réponse à ces stress ont été identifiés. Parmi ces candidats, le gène *MtSAP1* code la protéine SAP1 (Stress Associated Protein). La famille de protéines SAP se caractérise par la présence de deux domaines "doigt de zinc" (ZnF) A20/ANI. Chez les animaux, la présence de domaines ZnF A20/ANI est liée à la régulation de réaction immune. Chez les végétaux cependant, le rôle de ces protéines est peu étudié.

### Résultats

Afin de confirmer le résultat de l'analyse transcriptomique et mieux connaître le rôle potentiel de *MtSAP1* dans la réponse aux stress abiotiques le gène *MtSAP1* a été cloné et exprimé dans des plantules de tabac. Le choix de cette plante pour la surexpression était motivé par le fait qu'aucun homologue de *MtSAP1* ne semblait être exprimé dans cette espèce. La réponse de plantules de tabac surexpresseurs de *MtSAP1* à divers stress abiotiques, i.e. basse et haute températures, stress salin et osmotique a été étudiée. Dans tous les cas les plantules qui surexpriment sont apparues moins affectées que les sauvages par l'impact des stress abiotiques étudiés. Le meilleur développement des plantules transgéniques est à mettre en relation avec leur meilleur développement racinaire et une teneur en chlorophylle supérieure à celle du sauvage. Ce résultat indique que cette protéine est bien impliquée dans la réponse des plantes

aux stress abiotiques. L'absence de spécificité vis-à-vis d'un stress abiotique donné suggère son implication dans une phase commune à différents stress comme le stress oxydatif.

### Perspectives

L'étude chez le tabac est prometteuse et nous incite à pousser l'investigation plus loin chez *Medicago truncatula*. Pour cela nous devons produire des plantes transgéniques dans lesquelles le gène de *MtSAP1* est soit éteint (RNAi) soit surexprimé. Ces plantes seront soumises à divers stress hydriques, ceux déjà étudiés dans les tabacs transgéniques en plus du stress hydrique et hypoxique. Il sera également très intéressant de mettre ces plantes en présence d'agents pathogènes et étudier leur réponse.

### Partenaires

Pour l'étude du stress hydrique chez *Medicago truncatula* : Dpto. Ciencias del Medio Natural, Univ Pública de Navarra, Pamplona, Espagne. Le projet est soutenu par le programme QUALISEM financé par la région des Pays de la Loire.

### Bibliographie

■ Charrier A., Lelievre E., Limami, A.M. Planchet E. 2013. *Medicago truncatula* stress associated protein 1 gene (*MtSAP1*) overexpression confers tolerance to abiotic stress and impacts proline accumulation in transgenic tobacco, *Journal of Plant Physiology*, 170: 874-877.

### Contact

Anis LIMAMI, UMR IRHS (Inra, Agrocampus Ouest, Université d'Angers), 2 Bd Lavoisier, 49045 Angers. Mél : anis.limami@univ-angers.fr

## Réseau de régulation de co-expression génique de la maturation des graines

### Objectif

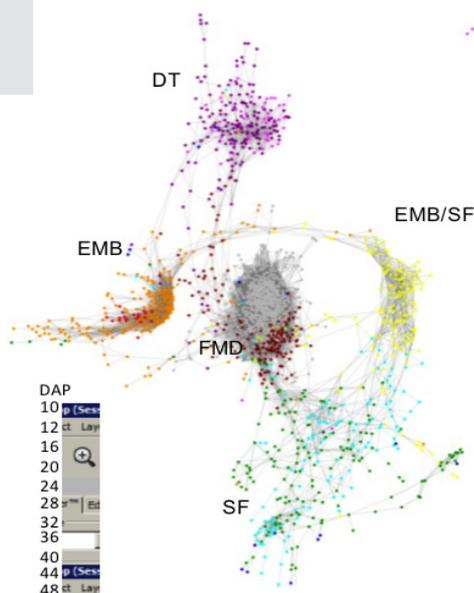
En utilisant une approche de réseaux de co-expression génique, le but est d'inférer les nœuds de régulation et mécanismes induits lors de l'acquisition de la tolérance à la dessiccation et la longévité des graines pendant leur développement.

### Contexte

La tolérance à la dessiccation, c'est-à-dire la propriété de survivre à une perte totale de l'eau cellulaire, et la longévité des graines sèches sont deux composantes centrales de la qualité germinative. Celle-ci s'élabore pendant la dessiccation lors de la maturation des graines puis diminue progressivement pendant leur stockage. L'identification des facteurs moléculaires régissant l'acquisition de la qualité germinative est donc essentielle en vue de produire des graines de très haute qualité. Dans ce but, l'équipe « CONCERTO » développe des approches de réseaux de régulation génétique comme outil de modélisation du système complexe dynamique que constitue la graine en développement.

### Résultats

Sur la base de données transcriptomiques accumulées au cours du développement de la graine de *Medicago truncatula*, un réseau « scale-free » a été construit sous forme de graphe à dépendance conditionnelle. L'étude topologique de ce réseau a permis de disséquer les étapes du développement allant du remplissage à l'obtention d'une graine mature et d'inférer des modules représentant l'acquisition de la tolérance à la dessiccation (DT) et la longévité (L). Le module DT est enrichi en gènes codant des protéines de stress, telles que les LEA, alors que le module L contient des gènes impliqués dans la régulation post-transcriptionnelle et la traduction. Afin de déterminer les gènes régulant ces 2 modules, un réseau de co-expression de facteurs de transcription spécifiquement exprimés dans les graines a été calculé. MtABI3, MtABI4, MtABI5 et AP2/EREPB ont été identifiés comme nœuds centraux régulant les gènes impliqués dans TD et sont fortement connectés aux gènes LEA. Quatre facteurs de transcription de type AP2/EREBP et bZIP seraient les régulateurs centraux de la longévité. Un facteur de type HSF fait la jonction entre les modules TD et L. Une analyse de mutants de gain et perte de fonction de MtABI3 a confirmé 80% des cibles prédites par le réseau, démontrant ainsi sa capacité à traduire les interactions in vivo.



Réseau de co-expression génique du développement de la graine de *Medicago truncatula* entre 10 et 48 jours après pollinisation (DAP). La topologie du réseau permet d'identifier des modules liés à l'embryogenèse (EMB), le remplissage (SF), la tolérance à la dessiccation (DT) et la dessiccation en fin de maturation (FMD). Les nœuds colorés correspondent au pic d'expression des gènes à différents temps après pollinisation.

### Perspectives

En dégagant les régulations génétiques contrôlant la préparation à la quiescence et l'état sec, nos données révèlent une importance auparavant insoupçonnée de la régulation post-transcriptionnelle dans la longévité et des gènes LEA dans la tolérance à la dessiccation. Ceci ouvre des perspectives intéressantes sur l'impact de cette régulation dans l'acquisition de la qualité germinative.

### Partenaires

Plant Biology Division, The Samuel Roberts Noble Foundation, Armore, USA

Laboratoire des Interactions Plantes Micro-organismes (LIPM), UMR CNRS-INRA 2594/441  
Soutien financier : INRA et projet régional QUALISEM

### Bibliographie

■ Verdier J., Lalanne D., Pelletier S., Torres-Jerez I., Righetti K., Bandyopadhyay K., Leprince O., Chate-lain E., Ly Vu B., Gouzy J., Gamas P., Udvardi M. K., and Buitink J. 2013. A regulatory network-based approach dissects late maturation processes related to the acquisition of desiccation tolerance and longevity of *Medicago truncatula* seeds. *Plant Physiology* 163: 757-774.

■ Terrasson E., Buitink J., Righetti K., Ly Vu B., Pelletier S., Zinsmeister J., Lalanne D. and Leprince O. 2013. An emerging picture of the seed desiccation: confirmed regulators and newcomers identified using transcriptome comparison. *Frontiers in Plant Science*, 11 December 2013, doi: 10.3389/fpls.2013.00497

■ Delahaie J., Hundertmark M., Bove J., Leprince O., Rogniaux H. and Buitink J. 2013. LEA polypeptide profiling of recalcitrant and orthodox legume seeds reveals ABI3-regulated LEA protein abundance linked to desiccation tolerance. *Journal of Experimental Botany*, 64(14):4559-73.

### Contact

**Julia BUITINK**, UMR IRHS (Inra, Agrocampus Ouest, Université d'Angers), 16 bd Lavoisier, 49045 Angers. Mél : julia.buitink@angers.inra.fr

## RUBRIQUE LIBRE IRHS

**L'UMR IRHS** « Institut de Recherche en Horticulture et Semences » a été inaugurée le 2 avril 2013 en présence des directions des 3 tutelles, et de représentants du conseil régional Pays de la Loire, du Conseil Général du Maine et Loire et du maire d'Angers. Cette manifestation, qui a fait l'objet d'une présentation de l'UMR et de conférences scientifiques, fut couverte par la presse.



2 conférenciers invités :  
Georges Pelletier et Patrick Achard

Près de 300 personnes étaient présentes ce 2 avril à l'Université d'Angers, pour assister à l'inauguration de l'IRHS

2013 vit également le début des constructions du projet Campus du Végétal financées dans le cadre du CPER 2008-2013 : les nouvelles installations expérimentales sur le site Agrocampus Ouest qui seront livrées à la fin du printemps 2014, et le bâtiment dédié à la recherche sur un terrain cédé à l'UA attenant au site INRA, qui permettra à partir de 2015 de regrouper la totalité des effectifs de l'IRHS sur le même site.

En septembre 2013 l'unité a également procédé à un regroupement de ses forces en bioinformatique, permettant ainsi la création d'une équipe de bioinformatique à vocation transversale au sein de l'IRHS.

Une ingénieure chargée de la prévention et de la qualité a été nommée à l'IRHS en septembre 2013 donnant ainsi à l'unité les moyens de mettre en place une réelle politique de prévention et d'Assurance Qualité en Recherche.

Enfin le laboratoire a reçu la visite de ses tutelles (Département BAP, SPE et EA de l'INRA, ACO et UA) en octobre 2013, soit à peu près à mi-période d'évaluation AERES, et un point scientifique, gestion et RH leur a été présenté. Le rapport reçu du département INRA pilote de l'unité (BAP) a noté que la création de l'IRHS a entraîné une plus forte cohésion entre équipes, une amélioration qualitative de la production scientifique et une meilleure lisibilité par l'extérieur. Il a également conforté les orientations prises par l'IRHS.

**Plusieurs nouveaux projets ont débuté ou ont été finalisés à l'IRHS en 2013**, parmi ceux-ci :

- **RFI Végétal** (coord. P. Simoneau). Le projet structurant Végétal RFI (Recherche, Formation, Innovation) a été finalisé durant l'année 2013 et accepté par la région et Angers Loire Métropole, avec un financement pour une durée de 5 ans. Il concentrera l'essentiel des financements des collectivités locales pour la SFR Quasav à l'avenir. Il reprend les axes thématiques de la SFR avec l'ambition de les faire monter en puissance. Son démarrage effectif est 2014.
- **GRIOTE** (coord. J. Bourdon, LINA U. Nantes) est un projet régional de 4 ans incluant tous les laboratoires Ligériens impliqués dans la bioinformatique, plus l'IRISA (Rennes) pour coordonner une montée en puissance des travaux en bioinformatique en région. L'IRHS (équipe Bioinfo) et le LERIA (Université d'Angers) se sont vus accorder 1,5 bourses de thèses en co-direction dans le cadre de ce projet.
- **Metaseed** (coord. M. Barret) est un "pari scientifique" régional impliquant les équipes Emersys et Fungisem sur la flore microbienne associée aux semences.
- **INUMAMET** (coord. R. Andriantsitohaina, SOPAM U. Angers) est un projet de 3 ans « Végétal-Santé » visant à caractériser l'impact nutraceutique de variations de conditions de culture ou de conservation de carottes et pommes en fonction du fond génétique. Il implique les équipes QuarVeg et FruitQual de l'IRHS.
- **DODO** (coord. M. Bendhamane, RDP ENS Lyon) est un projet ANR blanc impliquant l'équipe GDO, qui vise à identifier et caractériser des mutations DOMINANT DOUBLE (DODO) and DOUBLE FLOWER (DF) chez le pétunia et la rose.

## RUBRIQUE LIBRE IRHS

### Nouvelles thèses commencées en 2013

- **Bairam E.** Etude des processus écophysologiques caractérisant le transport de sucre et de l'eau entre les sources et les puits au sein de la charpentière du pommier : éléments pour un modèle fonction structure. Directeur de thèse : Buck-Sorlin G., co-encadrant Delaire M.
- **Cunty A.** Caractérisation génétique des populations de *Pseudomonas syringae* pv *actinidiae* responsables du chancre bactérien du kiwi et de leurs interactions avec le kiwi. Directeur de thèse : Manceau C., encadrante : Cesbron S.
- **Garbez M.** Construction de l'architecture et des composantes visuelles d'un buisson ligneux d'ornement: le rosier, première plante commercialisée au niveau mondial. Directeur de thèse : Galopin G.
- **Laloi G.** Durabilité de la résistance partielle du pommier à *Venturia inaequalis* : analyse des mécanismes moléculaires mis en jeu et de leurs impacts sur l'adaptation de l'agent pathogène. Directeur de thèse : Le Cam B.
- **Li-Marchetti C.** Déterminisme génétique et environnemental des composantes architecturales à l'origine de l'élaboration de la forme de la plante chez un buisson d'ornement, le rosier de jardin,. Directeur de thèse : Sakr S.
- **Liorzou M.** Impact de la sélection et des méthodes de conservation sur la diversité génétique des rosiers. Directrice de thèse : Grapin A. ; Co-encadrant : Clotault J.
- **Merda D.** Histoire évolutive et patho-adaptation du genre *Xanthomonas* : études génomique et phénotypique comparées de souches de *Xanthomonas phytopathogènes* et commensales. Directrice de thèse : Jacques MA, encadrante : Le Saux M.
- **Perrin F.** Modifications métaboliques en réponse aux stress biotiques et abiotiques chez la carotte. Directrice de thèse : Briard M.
- **Zinsmeister J.** Caractérisation des facteurs de transcription contrôlant la qualité germinative et la longévité au cours du développement des graines de *Medicago truncatula*. Directrice de thèse : Buitink J.

### Nouveaux post-doctorats commencés en 2013

- **Agusti-Brisach C.** Les espèces d'*Alternaria* à petites spores : des facilitateurs ou des compétiteurs lors de la transmission à et par les semences des espèces pathogènes ? Encadrant : Simoneau P.
- **Calmes B.** Génomique fonctionnelle des effecteurs de *Venturia inaequalis*. Référent scientifique : Le Cam B.
- **Fanwoua J.** Modèle de transport en eau et en sucre dans la branche fruitière du pommier : implications sur la croissance et la qualité des fruits. Référent scientifique : Buck-Sorlin G.
- **Gaucher M.** Identification de promoteurs pouvant contrôler efficacement l'expression de transgènes de défense du pommier. Référent scientifique : Chevreau E. et Vergne E.
- **Leroy T.** Isochores et effecteurs: étude la dynamique évolutive des protéines liées à la pathogénie de *Venturia inaequalis* sur pommier. Référent scientifique : Le Cam B. et Lemaire C

## Revue scientifique à comité de lecture

- Abidi F., Girault T., Douillet O., Guillemain G., Sintès G., Laffaire M., Ben Ahmed H., Smiti S., Huché-Thélier L., Leduc N., 2013. Blue light on Rose photosynthesis and photomorphogenesis, *Plant Biology*, 15: 67-74.
- Arrieta-Ortiz ML, Rodríguez-R LM, Pérez-Quintero AL, Poulin L, Díaz AC, Rojas NA, Bart R, Boch J, Boureau T, Darrasse A, David P, Dugé de Bernonville T, Fontanilla P, Gagnevin L, Guérin F, Jacques MA, Lauber E, Lefeuvre P., Medina C., Medina E, Montenegro N, Muñoz Bodnar A, Noël LD, Ortiz Quiñones JF, Osorio D, Pardo C, Patil PB, Poussier S, Pruvost O, Restrepo Benavides M, Robène-Soustrade I, Ryan R, Tabima J, Trujillo C, Urrego Morales OG, Vernière C, Carrere S, Verdier V, Szurek B, Restrepo S, López C, Koebnik R, Bernal A. 2013. Genomic survey of pathogenicity determinants and VNTR markers in the cassava bacterial pathogen *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis* strain CIO151. *PLoS One* 8(11)e79704.
- Auvray G, Malécot V. 2013. A revision of *Cytisus* sections *Alburnoides*, *Spartopsis* and *Verzinum* (*Genisteae*, *Fabaceae*). *Edinburgh Journal of Botany* 70: 61-120.
- Belin E, Rousseau D, Boureau T, Caffier V. 2013. Thermography versus chlorophyll fluorescence imaging for detection and quantification of apple scab. *Computers and Electronics in Agriculture*, 90: 159-163.
- Benamar A, Pierart A, Baecker V, Avelange-Macherel MH, Rolland A, Gaudichon S, di Gioia L, Macherel D 2013. A simple system using natural mineral water for high-throughput phenotyping of *Arabidopsis thaliana* seedlings in liquid culture. *International Journal of High-throughput Screening* 4: 1-15.
- Benarbia MA, Macherel D, Faure S, Jaques C, Andriantsitohaina R, Malthiery Y 2013. Plasmatic concentration of organochlorine lindane acts as metabolic disruptors in HepG2 liver cell line by inducing mitochondrial disorder. *Toxicology and Applied Pharmacology* 272: 325-332.
- Ben Sadok I., Celton J.M., Essalouh L., El Aabidine A.Z., Garcia G., Martinez S., Grati-Kamoun N., Rebai A., Costes E. & Khadari B., 2013. QTL Mapping of flowering and fruiting traits in olive. *PLoS One*. May 2013, Vol. 8, Issue 5, e62831.
- Bolot S., Munoz-Bodnar A., Cunnac S., Ortiz E., Szurek B., Noël L., Arlat M., Jacques M-A., Gagnevin L., Portier P., Fischer-Le Saux M., Carrere S. and Koebnik R. 2013. Draft genome sequence of the *Xanthomonas cassavae* type strain CFBP 4642. *Genome Announcements* 1(4) e00679-13.
- Borges L, Bruneau A, Cardoso D, Crisp M, Delgado-Salinas A, Doyle JJ, Egan A, Herendeen PS, Hughes C, Kenicer G, Klitgaard B, Koenen E, Lavin M, Lewis G, Luckow M, Mackinder B, Malécot V, Miller JT, Pennington RT, de Queiroz LP, Schrire B, Simon MF, Steele K., Torke B, Wieringa JJ, M.F.W, Boatwright S, de la Estrella M, de Freitas Mansano V, Prado DE, Stirton C, Wink M. 2013. Towards a new classification system for legumes: Progress report from the 6th International Legume Conference. *South African Journal of Botany* 89: 3-9
- Boureau T., Kerkoud M., Chhel F., Hunault G., Darrasse A., Brin C., Durand K., Hajri A., Poussier S, Manceau C., Lardeux F., Saubion F., Jacques M-A. 2013. A multiplex-PCR assay for identification of the quarantine plant pathogen *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*. *Journal of Microbiological Methods* 92:42-50
- Bourget R, Chaumont L, Sapoukhina N 2013 .Timing of pathogen adaptation to a multicomponent Treatment. *PLoS One*, 8(8): e71926.
- Buck-Sorlin GH, Delaire M. 2013. Meeting present and future challenges in sustainable horticulture using virtual plants. *Frontiers in Plant Science* 4: 443.
- Calmes B., T. Guillemette, L. Teysier, B. Siegler, S. Pigné, A. Landreau, B. Iacomini, R. Lemoine, P. Richomme, et P. Simoneau, 2013. Role of mannitol metabolism in the pathogenicity of the necrotrophic fungus *Alternaria brassicicola*, *Frontiers in Plant Science*, 4: 131.
- Candat A, Poupart P, Andrieu JP, Chevrollier A, Reynier P, Rogniaux H, Avelange-Macherel MH, Macherel D 2013. Experimental determination of organelle targeting peptide cleavage sites using transient expression of GFP translational fusions. *Analytical Biochemistry* 434: 44-51.
- Charrier, Lelievre, Limami A., Planchet, 2013. *Medicago truncatula* stress associated protein 1 gene (MtSAPI) overexpression confers tolerance to abiotic stress and impacts proline accumulation in transgenic tobacco, *Journal of Plant Physiology*, 170: 874-877.
- Chatelain E, Satour P, Laugier E, Ly Vu B, Payet N, Rey P, Montrichard F 2013. Evidence for participation of the methionine sulfoxide reductase repair system in plant seed longevity. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 110:3633-8.
- Chupeau M.C., Granier F., Pichon O., Renou J.P., Gaudin V. & Chupeau Y., 2013. Characterization of the early events leading to totipotency in an *Arabidopsis* protoplast liquid culture by temporal transcript profiling. *Plant Cell* 25: 2444-2463].
- Cornille A., Giraud T., Bellard C., Tellier A., Le Cam B., Smulders R., Kleinschmit J., Roldan-Ruiz I., Gladieux P 2013 .Post-glacial recolonization of the European crabapple (*Malus sylvestris* Mill.), a wild contributor to the domesticated apple. *Molecular Ecology*, 22: 2249–2263.
- Crété R., Pumo B., Soubeyrand S., Didelot F., Caffier V. 2013. A continuous time-and-state epidemic model fitted to ordinal categorical data observed on a lattice at discrete times. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, 18: 538-555.
- Crespel L., Sigogne M., Donès N., Relion D., Morel P. 2013. Identification of relevant morphological, topological and geometrical variables to characterize the architecture of rose bushes in relation to plant shape. *Euphytica*, 191: 129-140.
- Cunnac S., Bolot S., Forero Serna N., Ortiz E., Szurek B, Noël L., Arlat M., Jacques MA, Gagnevin L., Carrere S., Nicole M., Koebnik R. 2013. High-quality draft genome sequences of two *Xanthomonas citri* pv. *malva-*

- cearum strains. *Genome Announcements* 1(4) e00674-13.
- Darrasse A, Carrere S, Barbe V, Boureau T, Arrieta-Ortiz M, Bonneau S, Briand M, Brin C, Cociancich S, Durand K, Fouteau S, Gagnevin L, Guerin F, Guy E, Indiana A, Koebnik R, Lauber E, Munoz A, Noel L, Pieretti I, Poussier S, Pruvost O, Robene-Soustrade I, Rott P, Royer M, Serres-Giardi L, Szurek B, van Sluys M-A, Verdier V, Verniere C, Arlat M, Manceau C, Jacques M-A 2013. Genome sequence of *Xanthomonas fuscans* subsp. *fuscans* strain 4834-R reveals that flagellar motility is not a general feature of xanthomonads. *BMC Genomics* 14:1471-2164.
  - Darrasse A, Bolot S, Serres-Giardi L, Charbit E, Boureau T, Fisher-Le Saux M, Briand M, Arlat M, Gagnevin L, Koebnik R, Noël LD, Carrère S, Jacques MA 2013. High-quality draft genome sequences of *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* strains CFBP 2526 and CFBP 7119. *Genome Announc* 1:e01036-13.
  - Degrave A, Moreau M, Launay A, Barny MA, Brisset MN, Patrit O, Taconnat L, Vedel R, Fagard M. 2013. The bacterial effector DspA/E is toxic in *Arabidopsis thaliana* and is required for multiplication and survival of fire blight pathogen. *Molecular Plant Pathology* 14:506-517.
  - Dejean G, Blanvillain-Baufumé S., Boulanger A., Darrasse A., Dugé de Bernonville T., Girard A.-L., Carrere S., Jamet S., Zischek C., Lautier M., Solé M., Büttner D., Jacques M.-A., Lauber E. and M. Arlat.. 2013. The xylan utilisation system of the plant pathogen *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* controls epiphytic life and reveals common features with oligotrophic bacteria and animal gut symbionts. *New Phytologist* 198: 899–915.
  - Delahaie J., Hundertmark, M., Bove, J., Leprince, O., Rogniaux, H., and Buitink, J. 2013. LEA polypeptide profiling of recalcitrant and orthodox legume seeds reveals ABI3-regulated LEA protein abundance linked to desiccation tolerance. *Journal of Experimental Botany*, 64:4559-73.
  - Demotes-Mainard S, Huché-Théliet L, Morel P, Boumaza R, Guérin V, Sakr S, 2013. Temporary water restriction or light intensity limitation promotes branching in rose bush, *Scientia Horticulturae*, 150 : 432-440.
  - Demotes-Mainard, S., Bertheloot, J., Boumaza, R., Huché-Théliet, L., Guéritaine, G., Guérin, V. and Andrieu, B., 2013. Rose bush leaf and internode expansion dynamics: analysis and development of a model capturing interplant variability. *Frontiers in Plant Science*, 4 : 418.
  - Dubois A, Crochet P-A, Dickinson EC, Nemésio A, Aesch E, Bauer AM, Blagoderov V, Bour R, de Carvalho MR, Desutter-Grandcolas L, Frétey T, Jäger P, Koyamba V, Lavilla EO, Löbl I, Louchart A, Malécot V, Schatz H, Ohler A. 2013. Nomenclatural and taxonomic problems related to the electronic publication of new nomina and nomenclatural acts in zoology, with brief comments on optical discs and on the situation in botany. *Zootaxa* 3735(1): 1-94.
  - Escalon A., Javegny S., Vernière C., Noël L. D., Vital K., Poussier S, Hajri A, Boureau T, Pruvost O, Arlat M, Gagnevin L. 2013. Variations in type III effector repertoires, pathological I phenotypes and host range of *Xanthomonas citri* pv. *citri* pathotypes. *Molecular Plant Pathology* 14(5):483-496.
  - Fanwoua J, de Visser PHB, Heuvelink E, Yin XY, Struik PC, Marcelis LFM. 2013. A dynamic model of tomato fruit growth integrating cell division, cell growth and endoreduplication. *Functional Plant Biology* 40: 1098-1114.
  - Fourcade Y., Chaput-Bardy A., Secondi J., Fleurant C. and Lemaire C. 2013. Is local selection so widespread in river organisms? Fractal geometry of river networks leads to high bias in outlier detection. *Molecular Ecology*, 22: 2065–2073.
  - Gaucher M., Dugé de Bernonville T., Lohou D., Guyot S., Guillemette T., Brisset M.N., Dat J.F. 2013. Histological and physico-chemical characterization of dihydrochalcones: insight into the role of apple major flavonoids. *Phytochemistry*, 90:78-89
  - Gaucher M., Dugé de Bernonville T., Guyot S., Dat J.F., Brisset M.N. 2013. Same ammo, different weapons: enzymatic extracts from two apple genotypes with contrasted susceptibilities to fire blight (*Erwinia amylovora*) differentially convert phloridzin and phloretin in vitro. *Plant Physiology & Biochemistry*. 72:178-189
  - Girardi C.L., Rombaldi C. V., Dal Cero J., Nobile P., Laurens F., Bouzayen M., Quecini V. 2013. Genome-wide analysis of the AP2/ERF superfamily in apple and transcriptional evidence of ERF involvement in scab pathogenesis. *Scientia Horticulturae* 151: 112–121.
  - Guillemette T., B. Calmes, P. Simoneau, 2013. Impact of the UPR on the virulence of the plant fungal pathogen *Alternaria brassicicola*. *Virulence*, 5: 1-8.
  - Guy E., Genissel A., Hajri A., Chabannes M., David P., Carrere S., Lautier M., Roux B., Boureau T., Arlat M., Poussier S., Noel L. 2013. Natural genetic variation of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* pathogenicity on *Arabidopsis* revealed by association and reverse genetics. *Mbio* 4(3) e00538-12.
  - Hemmerling R, Evers JB, Smolenová K, Buck-Sorlin GH, Kurth W. 2013. Extension of the GroIMP modelling platform to allow easy specification of differential equations describing biological processes within plant models. *Computers and Electronics in Agriculture* 92: 1-8.
  - Huard-Chauveau C, Perchepied L, Debieu M, Rivas S, Kroj T, Kars I, Bergelson J, Roux F, Roby D. 2013. An atypical kinase under balancing selection confers broad-spectrum disease resistance in *Arabidopsis*. *PLoS Genet*. Sep;9(9):e1003766.
  - Iwata A., Tek A.L., Richard M.M.S., Abernathy B., Fonsêca A., Schmutz J., Chen N.W.G., Thareau V., Magdelenat G., Li Y., Murata M., Pedrosa-Harand A., Geffroy V., Nagaki K., Jackson S.A. 2013. Identification and characterization of functional centromeres of the common bean. *Plant Journal* 76: 47–60.
  - Jacques MA, Bolot S, Charbit E, Darrasse A, Briand M, Arlat M, Gagnevin L, Koebnik R, Noël LD, Portier P, Carrère S, Boureau T. 2013. High-quality draft genome sequence of *Xanthomonas alfalfae* subsp. *alfalfae* strain CFBP 3836. *Genome Announc* 1:e01035-13.

- Jubault M., Lariagon C., Taconnat L., Renou J.P., Gravot A., Delourme R. & Manzanares-Dauleux M.J. 2013. Partial resistance to clubroot in *Arabidopsis* is based on changes in the host primary metabolism and targeted cell division and expansion capacity. *Funct Integr Genomics*. 13:191-205.
- Leroy T., Lemaire C., Dunemann F., Le Cam B 2013 .Fine-scale spatial genetic structure of fungal pathogen populations in a heterogenous habitat. *BMC Evolutionary Biology* ,13: 64.
- Lê Van A, Caffier V, Lasserre-Zuber P, Chauveau A, Brunel D, Le Cam B, Durel CE. 2013. Differential selection pressures exerted by host resistance quantitative trait loci on a pathogen population: a case study in an apple x *Venturia inaequalis* pathosystem. *New Phytologist*, 197:899-908.
- Macherel D, Jaspard E, Candat A, Huanault G, Poupard P, Rolland A, Benamar A, Avelange-Macherel MH 2013. Why so many LEA proteins ? *Cryobiology and Cryotechnology* 59:35-39.
- Macherel D 2013. We become more aware of the void as we explore it. *New Phytologist* 199:873-875.
- Marchi M., Boutin M., Gazengel K., Rispe C., Gauthier JP., Guillerm-Erckelboudt AY., Lebreton L., Barret M., Daval S. and Sarniguet A. 2013. Genomic analysis of the biocontrol strain *Pseudomonas fluorescens* Pf29Arp with evidence of T3SS and T6SS gene expression on plant roots. *Environmental Microbiology Reports* 5: 393-403.
- Ménard L., P.E. Brandeis, P. Simoneau, P. Poupard, I. Sérandat, J. Detoc, L. Robbes, F. Bastide, E. Laurent, J. Gombert, et E. Morel, 2013. First report of umbel browning and stem necrosis caused by *Diaporthe angelicae* on carrot in France, *Plant Disease*, 98: 3.
- Mhedbi-Hajri N., Hajri A, Boureau T., Darrasse A., Durand K., Brin C., Fischer-Lesaux M., Manceau C., Poussier S., Pruvost O., Lemaire C., Jacques M-A. 2013. Evolutionary history of the plant pathogenic bacterium *Xanthomonas axonopodis*. *PLoS One*,8(3):e58474.
- Montanari S, Saeed M, Knäbel M, Kim YK, Troglio M, Malnoy M, Velasco R, Fontana P, Won KH, Durel CE, Percheviel L, Schaffer R, Wiedow C, Bus V, Brewer L, Gardiner SE, Crowhurst RN, Chagné D. 2013. Identification of *Pyrus* single nucleotide polymorphisms (SNPs) and evaluation for genetic mapping in European pear and interspecific *Pyrus* hybrids. *PLOS One*. Oct; 8(10): e77022.
- Pantin F., Renaud J., Barbier F., Vavasseur A., Le Thiec D., Rose C., Barlac T., Casson S., McLachlan D., Hetherington A., Muller B., Simonneau T. 2013. Developmental priming of stomatal sensitivity to abscisic acid by leaf microclimate. *Current Biology*, 23: 1805-1811.
- Pochon S., P. Simoneau, S. Pigné, S. Balidas, N. Bataillé-Simoneau, C. Campion, E. Jaspard, B. Calmes, B. Hamon, R. Berruyer, M. Juchaux, T. Guillemette, 2013. Dehydrin-like proteins in the necrotrophic fungus *Alternaria brassicola* have a role in plant pathogenesis and stress response, *Plos One*, 8 (10), e75143.
- Ranocha P., Dima O., Nagy R., Felten J., Corratgé-Faillie C., Novák O., Morreel K., Lacombe B., Martinez Y., Pfrunder S., Jin X., Renou J.-P., Thibaud J.-B., Ljung K., Fischer U., Martinoia E., Boerjan W. & Goffner D. 2013. Arabidopsis WAT1 is a vacuolar auxin transport facilitator required for auxin homeostasis. *Nature Communications* 4,2625.
- Richard M.M.S., Chen N.W. G., Thareau V., Pflieger S., Blanchet S., Pedrosa-Harand A., Iwata A., Chavarro C., Jackson S.A., Geffroy V. 2013. The subtelomeric khipu satellite repeat from *Phaseolus vulgaris*: lessons learned from the genome analysis of the Andean genotype G19833. *Frontiers in Plant Science* 4: 1–14.
- Rouached A., Slama I., Zorrigh W., Jdeya A., Cukier C., Rabhi M., Talbi O., Limami A.M., Abdely. 2013. Differential performance of two forage species: *Medicago truncatula* and *Sulla carnosa* under water deficit stress and recovery, *Crop and Pasture Science*, 64: 254-264.
- Rousseau C., Belin E., Bove E., Rousseau D., Fabre F., Berruyer R., Guillaumès J., Manceau C., Jacques M-A., Boureau T. 2013. High throughput quantitative phenotyping of plant resistance using chlorophyll fluorescence image analysis. *Plant Methods*. 9:17.
- Siamer S., Gaubert S., Boureau T., Brisset MN, Barny MA. 2013. Mutational analysis of a predicted double b-propeller domain of the DspA/E effector of *Erwinia amylovora*. *FEMS Microbiology Letters*. 342:54-61.
- Sapoukhina N., Paillard S., Dedryver F., Vallavieille-Pope C., 2013. Quantitative plant resistance in cultivar mixtures: Wheat stripe rust as a modeling case study. *New Phytologist*, 200: 888–897.
- Soufflet-Freslon V, Jourdan M, Cloutault J, Huet S, Briard M, Peltier D, Geoffriau E. 2013. Functional gene polymorphism to reveal species history: the case of the CRTISO gene in cultivated carrots. *PLoS ONE* 8(8): e70801.
- Terrasson E, Buitink J, Righetti K, Ly Vu B, Pelletier S, Zinsmeister J, Lalanne D and Leprince O. 2013. An emerging picture of the seed desiccome: confirmed regulators and newcomers identified using transcriptome comparison. *Frontiers in Plant Science*, 11 December 2013, doi: 10.3389/fpls.2013.00497.
- Verdier, J., Lalanne, D., Pelletier, S., Torres-Jerez, I., Righetti, K., Bandyopadhyay, K., Leprince, O., Chatelain, E., Ly Vu, B., Gouzy, J., Gamas, P., Urdavari, M. K., and Buitink, J. 2013. A regulatory network-based approach dissects late maturation processes related to the acquisition of desiccation tolerance and longevity of *Medicago truncatula* seeds. *Plant Physiology* 163: 757-774.
- Verdu C. F., Gatto J., Freuze I., Richomme P., Laurens F., Guilet D., 2013. Comparison of two methods, UHPLC-UV and UHPLC-MS/MS, for the quantification of polyphenols in cider apple juices. *Molecules* 18, 10213-10227
- Wubs AM, Heuvelink E, Marcellis LFM, Okello RCO, Shlyuykova A, Buck-Sorlin GH, Vos J. 2013. Four hypotheses to explain axillary budbreak after removal of flower shoots in a cut-rose crop. *Journal of the Ameri-*

can Society for Horticultural Science 138: 243-252.

■ Zuber H., Poignavent G, Le Signor C, Aimé D, Vieren E, Tadla C, Lugan , Belghazi M, Labas V, Santoni, A-L, Wipf D, Buitink J, Avicé J-C, Salon C, Gallardo K. 2013. Legume adaptation to sulfur deficiency revealed by comparing nutrient allocation and seed traits in *Medicago truncatula*. The Plant Journal, 76(6):982-96.

## Autres revues scientifiques

■ Abidi F, Girault T, Douillet O, Guillemain G, Sintès G, Laffaire M, Ben Ahmed H, Smiti S, Leduc N, Huché-Thélier L. 2013., Acta Horticulturae, 990, 129-134.

■ Auvray, G., Le Gloanic, A., and V. Malécot, A new interspecific hybrid in *Cytisus* L. (*Genisteae*, *Fabaceae*). Hanburyana, 2013. 7(July 2013): p. 51-53.

■ Brogгинi G.A.L., Durel C.E., Vergne E, Chevreau E., Fahrentrapp J., Vanblaere T., Peil A., Flachowsky H., Hanke M.V., Krens F.A., Schouten H.J., Gessler C. 2013 . Cisgenic approach for improved disease resistance in apple. Acta Horticulturae 974:117-121.

■ Huché-Thélier L., Crespel L., Le Coz E., Sintès G., Guillemain G., Morel P. 2013. Effect of continuous or discontinuous water restrictions on the architecture of two or five months old garden rose (cv Radrazz). Acta Horticulturae, 990, 363-368.

■ Maddy, F., Guérin, M.-L., Malécot, V. and Auvray G. 2013. L'herbier Antoine Fée conservé au Muséum d'Histoire naturelle de Nantes (NTM). Les fougères et plantes alliées récoltées par Ferdinand L'Herminier à la Guadeloupe - Suivi des notices biographiques sur F. J. L'Herminier et A. L. A. Fée. Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de l'Ouest de la France, nouvelle série. 35 : 153-183.

■ Portier, P., Janssens, D., Vos, P.D., Elphinstone, J., Aspin, A., Petter, F., and Maes, M. 2013. Q-bacco-net: An initiative to ensure availability of high quality reference material of plant quarantine bacteria in support of research and European plant protection. Euro Reference 9, 34-35.

## Revues techniques

■ Caissard J.C., Dubois A., Baudino S., Raymond O., Vergne P., Le Bris M., Hammama L. Hibrand L., Foucher F., Bendhamane M. 2013..Le séquençage du génome du rosier : pourquoi faire ? Revue de la société française de l'horticulture de France et des sociétés adhérentes. Mars-Avril 2013

■ Chambolle C & Malécot V 2013. Regard sur ... *Artemisia abrotanum* : utile dans les endroits incultes et chauds. Lien Horticole. 825 (9 janvier 2013): 14.

■ Chambolle C & Malécot V 2013. Regard sur ... *Acer monspessulanum* : méditerranéen à potentiel urbain. Lien Horticole. 831-832 (20 février 2013): 16.

■ Marolleau B., Staub J., Barrière Q., Indiana A., Gravouil C., Chartier R., Heintz C., Devaux M., Tharaud M., Paulin JP, Dugé de Bernonville T., Bisset MN, 2013. La qPFD, un outil de criblage de SDP alias stimulateur de défense des plantes. Phytoma – La Défense des Végétaux 664, 42-45.

## Ouvrages et chapitres d'ouvrages

■ Buck-Sorlin GH. 2013. "Functional-structural plant modeling," in Encyclopedia of Systems Biology, eds W. Dubitzky, O. Wolkenhauer, K. Cho, and H. Yokota (New York, NY: Springer), 778–781.

■ Buck-Sorlin GH. 2013. "Lindenmayer System," in Encyclopedia of Systems Biology, eds W. Dubitzky, O. Wolkenhauer, K. Cho, and H. Yokota (New York, NY: Springer), 1127-1128.

■ Buck-Sorlin GH. 2013. "Photosynthesis," in Encyclopedia of Systems Biology, eds W. Dubitzky, O. Wolkenhauer, K. Cho, and H. Yokota (New York, NY: Springer), 1703-1704.

■ Buck-Sorlin GH. 2013. "Phytomer," in Encyclopedia of Systems Biology, eds W. Dubitzky, O. Wolkenhauer, K. Cho, and H. Yokota (New York, NY: Springer), 1713-1714.

■ Buck-Sorlin GH. 2013. "Process-based model," in Encyclopedia of Systems Biology, eds W. Dubitzky, O. Wolkenhauer, K. Cho, and H. Yokota

(New York, NY: Springer), 1775.

■ Buck-Sorlin GH. 2013. "Relational Growth Grammar," in Encyclopedia of Systems Biology, eds W. Dubitzky, O. Wolkenhauer, K. Cho, and H. Yokota (New York, NY: Springer), 1838-1839.

■ Limami MA, 2013. 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, © Springer-Verlag Wien.

■ Vian A., Davies E., Bonnet P. 2013. Intercellular communication in plants: evidence for an EMF-generated signal that evokes local and systemic transcriptional responses in tomato. In: F. Baluska (ed.), Long-distance systemic signaling and communication in plants, Chapter 16, pp 309-321.

## Communications colloques

■ Agbo M., S. Cornée, P. Guillermin, A. Maignant, D. Rousselière, S. Rousselière, J. Salanié – 2013 - Les coopératives agricoles et circuits courts et de proximité : l'ambivalence d'une relation. Colloque SFER 2013: Les Circuits Courts de Proximité. Renouer les liens entre territoires et consommation alimentaire. 4 & 5 juin 2013 - AgroParistech, Paris.

■ Aubry C, Beucher D, Teulat-Merah B 2013. One Germin-Like Protein as a marker for embryo axis growth during germination. 4th Workshop on the Molecular Aspects of Seed Dormancy and Germination. Paris, France, July 9-12th 2013.

■ Barret M., Briand M., Bonneau S., Durand K., Prévieux P., Valière S., Bouchez O., Simoneau P. and Jacques M-A. 2013. Diversity and dynamics of seed microbiota during germination-emergence. Bacterial-fungal interactions: a federative field for fundamental and applied microbiology. Conférences Jacques Monod, Roscoff, France, December 7-11, 2013.

■ Barret M., Briand M., Bonneau S., Durand K., Prévieux P., Valière S., Bouchez O., Simoneau P. and Jacques M-A. 2013. Dynamique de la structure du microbiote des semences lors de

la germination-levée. 2ème Séminaire "recherche - entreprises", 17 décembre 2013, Angers, France.

■ Berruyer R, Boedo C, Lecomte M, Bersihand S, Simoneau P, Briard M, Poupard P, 2013, Quantification de la biomasse d'*Alternaria dauci* dans des génotypes de carotte par PCR en temps réel, Workshop RFSV Nouveaux outils pour le diagnostic végétal, 28-29 mars.

■ Bouchet AS, Nesi N, Bissuel C, Bregeon M, Pauquet J, Georges P, Navier H, Rivière N, Hanneton L, Orsel M, Renard M, Laperche A. Improving Nitrogen Use Efficiency of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) by determining the genetic control of oil yield establishment under nitrogen constraints. 2013. EUCARPIA Organic & Low-Input Agriculture section meeting "Breeding for Nutrient Efficiency" Goettingen, Germany 24-26 September, 2013.

■ Boumaza, R., Leduc N., Huché-Thélier L., Demotes-Mainard S., Autret H., Barbier F., Bertheloot J., Brouard N., Caradeuc M., Crespel L., Douillet O., Dubuc B., Foucher F., Furet PM., Galopin G., Garbez M., Hibrand Saint-Oyant L., Lebrech A., Lecerf M., Le Gourrierec J., Li-Marchetti C., Lothier J., Morel P., Pelleschi-Travier S., Perez-Garcia MD., Pernet A., Peron T., Relion D., Roman H., Santagostini P., Sigogne M., Sintès G., Vian A., Guérin V., Sakr S., Assessment of the rose bush floribundity and architecture, colloque rosier Hanovre, Août 2013

■ Bourbeillon J., Piel L., El Ayeb R., Rousselière D., Guyet T. 2013. Construction semi-automatique d'une ontologie de perception des paysages. Journées francophones d'Ingénierie des Connaissances IC 2013. Lille, France. 3-5 Juillet 2013

■ Bourbeillon J., Vallée F. 2013. Intégration de données multi-échelles pour caractériser la qualité des fruits. Worksho In-OVIVE. Lille, France. 2 Juillet 2013.

■ Bourbeillon J., Rousselière D., Salanié J. 2013. (Comment) peut-on isoler la subjectivité de l'auteur dans une analyse des données textuelles ? Etude de la variabilité du vocabulaire dans les atlas français des paysages.

Colloque de l'Association Française de Sociologie - Réseau Thématique Méthodes. Nantes, France. 2-5 septembre 2013.

■ Brisset M.N., 2013. Plant defense activators : can we predict success in the field from success in the lab ? IOBC-WPRS Working Group "Induced resistance in plants against insects and diseases", 10-13 June 2013, Avignon, France (conférence invitée).

■ Buck-Sorlin GH, Guillermin P, Delaire M, Sane F, le-Morvan C. 2013. Towards a Multi-Scaled Functional-Structural Model of Apple, Linking Ecophysiology at the Fruit and Branch Scales, pp. 66-69, 2012 IEEE Fourth International Symposium On Plant Growth Modeling, Simulation, Visualization And Applications (PMA), Shanghai, Oct 31-Nov 03, 2012

■ Buitink J. 2013. Unravelling the acquisition of seed quality using gene regulatory network-based approaches. Second Dutch Seed Symposium, Plantum, 1-2 October 2013, Wageningen

■ Calmes B, Leroy T, Guillemette T, Sannier M, Bellanger MN, Renou JP, Gaillard S, Pelletier S, Bahut M, Expert P, Celton JM, de Gracia M, Caffier V, Vergne E, Chevreau E, Durel CE, Le-maire C, Le Cam B, 2013. The ROAD MOVIE project - Resistance Of Apple against Diseases : Mechanisms Of Virulence and Identification of Effectors. Effectome 2013, September 25-27, 2013 - Montpellier, France.

■ Calmes B., Dumur J., Guillemette T., Bataillé-Simoneau N., Simoneau P., 2013, Response of *Alternaria brassicicola* to the antifungal activity of isothiocyanates, 27th Fungal Genetics Conference, 12-17 mars.

■ Celton J-M, Gaillard S, Bruneau M, Pelletier S, Le Paslier MC, Rees DJG, Laurens F & Renou J-P: Bridging the gap between sequence and biology of apple. Plant and Animal Genome Conference, January 2013, San Diego, USA.

■ Celton J-M, Orsel M, Gaillard S, Bruneau M, Pelletier S, Le Paslier M-C, Bernard A, Aubourg S, Martin-Magniette M-L, Rees DJG, Navarro L, Laurens F

& Renou J-P. 2013. The sense and anti-sense transcriptome of apple reveals the potential widespread regulatory control of gene expression through cis-acting si-RNA. SPS conference 2013, Evry, France.

■ Di Guardo M., Koehorst-van Putten H.J.J., Longhi S., Noordijk Y., Muranty H., Banchi E., Bianco L., Troglio M., Velasco R., Costa F., Visser R.G.F., van de Weg E. 2013. A pipeline for robust marker calling from Infinium SNP arrays for diploid crops. Molecular Markers in Horticulture Symposium, September 25-27 2013, Riva del Garda (TN), Italy.

■ Durel C.E., Denancé C., Ravon E., Feugey L., Guyader A., Guisnel R., Lassois L., Lateur M., Houben P., Tartarini S., Dondini L., Papstein F., Sedlak J., Ordidge M., Fernandez-Fernandez F., Evans K.M., Nybom H., Garkava-Gustavsson L., 2013. Genetic diversity and structure within 6 European apple germplasm collections assessed by microsatellite markers. ISHS symposium on Molecular Markers in Horticulture, 25-27 september 2013, Riva del Garda, Italy.

■ Fischer-Le Saux M. 2013. What new technologies bring to challenge of bacterial classification: unraveling evolution and ecology of plant pathogenic bacteria. 10th International Congress of Plant Pathology, 25-30 Aout 2013, Beijing, Chine.

■ Fischer-Le Saux M., Portier P., Jacques M.A. 2013. Impact des nouvelles technologies de séquençage sur la classification bactérienne – présentation du projet TAXOMIC. Réunion annuelle R-SYST, 6-8 novembre 2013, Orléans, France.

■ Foucher F. (on the behalf of the rose genome sequence initiative), Sakr S., Smulder R., Debener T., de Riek J., Torres A., Amaya I., Zamir D., Sargent D., Nybom H., Attanasov A., Hokanson S., Byrne D., Sosinski B., Main D., Bruneau A., Rees J., Matsumoto S., Yamada K., Wincker P., Gouzy J., Bendahmane M. 2013. Towards the rose genome sequence and its use in research and breeding, Invited conference, 6th International Symposium on Rose Research and Cultivation. 25th-30th August 2013, Hannover, Germany.

- Foucher F. 2013. “ Mignonne, allons voir... Pourquoi la rose refléurit”, Les coulisses de la floraison, Colloque scientifique de la SNHF, Rennes, 24 mai 2013.
- Gallardo K, Le Signor C, Vernoud V, D’Erfurth I, Noguero M, Poignavet G, Zuber H, Buitink J, Salon C, Burstin J, Thompson R., 2013. Biologie intégrative du développement de la graine chez *M. truncatula*. Graines 2013, 28-31 october, 2013.
- Guillemette T, Calmes B, Bataillé-Simoneau N, Dumur J, Hudhomme P, Simoneau P, 2013, Mécanismes de protection du champignon phytopathogène *Alternaria brassicicola* contre les défenses de l’hôte, 9ème Congrès National de la Société Française de Microbiologie, 7-8 février.
- Hamama L., Cesbron D., Voisine L., Lecerf M., Jareno C. Sakr S. Foucher F., Dorion D. and Hibrand-Saint Oyant. 2013. Effects of carbohydrate source and BAP concentration on in vitro morphogenesis of four Rose genotypes. 8th International Symposium on In Vitro Culture and Horticultural Breeding, June 2-7, 2013, Coimbra, Portugal.
- Hibrand-Saint Oyant L., Randoux M., Jeauffre J., Thouroude T., Pierre S., Jammes M.J., Reynoird J-P, Foucher F. 2013. The continuous flowering gene in rose is a floral inhibitor, 6th International Symposium on Rose Research and Cultivation. 25th-30th August 2013, Hannover, Germany.
- Jacques MA, A Indiana, JF Guimbaud, A Darrasse. 2013. Flagellar motility and fitness in xanthomonads. APS-MSA Joint Meeting, Austin, TX, U.S.A., August 10-14, 2013.
- Jacques MA, E Dupas, K Durand. 2013. Diversity of *Xanthomonas hortorum* pv. *carotae*, the agent of bacterial leaf blight of carrot and the need for a new pathotype strain. 10th International Congress of Plant Pathology, 25-30 Aout 2013, Beijing, Chine
- Laurens F. The future of European Production. European project Fruit-Breedomics. International Innovation 2013, p15-17.
- Laurens F. How genomic and genetic information can be applied to classical apple breeding programs. International Symposium on Fruit Tree Genomics. 13-6-2013. Suwon. South Korea.
- Laurens F., Moving towards applied research for apples and pears. Prognosfruit International conference. Prague Rep. Tchec. 9-08-2013.
- Lemaire C., Le Cam B. 2013. Insights in the evolutionary history of *Venturia* effectors. Effectome meetings VI. Septembre 2013.
- Li S., Chastellier A., Clotault J., Foucher F., Gaillard S., Hibrand-Saint Oyant L., Jeauffre J., Loubert R., Loubert T., Michel G., Soufflet-Freslon V., Thouroude T., Tang K., Pernet A., 2013. Genetic diversity analysis of old garden roses from the 19th century based on SSR markers. 6th International Symposium on Rose Research and Cultivation. 25th-30th August 2013, Hannover, Germany.
- Logan DC, El Zawily AM, Scharwzländer (2013) A FRIENDLY handshake: intermitochondrial rituals and mitochondrial quality control. 8th International Congress on Plant Mitochondrial Biology 2013. Rosario, Argentina, 12-16 May 2013.
- Macherel D, Benamar A, Logan D (2013) The rapid awakening of seed mitochondria from their long siesta in the dry state. 8th International Congress on Plant Mitochondrial Biology 2013. Rosario, Argentina, 12-16 May 2013.
- Mikol S, Bruneau M, Celton J-M, Orsel M, Delaire M, Juchaux M, Laurens F & Renou J-P. 2013 Genome wide analysis reveals WAK and PME implications in textural default of apple fruit. 13th Cell wall meeting (CWM2013), July 2013 Nantes (France).
- Moison M, Orsel M, Soulay F, Marmagne A, Azzopardi M, Reisdorf-Cren M, Just J, Chalhoub B, Céline Masclaux-Daubresse C. 2013. Study of cytosolic glutamine synthetase genes in Arabidopsis and *Brassica napus*. 6th European Workshop on Leaf Senescence, Versailles Octobre 2013.
- Montanari S., Renault D., Guerif P., Ravon E., Denance C., Muranty H., Robert P., Braud F., Lespinasse Y., Bus V.G.M., Brewer L., Chagne D., Velasco R., Percepied L., Durel C. E. 2013. QTL mapping for fire blight and pear psylla resistance in an interspecific pear population. 57th Annual Congress Italian Society of Agricultural Genetics, September 16-19 2013, Foggia, Italy.
- Montrichard F, Châtelain E, Satour P, Rey P 2013. Implication des méthionines sulfoxyde réductases dans la longévité des graines. Graines 2013 : 4ème colloque national du réseau français de biologie des graines, Dijon, France, 30-31 octobre 2013.
- Montrichard F, Châtelain E, Satour P, Rey P 2013. Evidence for the participation of the methionine sulfoxide reductase repair system in plant seed longevity. 4th Workshop on the Molecular Aspects of Seed Dormancy and Germination. Paris, France, July 9-12th 2013.
- Morère-Le Paven, Pellizzaro, Clochard, Limami, Involvement of the nitrate transporter MtNRT1.3 of *Medicago truncatula* in the control of root architecture and nitrate absorption. Symposium “Plant Cell Signaling”, Université Paris-Sud, 9 Avril 2013.
- Née G, Innocenti G, Meimoun P, Leymarie J, Montrichard F, Bailly C, Issakidis-Bourguet E 2013. A new role for a specific class of thioredoxin in seed physiology. 4th Workshop on the Molecular Aspects of Seed Dormancy and Germination. Paris, France, July 9-12th 2013.
- Nguyen G., Calmes B., Pochon S., Guillemette T., Simoneau P., Grappin P., Campion C., 2013, Etude de la transmission du champignon *Alternaria brassicicola* à la semence d’*Arabidopsis thaliana*, 4ème Colloque National du Réseau Français de Biologie des Graines, 30-31 octobre.
- Noguero M, D’Erfurth I, Le Signor C, Vernoud V, Verdier J, Aubert, G, Buitink J, Gouzy J, Prospero J-M, Huguet T, Burstin J, Gallardo K and Thompson RD (2013) Use of translational genomics to identify genes important for legume seed filling: Legume Society Conference, Novi Sad, Serbia, 9-11 May, 2013.
- Pellizzaro A, Clochard T, Cukier C, Juchaux M, Montrichard F, Planchet

E, Limami AM, Morère-Le Paven MC 2013. Characterization of *Medicago truncatula* nitrate transporter Mt-NRT1.3 (MtNPF6.8): role in the nitrate signal perception". 10ème colloque international de la Société Française de Biologie Végétale. Créteil, 12-13 Décembre 2013

■ Portier P., Taghouti G., Briand M. and Fischer-Le Saux M. 2013. Typage moléculaire des ressources de la CFBP. Réunion annuelle R-SYST, 6-8 novembre 2013, Orléans, France.

■ Portier, P., Janssens, D., Vos, P.D., Elphinstone, J., Aspin, A., Petter, F., and Maes, M. 2013. Q-bacco-net: An initiative to ensure availability of high quality reference material of plant quarantine bacteria in support of research and European plant protection. Euro Reference 9, 34-35.

■ Portier P., Taghouti G., Briand M. and Fischer-Le Saux M. 2013. Projet CFBP-Type: Typage moléculaire des ressources du CIRM-CFBP. Séminaire restitution AIP-Bioressources, février 2013, Paris Righetti K, Pelletier S, Ly Vu J, Ly Vu B, Leprince O, Lalanne D, Buitink J. 2013. Construction of a stable co-expression network of *Medicago truncatula* seed development for the prediction of genes modulating longevity. 4th Workshop on the Molecular Aspects of Seed Dormancy and Germination, July 9-12, 2013, Paris, France.

■ Righetti K, Pelletier S, Ly Vu J, Ly Vu B, Leprince O, Lalanne D, Buitink J. 2013. Modélisation d'un réseau génique stable de co-expression du développement de graines de *Medicago truncatula* pour prédire les gènes modulant la longévité. Graines 2013, Dijon, 28-31 october, 2013.

■ Righetti K., Pelletier S., Ly Vu J, Ly Vu B., Leprince O., Lalanne D, Buitink J. 2013. Construction of a stable co-expression network of *Medicago truncatula* seed development for the prediction of genes modulating longevity, 4th Workshop on the Molecular Aspects of Seed Dormancy and Germination, July 9-12th, Paris, France.

■ Santagostini P, Laffaire M., Demottes-Mainard S., Hucho-Thelier L., Guérin V., Leduc L., Bertheloot J., Sakr S., Boumaza R., 2013. Qualité visuelle

du rosier buisson : regards croisés sur la floribondité. Rencontres du végétal, 14-15 Janvier 2013, Angers

■ Simoneau P., 2013, How do fungal necrotrophs adapt to the plant environment during the infection process? SFBV International Congress, 12-13 décembre .

■ Terrasson E, Righetti K, Darrasse A., Buitink J, Pelletier S, Ly Vu B, Bolingue W, Jacques MA, Leprince O. 2013. Balance entre développement et réactions de défense induites lors de la transmission de *Xanthomonas* spp. aux semences de *Medicago truncatula* au cours de la maturation. Graines 2013, 28-31 october, 2013.

■ Urrestarazu J., Santesteban L.G., Miranda C., Royo J.B., Leterme E., Roques S., Denancé C., Feugey L., Durel C.E., 2013. Comparative analysis of the duplication degree and genetic relationships between three apple collections located in the Pyrenean region. ISHS symposium on Molecular Markers in Horticulture, 25-27 september 2013, Riva del Garda, Italy.

■ Youssef C, Aubry C, Beucher D, Juchaux M, Teulat-Merah B 2013. Variabilité génétique du nombre de cellules épidermiques de l'hypocotyle dans l'embryon et identification des QTL contrôlant ce caractère chez la Légumineuse modèle *Medicago truncatula*. Graines 2013 : 4ème colloque national du réseau français de biologie des graines, Dijon, France, 30-31 octobre 2013.

## Mémoires de thèse et HDR

■ Abidi F. 2013, Thèse de doctorat Université d'Angers. Effets de la qualité de la lumière sur l'élaboration de l'architecture du rosier buisson.

■ Boumaza R., 2013. HDR Agrocampus Ouest. Contribution à l'analyse de données ternaires et à l'analyse sensorielle en horticulture.

■ Bourget R. 2013. Thèse de doctorat Université d'Angers. Modélisation stochastique des processus d'adaptation d'une population de pathogènes aux résistances génétiques des hôtes.

■ Delahaie J. 2013. Thèse de doctorat, Spécialité : Biologie cellulaire et moléculaire végétale, Angers, Venam, Comparaison moléculaire des graines orthodoxes de *Medicago truncatula* et récalcitrantes de *Castanospermum australe* : une nouvelle approche pour comprendre l'acquisition de la tolérance à la dessiccation.

■ Diab H. 2013. Thèse de doctorat de l'université d'Angers, Modulation du métabolisme azoté sous hypoxie racinaire chez *Medicago truncatula*.

■ Furet PM., 2013, Thèse de doctorat Université d'Angers. Déterminisme trophique du gradient acrotone de débourement chez *Rosa hybrida* L. en fonction de l'intensité lumineuse.

■ Jourdan M. 2013. Thèse Université d'Angers, Impact de la variation nucléotidique de gènes de la voie de biosynthèse des caroténoïdes sur leur accumulation dans la racine de carotte cultivée.

■ Lecomte M. Docteur en Sciences de l'Ecole Doctorale VENAM Université d'Angers, Analyse des mécanismes de défense de la carotte (*Daucus carota*) face au champignon pathogène *Alternaria dauci*, responsable de la l'alternariose ou brûlure foliaire.

■ Terrasson E. Thèse de doctorat, Spécialité : Physiologie moléculaire des semences et pathologie végétale, Angers, Venam Régulation des qualités physiologique et sanitaire de la graine de *Medicago truncatula*.

■ Verdu C., Doctorat en sciences de l'université d'Angers - UNAM. Agromonie, Productions animales et végétales, AgroAlimentaire. Spé: Biologie cellulaire et moléculaire végétale. Cartographie Génétique des composés phénoliques de la pomme.

## Mémoires de stages

■ Adoniou-Gaillard A. M2 BioVIGPA (Université d'Angers) Expression et régulation du gène de la remontée de floraison chez le rosier .

■ Arnaud B. Master I, Mention de

Biologie et Technologie du Végétal, Angers. Etude du rôle du système de sécrétion de type VI de *Xanthomonas fuscans* subsp. *fuscans* dans les interactions entre bactéries.

■ Bauchat V. M2 BioVIGPA (Université d'Angers) Détection de sélection sur le groupe de liaison 3 du rosier .

■ Biessy A. M1 Agrocampus Ouest Dallery, JF, Master 2 BIOVIGPA, Université d'Angers. Pathoadaptation dans l'espèce *Xanthomonas arboricola*: Phénotypage par microscopie de souches pathogènes et commensales.

■ Blondé R. M Université d'Angers. Est-ce que les hôtes *Malus* différencient génétiquement les populations de *V. inaequalis*?

■ Brahem M. Master Hortimet, Métabolisme des caroténoïdes de la carotte en fonction du type d'organe et du cycle de culture.

■ Caradeuc M. Apprenti Ingénieur ACO. Restriction hydrique et débourrement : étude du dialogue entre l'acide abscissique et les sucres.

■ Cascales M. M2 Université d'Angers. Etude des divergences phénotypiques entre populations sauvages et domestiques de *Venturia inaequalis* au sein du centre de domestication du pommier .

■ Charles J. Coursus Ingénieur en Paysage - AGROCAMPUS OUEST. Les atlas de paysages permettent-ils de décrire une référence partagée sur les paysages ?

■ Darrier B., 2013. Master BioVIGPA, biologie végétale intégrative : gène, plante, agrosystème. Etude de l'impact des modifications du rapport feuilles/fruits sur l'élaboration de la qualité textural des pommes.

■ Delage W. M1 Biotechnologie du Végétal Université d'Angers. Caractérisation de gènes responsables de suppression de HR chez des souches non pathogènes de *Xanthomonas*.

■ El Atba N. Master I Biologie Végétale Intégrative. Univ. de Poitiers. Détection de l'expression des gènes responsables de la biosynthèse des cytokinines en fonction de la nutrition azotée chez le rosier buisson (*Rosa hybrida* L.).

■ Genitoni J. M1 Biologie et Technologie du Végétal, Université d'Angers. Les glutathion S-transférases de *Medicago truncatula*, rôle dans l'implantation au froid.

■ Kerdraon K. M2 ACO Rennes. Impact des facteurs de résistance quantitative chez le pommier sur le cycle infectieux de *Venturia inaequalis* et durabilité de la résistance au verger

■ Laffray A., M1 Horticulture Agrocampus-Ouest, Etude de la résistance de la carotte à *Alternaria radicina* : caractérisation de la diversité du pathogène et mise au point d'un test de phénotypage sur plante entière.

■ Lefeuvre, E. Master I, Mention de Biologie et Technologie du Végétal, Angers. Étude du rôle du facteur de transcription ABI5 dans la réponse des graines de *Medicago truncatula* au pathogène incompatible *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* au cours de la maturation.

■ Legrain, Alexandre, Master I Biologie et Technologie du Végétal Université Angers, Activation des gènes de la voie de l'acide jasmonique lors de l'interaction carotte-*Alternaria dauci*.

■ Manno M. Master Bioinformatique - Université de Nantes. Verger cidricole de demain.

■ Marin P. Master I MGE (Microbiologie, Génome, Ecologie et Biotechnologie), Univ. Clermont-Ferrand. Mise au point d'une technique cytogénétique pour l'étude épigénétique des SDP à effet potentialisateur.

■ Philippe F., M2 BIOVIGPA à l'université de Rennes, Implication des récepteurs au glutamate sur la modulation du métabolisme azoté en réponse au stress hydrique chez *Medicago truncatula*.

■ Poisson A.S. Diplôme d'ingénieur ACO. Analyse de gènes potentiellement impliqués dans la résistance basale du pommier à *Venturia inaequalis*.

■ Porquier, Antoine, Master 2 BIOVIGPA, Université d'Angers, Etude des réponses d'*Alternaria brassicicola* à la phytoalexine indolique brassinine.

■ Queneau H. Master Bioinforma-

tique - Université de Nantes. Outil de gestion de pratiques culturales en arboriculture.

■ Rabenantoandro H. Master 2 Pro-TeV (production et Technologie de Végétal). Univ. Angers. Etude épigénétique de l'effet potentialisateur de stimulateurs de défense (SDP) sur pommier par la méthodologie FAIRE ou Formaldehyde-Assisted Isolation of Regulatory Elements, de la serre au verger.

■ Riché A., M2 BIOVIGPA à l'université d'Angers, Physiologie de l'exsudation racinaire.

■ Robert G. M1 Université d'Angers. Génomique comparative des transcriptomes des champignons.

■ Rollin O. M1 Recherche- Méthodologie, Agrocampus Ouest. Variabilité génétique du nombre de cellules épidermiques de l'hypocotyle dans les graines de *Medicago truncatula*, impact sur la croissance hétérotrophe.

■ Sow D. Master Extraction des Connaissances à partir des Données (ECD) - Université Lyon 2 / Polytech' Nantes. Extraction et traitement automatique des Atlas de paysage - Caractérisation et perception des unités paysagères.

■ Yawbio J. M1 Microbiologie, Université de Lorraine, Nancy. Identification moléculaire des souches du CIRM-CFBP.

■ Zinsmeister J. Diplôme d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences Agronomiques, Agroalimentaires, Horticoles et du Paysage, option Amélioration des Plantes, Semences. Rôle du facteur de transcription ABI5 dans la vigueur et la longévité des graines de *Medicago truncatula*.

## Association de cultures : le nectar extrafloral de légumineuses favorise les parasitoïdes de pucerons du chou

### Objectif

Mettre au point des systèmes de cultures bas intrants, en introduisant dans les parcelles des plantes de service fournissant notamment des ressources bénéfiques aux auxiliaires pour augmenter leur longévité, leur fécondité, les attirer ou les maintenir sur la culture.

### Contexte

La plupart des insectes auxiliaires ont besoin de ressources diversifiées pour réaliser leur cycle biologique, pourtant celles-ci sont limitantes dans les monocultures intensives. Le nectar est ainsi une source de nourriture essentielle au stade adulte pour de nombreux ennemis naturels, dont les parasitoïdes qui participent au contrôle naturel des ravageurs. Restreint aux fleurs spontanées des bordures ou des zones non cultivées de l'agroécosystème, le nectar est souvent disponible trop tard et peu accessible pour de nombreuses espèces. Le nectar extrafloral de certaines légumineuses, déjà utilisées comme plantes de services en association pour leur capacité à fixer l'azote atmosphérique, est une ressource sucrée potentiellement accessible et disponible tôt en saison pour les parasitoïdes.

### Résultats

La composition du nectar extrafloral de féverole en fait un aliment d'excellente qualité nutritionnelle pour les auxiliaires et n'est pas affectée par la culture en association avec une brassicacée modèle comme le colza. En laboratoire, les femelles parasitoïdes de pucerons *Diaeretiella rapae*, auxiliaire efficace contre les pucerons des cultures de Brassicacées, s'alimentent sur les nectaires extrafloraux de féverole. La fourniture de nectar extrafloral augmente fortement leur longévité, comparée à d'autres sources de nourriture. Leur fécondité, et le parasitisme des pucerons sont également augmentés en conditions contrôlées tout comme est étendue la période d'activité de parasitisme des femelles. La fourniture de nectar extrafloral via les associations culturales pourrait ainsi permettre un meilleur parasitisme des pucerons et une meilleure survie des parasitoïdes en l'absence d'hôtes. Outre l'intérêt en termes de fixation de l'azote atmosphérique et de réduction de l'emploi de fertilisants, les associations à base de légumineuses productrices de nectar extrafloral peuvent favoriser le contrôle naturel des ravageurs et limiter l'emploi de produits phytosanitaires.



© S. Crépellière  
Une femelle parasitoïde *Diaeretiella rapae* s'alimentant sur un nectaire extrafloral de féverole

### Perspectives

L'intérêt de ces associations pour les auxiliaires doit être vérifié en parcelles expérimentales, puis en conditions de production pour vérifier que les effets observés en laboratoire sont toujours opérants, étudier leur impact sur les déplacements des auxiliaires entre l'environnement et les parcelles. Il sera notamment très intéressant de déterminer si ces associations modifient l'attraction et la rétention des parasitoïdes dans les parcelles par rapport à une implantation d'aménagement en bordure. Enfin, la faisabilité technique et économique pour des producteurs de ces associations, insérées dans des itinéraires techniques et des rotations doit être évaluée pour aboutir à une solution utilisable par les producteurs de brassicacées, maraichers ou cultivateurs de colza.

### Partenaires

Ces recherches sont le fruit d'une collaboration étroite avec le laboratoire LEVA du groupe ESA (Angers). Elles ont été financées par la région Pays de la Loire dans le cadre du projet INTRANBA (INteractions TROphiques et systèmes de culture innovants économes en intrANts : application à l'utilisation des légumineuses dans les cultures de BrassicAcées).

### Bibliographie

- Jamont M., Crépellière S., Jaloux B. 2013. Effect of extrafloral nectar provisioning on the performance of the adult parasitoid *Diaeretiella rapae*. *Biological Control* 65, 271-277.
- Jamont M., Piva G., Fustec J. 2013. Sharing N resources in the early growth of rapeseed intercropped with faba bean: does N transfer matter? *Plant and Soil* 371, 641-653.
- 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*, doi.org/10.1016/j.baae.2014.01.001.

### Contact

**Bruno JALOUX**, UMR IGEPP, Agrocampus Ouest, 2 rue Le Nôtre, 49045 Angers. Mél : bruno.jaloux@agrocampus-ouest.fr

## RUBRIQUE LIBRE IGEPP

### Nouvelle thèse commencée en 2013

- **Pollier A.** Relations entre végétation des habitats semi-naturels, pratiques agricoles et contrôle biologique des ravageurs –Optimisation de l’approche bande fleurie. Directeur de thèse : Manuel Plantegenest ; Co directeur : Gerhard Buck-Sorlin ; Co encadrants : Armin Bischoff & Yann Tricault.

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

### Revue scientifique à comité de lecture

- Bischoff, A., Hurault B. 2013. Scales and drivers of local adaptation in *Brassica nigra* (Brassicaceae) populations. *American Journal of Botany*, 100, 1162-1170.
- Jamont M., Crépellière S., Jaloux B. 2013. Effect of extrafloral nectar provisioning on the performance of the adult parasitoid *Diaeretiella rapae*. *Biological Control*, 65, 271-277.

### Communications colloques

- Bischoff, A., Jaloux B., Lamarre E., Pollier A., Salvadori O., Saulais J., Le Ralec A., Cortesero A-M, Tricault Y. 2013. Ecosystem services of non-crop vegetation in agricultural landscapes – the control of crop herbivory. 43rd Annual meeting of the Society of Ecology (CH, AU, D), Building bridges in Ecology. Potsdam, Allemagne.
- Jamont M., Crépellière S., Jaloux B. 2013. Le Nectar Extra floral comme moyen de favoriser les auxiliaires et de lutter contre les ravageurs au sein de cultures associées. Journée nationale CTIFL « Biodiversité fonctionnelle en cultures légumières », CTIFL Carquefou, 13 juin 2013, France.

- Chifflet R., Droillard M.P., Villenave Chasset J., Belouzard A., Salvadori O. & Tricault Y. 2013. Intérêt des structures paysagères en maraîchage pour la protection des cultures par conservation des habitats. Journée technique « biodiversité légumes » – 13 juin 2013 – CTIFL Carquefou, France.

### Mémoires de stages

- Gion M. MI Horticulture (ACO). Influence de la composition du paysage sur les populations d’insectes auxiliaires et ravageurs. Cas appliqué à des cultures de blé dans le département du Maine et Loire.
- Rochet L. MI Ecologie et Développement Durable (UCO). Evaluation du rôle de la végétation des bordures dans le contrôle des ravageurs du colza.

## Potentiel phénolique et antioxydant du grenadier *Punica granatum*

### Objectif

Etude comparative du potentiel phénolique et antioxydant de 18 variétés de Grenadier (*Punica granatum*) du Maroc.

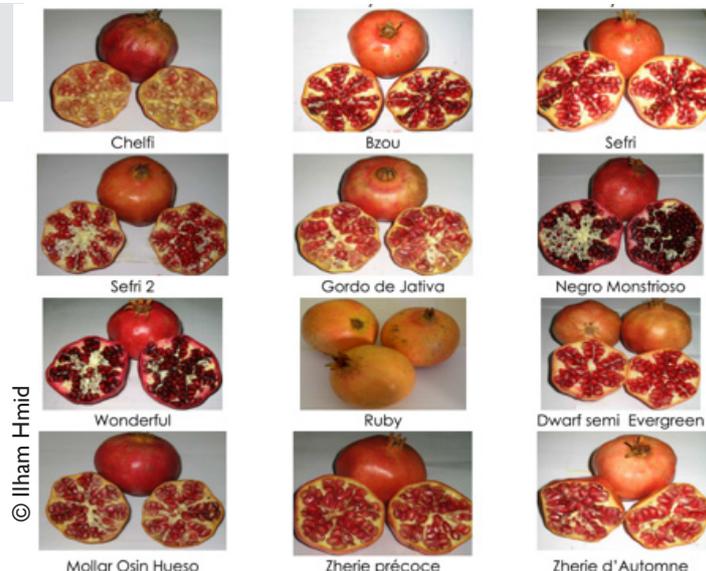
### Contexte

L'Europe et les pays Méditerranéens multiplient les actions visant à mieux connaître et valoriser le potentiel des fruits spécifiques qui sont particulièrement bien adaptés aux conditions climatiques actuelles et futures (compte tenu des changements climatiques annoncés) de cette zone et notamment financent les thèses de doctorat pour une meilleure exploitation et valorisation des fruits de type dates, grenades et figues de la Barbarie.

C'est dans ce contexte que l'unité Grappe a accueilli, depuis 2009, 5 doctorants (Algériens, Marocains et Tunisiens) dont une thèse réalisée en co-tutelle entre l'université de Beni Mellal (Maroc) et l'Université d'Angers (Hmid, 2013). Cette thèse visait à caractériser la diversité pomologique, biochimique et physicochimique des grenadiers du Maroc et étudier la préservation des caractéristiques nutritionnelles et organoleptiques de leurs jus en fonction des différents procédés de stabilisation.

### Résultats

Les fruits de 18 cultivars du grenadier (*Punica granatum* L.) présents en collection au domaine expérimental de l'INRA à Meknès-Maroc (500 m d'altitude) ont été sélectionnés. Leurs caractéristiques morphologiques et physico-chimiques (diamètre du fruit, poids du fruit, épaisseur de l'écorce, nombre de pépins, nombre de carpelles, teneurs en sucres, acidité, matière sèche...) ont été analysées. Leur potentiel phénolique et la capacité anti-radicalaire de leurs jus, mesurée par DPPH, FRAP et ABTS, ont été comparés. L'importance de la variabilité pomologique, physico-chimique et biochimique a été mise en évidence sur tous les critères mesurés. Ainsi par exemple la teneur en sucres solubles varie entre 12 et 17°Brix selon les variétés récoltées au même stade de maturité, leur pH entre 2.8 et 4.2, et le rendement en jus entre 30% et 55%. Le potentiel phénolique des variétés



12 cultivars du grenadier *Punica granatum* collectionnés au niveau du domaine expérimental -INRA-Aïn Taoujdate

analysées dépend également du cultivar puisque la teneur en polyphénols totaux varie entre 1385 et 9476 mg d'acide gallique équivalent/L du jus. Les principaux composés phénoliques identifiés dans les jus étaient les acides : ellagique, gallique, chlorogénique, férulique et caféique, et en moindre mesure certains flavonoïdes (catéchine, épicatechine, quercétine). Ces composés phénoliques contribuent fortement à l'activité antioxydante élevée des jus étudiés.

### Perspectives

Ce travail se poursuit par la valorisation des résultats acquis et par une collaboration renforcée avec l'Université de Béni Mellal (Maroc) sur d'autres fruits méditerranéens à haut potentiel antioxydant, tels que la figue de la Barbarie, à travers d'une nouvelle thèse réalisée en co-tutelle.

### Partenaire

Université de Béni Mellal (Maroc)

### Bibliographie

- Hmid I. 2013. Contribution à la valorisation alimentaire du Grenadier marocain (*Punica granatum* L.). Caractérisation physico-chimique et Biochimique de leur jus. Diplôme de Docteur en Agroalimentaire, ED VENAM, thèse en cotutelle entre l'Université de Béni Mellal (Maroc) et l'Université d'Angers (France).
- Hmid I., Elthmani D., Hanine H., Oukabli A., Mehinagic E. 2014. Comparative study of phenolic compounds and their antioxidant attributes of eighteen pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars grown in Morocco. *Arabian Journal of Chemistry*. doi.org/10.1016/j.arabjc.2013.10.011.

### Contact

Driss ELOTHMANI. UPSP GRAPPE, Groupe ESA.  
55 Rue Rabelais – BP 30748 – 49007 Angers Cedex 01. Mél : d.elothmani@groupe-esa.com

## RUBRIQUE LIBRE GRAPPE

### Mutualisation de la plateforme Senso'Veg dans le cadre de la SFR QUASAV

En janvier 2012, l'unité propre GRAPPE (Groupe de Recherche en Agro-Alimentaire sur les Produits et les Procédés) a intégré la SFR 4207 QUASAV. L'équipe a proposé à cette occasion de mutualiser sa Plateforme d'analyse sensorielle (Senso'Veg) avec l'ensemble de partenaires de la SFR. Cette décision a été actée en octobre 2013 lors du conseil scientifique de la SFR.

### Participation dans un nouveau programme international FP7 OPTIFEL

Dans l'Europe des 27 pays de l'Union, le taux de dépendance des personnes âgées passera de 26,8% en 2012 à 38,3% en 2030 (Source Eurostat). Cette augmentation du nombre des personnes âgées, vivant en institution ou à domicile, est donc forte. Dans ces conditions, il existe des risques de dénutrition de cette population pouvant conduire à une perte d'autonomie. Les principaux objectifs du projet Européen Optifel dans lequel notre unité est impliquée en tant que partenaire et pilote des actions sur la qualité organoleptique des produits sont :

- d'établir un cahier des charges des attentes et besoins des personnes âgées,
- sur cette base de conceptualiser des produits à base de fruits et légumes,
- puis de fabriquer des maquettes produits à tester auprès de ces personnes.

Ce projet, piloté par l'INRA, qui regroupe 26 partenaires, a reçu 3 millions d'euros de soutien de l'Union européenne au titre du 7<sup>ème</sup> Programme cadre de recherche et développement (7<sup>ème</sup> PCRD ou FP7). Il a également reçu le soutien de la région Pays de Loire à travers une demi-bourse de thèse réalisée au GRAPPE.

### 3 Thèses soutenues

L'équipe a également accompagnée en 2013 la soutenance de 3 thèses de doctorat :

- Thèse soutenue à l'ESA le 15 janvier 2013 par **Cécile BAVAY** : Adaptation des méthodologies d'évaluation sensorielle aux produits agroalimentaires à forte variabilité. Soutenue. Directeur de thèse : Emira MEHINAGIC. Thèse co-encadrée au sein de l'unité par R SYMONEAUX;
- Thèse soutenue à l'ESA le 18 mars 2013 par **Mathilde CHARLES** : Contribution aux réflexions méthodologiques relatives à l'étude des préférences des consommateurs et à l'étude des interactions sensorielles - Application au modèle pomme. Thèse co-dirigée par Carole PROST (Oniris) et Emira MEHINAGIC (ESA). Thèse co-encadrée au sein de l'unité par I MAITRE;
- Thèse soutenue le 27 décembre 2013 par **Ilhama HMID** : Contribution à la valorisation alimentaire du Grenadier Marocain (*Punica granatum L.*) : caractérisation physico-chimique et biochimique de leur jus. Thèse réalisée en cotutelle et codirigée par Driss ELOTHMANI (ESA) et Hanina HAFIDA (Université de Beni Mellal, Maroc).

**Contact :** Emira Mehinagic – GROUPE ESA UPSP GRAPPE – 55 Rue Rabelais BP 30748 49007 Angers Cedex 01. Mél : e.mehinagic@groupe-esa.com

### Nouvelles thèses commencées en 2013

- **Beauchet S.** Conception d'une méthode simplifiée combinant l'évaluation de l'impact environnemental par la méthode d'Analyse du Cycle de Vie avec l'évaluation de la qualité d'un produit ; application à la viticulture française. Directrice de thèse : Jourjon F.
- **Boutakiout A.** Caractérisation physico-chimique et biochimique de deux variétés de cactus (Figue de barbarie, *Opuntia ficus-indica*) et étude de l'influence des techniques de conservation sur la composition phénolique des jus de cladodes. Directeur de thèse : Elothmani D.
- **Mingioni M.** Impact des interactions de saveurs dans une matrice alimentaire sur la perception, les préférences alimentaires et le plaisir à manger du sujet âgé. Directrice de thèse : Mehinagic E.

## Revue scientifique à comité de lecture

■ Bavay C., Symoneaux R., Maitre I., Kuznestova E., Brockhoff P. and Mehinagic E. 2013. Importance of fruit variability in the assessment of apple quality by sensory evaluation. *Post-harvest Biology and Technology*, 77: 67-74.

■ Benmeddour Z., Mehinagic E., Le Meurlay D. and Louaileche H. 2013. Phenolic composition and antioxidant capacities of ten Algerian date (*Phoenix dactylifera* L.) cultivars : A comparative study. *Journal of Functional Foods*, 5: 346-354.

■ Charles M., Poinot P., Texier F., Arvisenet G., Vigneau E., Mehinagic E. and Prost C. 2013. The "Mouth to Nose Merging system" : a novel approach to study the impact of odour on other sensory perceptions. *Food Quality and Preference*, 28: 264-270.

■ Espinosa-Munoz L., Renard C.M.G.C., Symoneaux R., Biau N. and Cuvelier G. 2013. Structural parameters that determine the rheological properties of apple puree. *Journal of Food Engineering*, 119: 619-626.

■ Galmarini M., Symoneaux R., Chollet S. and Zamora M.C. 2013. Understanding apple consumers' expectations in terms of likes and dislikes : use of comment analysis in a cross-cultural study. *Appetite*, 62: 27-36.

■ Lawrence G., Symoneaux R., Maitre I., Brossaud F., Maestrojuan M. and Mehinagic E. 2013. Using the free comments method for sensory characterisation of cabernet franc wines : comparison with classical profiling in a professional context. *Food Quality and Preference*, 30: 145-155.

■ Letaief H., Maury C., Symoneaux R. and Siret R. 2013. Sensory and instrumental texture measurements for assessing grape seed's parameters during fruit development. *J Sci Food Agric.*, 93: 2531-2540.

■ Zouid I., Siret R., Jourjon F., Mehinagic E. and Rolle L. 2013. Impact of

grapes heterogeneity according to sugar level on both physical and mechanical berries properties and their anthocyanins extractability at harvest. *Journal of Texture Studies*, 44: 95-103.

## Autres revues scientifiques

■ Coulon-Leroy C., Renaud C., Thiollet-Scholtus M. and Cadot Y. 2013. Mieux caractériser les types de raisin ou de vin pour évaluer l'impact des itinéraires techniques. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic*, 42: 250-257.

■ Jourjon F. and Symoneaux R. 2013. Perception des consommateurs et intérêt d'un étiquetage environnemental pour les productions de vins d'AOP. *Revue des Oenologues*, 148: 53-56.

■ 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. *Progrès Agricole Viticole*, N°10 (Edition 2013): 11-17.

■ Siret R., Symoneaux R., Jourjon F., Patron C. and Brossaud F. 2013. Analyse sensorielle des baies de raisin : un outil d'aide à la décision pour les professionnels. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic*, 45 (6).

## Revue techniques

■ Jourjon F., Brossaud F. and Symoneaux R. 2013. Evaluation de l'acceptabilité de la qualité et la typicité des vins par les consommateurs - Synthèse de 10 cas concrets réalisés pour la filière viticole. *Newsletter TECHNOLOIRE*, n°49.

■ Jourjon F. and Symoneaux R. 2013. Perception des consommateurs et intérêt d'un étiquetage environnemental pour les productions de vins d'AOP. *Newsletter TECHNOLOIRE*, n°48.

## Communications colloques

■ Ares G., Claret A., Cunha L.M., Saldamando L., Deliza R., Guerrero I., Pinto de Moura A., Oliveira D. and Symoneaux R. 2013. Cross-cultural conceptualization of wellbeing in the context of food consumption. 10th Pangborn Sensory Science Symposium, 11-15 août 2013. Rio de Janeiro, Brazil.

■ Askoura M., Piron V., Madieta E., L'Huillier J.P. and Mehinagic E. 2013. Assessment of apple optical properties using the spatially resolved spectroscopy laser method. *LASER FLORENCE 2013*, 9-10 novembre 2013. Florence, Italie.

■ Cadot Y., Coulon-Leroy C., Rioux D., Charnomordic B., Baudrit C., Guillaume S. and Perrot N. 2013. How free the complexity of process systems in order to modeling global quality of products. Application to wine style prediction. *I, Vino Analytica Scientia, Symposium 2013*, 2-5 juillet 2013. Reims, FRANCE.

■ Carbajal D., Maury C., Salas E., Siret R. and Mehinagic E. 2013. Impact of noble rot on the evolution of the physical characterization of Chenin grapes. In *Vino Analytica Scientia, Symposium 2013*, 2-5 juillet 2013. Reims, FRANCE.

■ Carbajal D. 2013. Texture analysis in grape berries. *Journée Technique, Expé et recherche Vigne et Vin*, 19 novembre 2013. Angers, France.

■ Charles M., Maitre I., Vigneau E., Symoneaux R., Prost C. and Mehinagic E. 2013. Typologie des consommateurs de pommes selon leurs préférences sensorielles et leurs usages et attitudes. *Les Rencontres du Végétal - 7ème Edition*, 14-15 janvier 2013. Angers.

■ Charles M., Maitre I., Symoneaux R., Vigneau E., Prost C. and Mehinagic E. 2013. Integrative approach of consumer segmentation according to the sensory preference keydrivers, sociodemographic characteristics and consumer behaviour. 10th Pangborn Sensory Science Symposium, 11-15

août 2013. Rio de Janeiro, Brazil.

■ Doumouya S. 2013. Compréhension des facteurs physiologiques et structuraux impliqués dans les changements de propriétés mécaniques de la baie au cours de son développement. Journée Technique, Expé et recherche Vigne et Vin, 19 novembre 2013. Angers, France.

■ Doumouya S., Siret R., Maury C. and Lahaye M. 2013. Physical and physiological heterogeneity within grape bunch : impact on mechanical properties. In *Vino Analytica Scientia*, Symposium 2013, 2-5 juillet 2013. Reims, FRANCE.

■ Elothmani D. 2013. The valorization of organic-waste from waste to noble raw material. The example of apple. International Congress on "Green Extraction of Natural Products", 16-17 avril 2013. Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse.

■ Galmarini M.V., Symoneaux R., Visalli M., Zamora M.C. and Schlich P. 2013. Static vs. dynamic liking in chewing gum : a new approach using a background task and a natural setting. 10th Pangborn Sensory Science Symposium, 11-15 août 2013. Rio de Janeiro, Brazil.

■ Garbez M., Galopin G., Sigogne M., Favre P. and Symoneaux R. 2013. The challenge : grouping and characterizing virtual rose bushes presented in videos. Use of perceptive free sorting and verbalization. 10th Pangborn Sensory Science Symposium, 11-15 août 2013. Rio de Janeiro, Brazil.

■ Hanine H., Elothmani D., Hmid I., Mehinagic E. and Le Meurlay D. 2013. Polyphenols and antioxidant activities (DPPH, FRAP and TEAC) extracted from prickly pear cactus (*Opuntia ficus indica*) juice fruits and cladodes. 13th International Conference on Antioxidants, 27-28 juin 2013. Marrakech, MAROC.

■ Hanine H., Hmid I., Oukbali A. and Elothmani D. 2013. Etude de la variabilité pomologique et de la composition en acides gras de l'huile des arilles de différents cultivars de grenadier marocain (*Punica Granatum*). The second international symposium

on "Analytical chemistry for a sustainable development - ASCD 2013 - The 4th Federation of African Societies of Chemistry (FASC) Congress, 7-9 mai 2013.

■ Jourjon F. 2013. Consumer perception of environmental labelling. VITEFF 2013, 16 octobre 2013. Epernay, FRANCE.

■ Jourjon F. and Symoneaux R. 2013. Affichage environnemental des vins : quelle influence sur les perceptions par les consommateurs ? 36ème Congrès Mondial de la Vigne et du Vin - La Vigne et le Vin entre Tradition et Modernité, 2-7 juin 2013. Bucarest - Roumanie.

■ Jourjon F. 2013. Perception des consommateurs et intérêt d'un étiquetage environnemental pour les productions de vins d'AOP. Les Rencontres du Végétal - 7ème Edition, 14-15 janvier 2013. Angers.

■ Jourjon F. 2013. Méthodologies sensorielles d'évaluation de la typicité des vins. Journée Technique, Expé et recherche Vigne et Vin, 19 novembre 2013. Angers, France.

■ Maitre I. 2013. Alimentation des seniors : quelles sont leurs préférences et leur perception sensorielle ? Quel est l'impact nutritionnel ? Assemblée Générale du pôle Aliments et Santé, 16 mai 2013. Université de La Rochelle.

■ Maitre I., Symoneaux R., Sulmont-Rossé C., 2013. Consumer testing in elderly population: impact of age and dependence on liking scoring, 29 Octobre 2013, European Sensory Network, Valencia

■ Maitre I., Van Wymelbeke V., Amand M., Vigneau E., Issanchou S. and Sulmont C. 2013. Food pickiness in the elderly: relationship with dependency and malnutrition, 29 Octobre 2013, European Sensory Network, Valencia.

■ Maître I, Amand M, Sulmont-Rossé C, Alaphilippe D, Bailly N, Crema C, Cariou V, Ferrandi J-M, Vigneau E, Cardon P, Issanchou S, Sallé A, Symoneaux R, Van Wymelbeke V. 2013. Enquête pluri-disciplinaire : quels sont les

facteurs associés à la dénutrition du sujet âgé ? 26 Novembre 2013, Colloque Aupalesens. Dijon.

■ Maître I, Symoneaux R, Issanchou S, De Facq P, Tavarès J, Feyen V, Martin C, Sulmont-Rossé C. 2013. Adapter la qualité sensorielle des produits au goût des seniors : quels outils, quelles stratégies ? 26 Novembre 2013, Colloque Aupalesens. Dijon.

■ Maitre I., Symoneaux R., Van Wymelbeke V., Issanchou S., Jourjon F. and Sulmont-Rossé C. 2013. Food selectivity and pickiness in adulthood : an age and gender-related behaviour ? 10th Pangborn Sensory Science Symposium, 11-15 août 2013. Rio de Janeiro - Brazil.

■ Maitre I., Van Wymelbeke V., Sulmont C., Bailly N., Ferrandi J.M., Salle A., Crema C., Symoneaux R., Issanchou S. and Vigneau E. 2013. Eating behavior and health patterns in the French elderly population. 10th Pangborn Sensory Science Symposium, 11-15 août 2013. Rio de Janeiro, Brazil.

■ Mehinagic E. 2013. Prédiction de la qualité sensorielle des aliments par les mesures instrumentales : cas de pommes. XVIème journée Evaluation Sensorielle Mesure et Sensoriel, 28 mai 2013. Institut Polytechnique Saint-Louis - 95 000 CERGY.

■ Mehinagic E. 2013. Les polyphénols des fruits frais et transformés : quel lien potentiel et quel lien avec la santé ? Commission VALORIAL, 4 juillet 2013. Université d'ANGERS.

■ Meunier M. 2013. Essai Silice : résultats 2013. Réunion Agro-viticole, 6 décembre 2013. Angers.

■ Renaud C. and Jourjon F. 2013. Evaluation environnementale des itinéraires techniques viticoles par Analyse de cycle de vie ; lien avec la qualité des raisins. 36ème Congrès Mondial de la Vigne et du Vin - La Vigne et le Vin entre Tradition et Modernité, 2-7 juin 2013. Bucarest - Roumanie.

■ Renaud C. 2013. Perception par les consommateurs de l'affichage environnemental. VITEFF 2013 : Développement durable appliqué à la viti-

culture : stratégie, mise en œuvre, et évaluation des démarches, 16 octobre 2013. EPERNAY.

■ Renaud C. 2013. ACV et évaluation des impacts environnementaux des pratiques viticoles. Journée Technique, Expé et recherche Vigne et Vin, 19 novembre 2013. Angers, France.

■ Siret R., Symoneaux R., Jourjon F., Patron C. and Brossaud F. 2013. De l'analyse sensorielle à la dégustation des baies de raisin : outil d'aide à la décision pour les professionnels. 36ème Congrès Mondial de la Vigne et du Vin - La Vigne et le Vin entre Tradition et Modernité, 2-7 juin 2013. Bucarest – Roumanie.

■ Symoneaux R. 2013. Impact sensoriel qualitatif et quantitatif des polyphénols. Journée Technique "Saveurs et polyphénols", 13 juin 2013. Agrocampus Ouest - RENNES.

■ Symoneaux R. 2013. Comment les différentes caractéristiques du cidre (acidité, effervescence, sucre, ...) vont influencer la perception de l'amertume et de l'astringence. Journée Technique "Saveurs et polyphénols", 13 juin 2013. Agrocampus Ouest - RENNES.

■ Symoneaux R. 2013. Perception du terroir par les consommateurs de vin. Journée Technique, Expé et recherche Vigne et Vin, 19 novembre 2013. Angers, France.

■ Symoneaux R. and Maitre I. 2013. Comment les messages liés aux attributs du Terroir influencent la perception des consommateurs de vins ? - Session viticulture-cidriculture. Les Rencontres du Végétal - 7ème Edition, 14-15 janvier 2013. Angers.

■ Symoneaux R., Patron C., Maitre I. and Galmarini M.V. 2013. Do hedonic questions influence what consumers' mention as likes or dislikes in a product ? An analytical approach using comment analysis. 10th Pangborn Sensory Science Symposium, 11-15 août 2013. Rio de Janeiro, Brazil.

## Mémoires de thèse et HDR

■ Bavay C. 2013. Diplôme de Docteur en Sciences alimentaires, ED VENAM. Adaptation des méthodologies d'évaluation sensorielle aux produits agroalimentaires à forte variabilité.

■ Charles M. 2013. Diplôme de Docteur en Sciences alimentaires, ED VENAM. Contribution aux réflexions méthodologiques relatives à l'étude des préférences des consommateurs et à l'étude des interactions sensorielles

■ Hmid I. 2013. Diplôme de Docteur en Agro-alimentaire, ED VENAM. Contribution à la valorisation alimentaire du Grenadier marocain (*Punica granatum* L.). Caractérisation physico-chimique et Biochimique de leur jus.

## Mémoires de stages

■ Favory M. Ingénieur de l'ESA, Groupe Esa, Angers. Caractérisation sensorielle de raisins de cuve et mise en place d'une méthode de dégustation de terrain.

■ Maghrebi H. Master Mécanique et Ingénieries, Université des sciences et techniques de Franche-Comté. Mesure des propriétés mécaniques des tissus biologiques : application aux fruits.

■ Planchenault C. Ingénieur de l'ESA, Groupe Esa, Angers. Impact des pratiques viticoles sur la qualité du raisin.

■ Regnier C. Ingénieur de l'ESA, Groupe Esa, Angers. Etude exploratoire sur la mesure du seuil de discrimination des saveurs sucrée et acide en compote de pommes chez les seniors.

■ Rincon Melero B. Majeure Vigne et Vin, Groupe Esa, Angers. Extraction de chlorophylle des feuilles de vigne.

## Développement d'un test haut-débit de germination

### Objectif

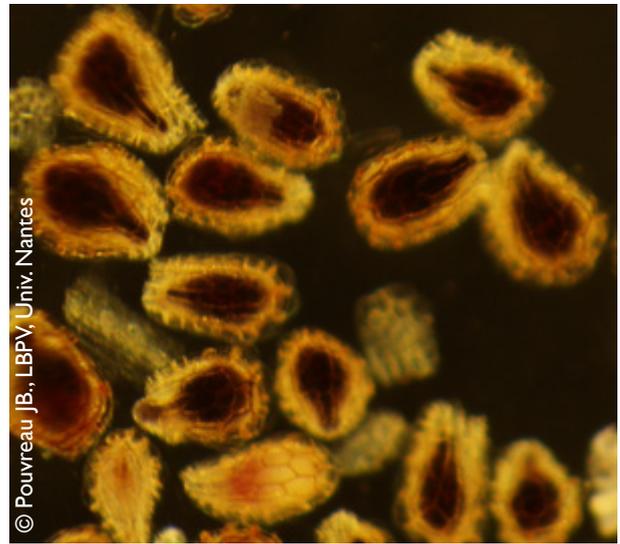
Mise au point d'un test haut-débit de germination des graines de plantes parasites (*Phelipanche* sp., *Orobanche* sp. et *Striga* sp.) en réponse à différents composés ou extraits.

### Contexte

Les plantes parasites appartenant aux genres *Orobanche*, *Phelipanche* et *Striga* sont des adventices redoutables qui peuvent affecter lourdement la production au sein de nombreux agrosystèmes. La gestion de ces parasites est devenue problématique. En effet, ces plantes produisent de très nombreuses graines de petite taille (100-300  $\mu\text{m}$ ) qui peuvent rester viables dans le sol plus de 15 ans. La germination des graines de ces plantes parasites est sous le contrôle de composés exsudés par les racines de la plante hôte. La compréhension du dialogue moléculaire entre l'hôte et le parasite, qui initie l'interaction parasitaire, est donc une des clés de leur gestion. Du fait de la petite taille des graines, les tests de germination sont classiquement réalisés en boîte de Pétri sous loupe binoculaire. Cette méthode est fastidieuse et non adaptée pour des analyses haut-débit.

### Résultats

Le test de cytotoxicité de Mosmann a été adapté à la germination des plantes parasites sur les bases que seules les graines germées réduisent le sel de tétrazolium jaune (MTT) en formazan violet, mesurable par spectrophotométrie après solubilisation du formazan. A partir de cette observation, le test de germination a été standardisé en plaque 96 puits et la réduction du MTT a été mesurée par spectrophotométrie. Une relation linéaire entre le pourcentage de germination et la réduction du MTT a été démontrée. La méthode développée permet de s'affranchir des comptages sous loupe binoculaire et d'effectuer rapidement un grand nombre de tests de germination. Elle a été validée pour quatre espèces des genres *Phelipanche*, *Orobanche* et *Striga*. Cette méthode est exploitable pour un grand nombre d'applications, telles que celles visant par exemple à caractériser la variabilité au sein de ressources génétiques (plantes hôtes) de la capacité (exsudats racinaires) à éliciter la germination de la plante parasite considérée, ou à évaluer l'activité stimulante de standards dans le cadre d'études structure/fonction.



Coloration au MTT de graines de *Phelipanche ramosa* en cours de germination. La germination a été induite par un traitement à une strigolactone de synthèse le GR24 (3 10<sup>-9</sup> M). Le précipité de formazan apparaissant en violet est produit par la réduction du MTT et est ensuite solubilisé pour une lecture spectrophotométrique (test en plaque 96 puits)

### Perspectives

La mise au point de ce test de germination en plaques, à haut débit et adapté aux plantes parasites permet d'envisager le criblage rapide de composés activateurs ou inhibiteurs de la germination. Cette approche a permis de poursuivre des études de relation entre la structure et l'activité d'analogues de synthèse des strigolactones comparés sur des modèles plantes parasites, mycorhizes et action hormonale. L'étude de la germination des plantes parasites en réponse aux strigolactones *via* des approches pharmacologiques est également facilitée par cette méthode. Elle est également adaptée pour le suivi de la purification et l'identification de composés stimulants la germination des plantes parasites dans des interactions encore mal caractérisées (fractionnement d'exsudats racinaires par bioguidage).

### Bibliographie

- Boyer FD., de Saint Germain A., Pillot JP., Pouvreau JB., Chen VX., Ramos S., Stévenin A., Simier P., Delavault P., Beau JM, and Rameau C. 2012. Structure-activity relationship studies of strigolactone-related molecules for branching inhibition in garden pea: molecule design for shoot branching. *Plant Physiology*, 159:1524-1544.
- Pouvreau JB., Gaudin Z., Auger B., Lechat MM., Gauthier M., Delavault P., Simier P. 2013. A high-throughput seed germination assay for root parasitic plants. *Plant Methods*, 9:32.
- Boyer FD., De Saint Germain A., Pouvreau JB., Guillaume C., Pillot JP., Roux A., Rasmussen A., Depuydt S., Laouressergues D., Frei dit Frey N., Heugebaert T., Stevens C., Geelen D., Goormachtig S., Rameau C. 2014. New strigolactone analogues as plant hormones with low activities in the rhizosphere. *Molecular Plant*, 7:675-690.

### Contact

**Philippe DELAVault**, LBPV, UFR Sciences & Techniques, 2 rue de la Houssinière, 44322 Nantes. Mél. [philippe.delavault@univ-nantes.fr](mailto:philippe.delavault@univ-nantes.fr)

## RUBRIQUE LIBRE LBPV

### Nouvelles personnes accueillies au LBPV en 2013

- **Stojanova Bojana** sur un poste d'Attaché Temporaire d'Enseignement et de Recherche (ATER). B. Stojanova enseigne la biologie végétale et cellulaire et s'investit en recherche sur la diversité génétique de l'orobanche rameuse, *Phelipanche ramosa*.
- **Aude Pelleray**, sur un poste d'assistant ingénieur contractuel dans le cadre du programme de recherche CAS DAR « Spécificité de l'interaction orobanches / plante hôte : Mise au point d'un outil d'identification et d'un test de résistance ».

### Projets initiés en 2013

- Programme de recherche CAS DAR « Semences et Sélections végétales » (2013-2015) en collaboration avec le GEVES, le CETIOM et SYNGENTA SEEDS sur le thème « Spécificité de l'interaction orobanches / plante hôte : Mise au point d'un outil d'identification et d'un test de résistance ».

### Nouvelles thèses commencées en 2013

- **Goyet V.** - Analyse transcriptomique globale et génétique fonctionnelle chez la plante parasite *Phelipanche ramosa*. Directeurs de thèse : Montiel G., Simier P. et Delavault P.

### Nouveaux post-docs commencés en 2013

- **Delahaie J.** - Nouveaux éliciteurs d'origine marine inhibant le développement des Orobanches chez les plantes cultivées. Volet transcriptomique. Référents scientifiques : Delavault P. et Simier P.
- **Gaudin Z.** - Nouveaux éliciteurs d'origine marine inhibant le développement des Orobanches chez les plantes cultivées. Volet métabolomique. Référents scientifiques : Simier P. et Delavault P.

## PUBLICATIONS LBPV

### Revues scientifiques à comité de lecture

■ Pouvreau JB., Gaudin Z., Auger B., Lechat MM., Gauthier M., Delavault P., Simier P., 2013. A high-throughput seed germination assay for root parasitic plants. *Plant Methods* 9:32.

■ Gaudin Z., Cerveau D., Marnet N., Bouchereau A., Delavault P., Simier P., Pouvreau J.-B., 2013. 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.

### Communications colloques

■ Delavault P., Lechat MM., Pouvreau JB., Montiel G., Véronési C., Simier P., Thoiron S., 2013. *CYP707A1*, an ABA catabolic gene, is a ubiquitous component of parasitic plants seed germination in response to various germination stimulants. 1<sup>st</sup> Stream Meeting COST Action FA1206 Strigolactones Enhanced Agricultural Methodologies, 3-7 November, Jerusalem, Israel

■ Lechat MM., Glenn P., Pouvreau JB., Montiel G., Simier P., Thoiron S., Delavault P., 2013. *CYP707A1*, an ABA catabolic gene, is a ubiquitous component of parasitic plants seed germination in response to various germination stimulants. 12<sup>th</sup> World Congress on Parasitic Plants, 15-20 July, Sheffield, UK.

■ Lechat MM., Philippe G., Pouvreau JB., Montiel G., Véronési C., Simier P., Thoiron S., Delavault P., 2013. *CYP707A* an early response gene to strigolactones is a ubiquitous key required for germination of parasitic plants. *Graines 2013 - 4ème colloque national du réseau français de biologie des graines*, 30-31 octobre, Dijon, France.

■ Louarn J., Delavault P., Puech-Pagès V., Bécard G., Rochange S., 2013. Can we use arbuscular mycorrhizal fungi to improve resistance to *Orobanche cumana* in sunflower? 12<sup>th</sup> World Congress on Parasitic Plants, 15-20 July, Sheffield, UK.

■ Péron T., Véronési C., Montiel G., Macherel D., Maloukh L., Nogué F., Delavault P., Simier P., 2013. Characterization of the genes encoding sucrose transporters and sucrose-degrading enzymes in the parasitic plant *Phelipanche ramosa*. 12<sup>th</sup> World Congress on Parasitic Plants, 15-20 July, Sheffield, UK.

■ Simier P., Voisin M., Pouvreau JB., Leflon M., Legros S., Jestin C., Delavault P., 2013. Genetic and phenotypic diversities in the parasitic species *Phelipanche ramosa*. 12<sup>th</sup> World Congress on Parasitic Plants, 15-20 July, Sheffield, UK.

### Mémoires de thèse

■ Gaudin Z. 2013. Thèse de doctorat de l'Université de Nantes. Place de l'azote dans l'interaction plante - plante parasite : *Brassica napus* L. - *Phelipanche ramosa* (L.) Pomel.

### Mémoires de stages

■ Brun G. Master 1 Biologie et Technologie du Végétal, Université de Nantes, Approches de validation fonctionnelle chez la plante parasite *Phelipanche ramosa* (L.).

■ Dutreix L. Master 1 Biologie et Technologie du Végétal, Université d'Angers, Nouvelle méthode de lutte contre la plante adventice parasite Orobanche (*Orobanche cumana* et *Phelipanche ramosa*).

■ Glenn P. Master 2 BioVIGPA, Université de Nantes, *CYP707A1*, un gène de catabolisme de l'ABA, est-il un acteur clé de la germination des plantes parasites en réponse aux stimulants de germination ?

## Echanges et complémentarités dans les associations colza-féverole

### Objectif

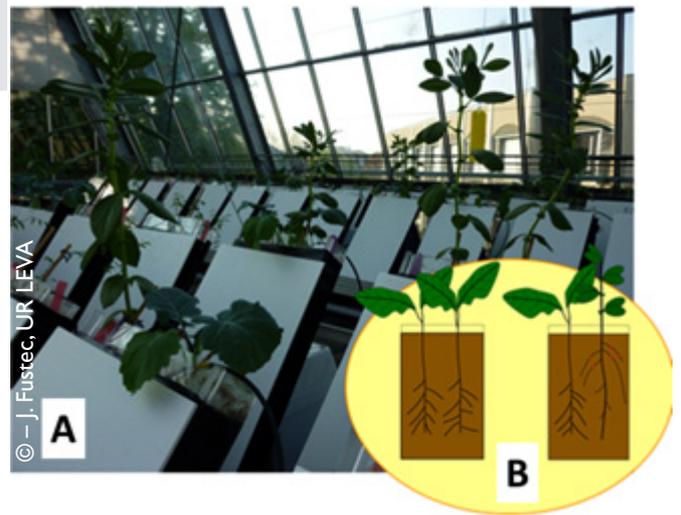
Notre objectif était d'estimer les transferts d'azote entre plantes dans des associations colza-féverole par marquage des plantes au  $^{15}\text{N}$ . Dans ces associations, la légumineuse est utilisée comme plante de service apportant de l'azote atmosphérique.

### Contexte

Les cultures associées à une Fabacée sont souvent plus riches en azote que les cultures pures. Ce résultat est souvent attribué à des transferts d'azote de la Fabacée vers la culture compagne. Ces transferts ont été mis en évidence dans les prairies. Des travaux récents montrent que chez les cultures annuelles de type céréale-légumineuse, les complémentarités entre espèces peuvent avoir un effet positif sur la teneur en azote de la culture compagne récoltée. En revanche, l'existence de transferts d'azote au sein des associations dans le pas de temps des cultures annuelles pose question. C'est pourquoi nous avons cherché à quantifier l'azote transféré de la Fabacée à la culture non-fixatrice et vice versa, dans un système colza-féverole cultivé en rhizotrons sous serre.

### Résultats

La quantité d'azote accumulée par le colza était 20% plus élevée en association qu'en culture pure. Le pourcentage d'azote fixé par les féveroles a été estimé à 63% de l'azote total de la plante en culture pure et à 64% en culture associée (méthode de l'abondance naturelle). Des transferts d'azote de la féverole au colza ont été mis en évidence, mais en quantité très faible ( $0,7 \text{ mg N} \pm 0,1$ ). De plus, nous avons pu mesurer des quantités similaires d'azote transféré du colza à la féverole ( $0,9 \text{ mg N} \pm 0,1$ ). Ce résultat suggère que le meilleur statut azoté du colza mesuré en association par rapport aux cultures pures n'est pas dû à des transferts d'azote, mais à des complémentarités entre espèces pour l'utilisation des ressources azotées (sol et atmosphère). Ainsi, le suivi de la croissance des racines des plantes dans les rhizotrons, montre que dans les trois premières



A- Essai en rhizotrons sous serre.

B – Schémas d'un rhizotron monospécifique de colza et d'un rhizotron de culture associée colza-féverole (de gauche à droite)

semaines, avant que la fixation symbiotique ne soit effective, la compétition souterraine pour l'azote est moins intense en association qu'en cultures pures : les racines explorent des zones différentes du rhizotron. Lorsque la fixation symbiotique devient effective, la séparation de niche pour l'azote s'amplifie.

### Perspectives

Ces résultats montrent l'intérêt de choisir les espèces/variétés à associer sur la base de la dynamique de leurs complémentarités pour l'utilisation des ressources tout au long du cycle de la Fabacée, plutôt que sur sa capacité à rhizodéposer de grandes quantités d'azote susceptible d'être transféré aux plantes voisines. Les recherches doivent se concentrer sur l'étude de ces complémentarités et l'identification de traits pertinents pour augmenter les performances des systèmes à base de « légumineuses de services ». La phase d'installation ne doit pas être négligée car elle a un impact important sur la formation et le fonctionnement des nodosités. Le LEVA poursuivra donc ses travaux sur les phases de germination, levée et croissance précoce dans ces systèmes complexes.

### Partenaires

Travaux réalisés au LEVA dans le cadre du Pari scientifique régional INTRANBA (IGEPP-EGI / LEVA).

### Bibliographie

■ Jamont M, Piva G, Fustec J, 2013, Sharing N resources in the early growth of rapeseed intercropped with faba bean: does N transfer matter? *Plant Soil*, 371, 641–653.

### Contact

Joëlle FUSTEC, UR LEVA, ESA, 55 rue Rabelais, BP 30748, 49007 Angers Cedex 01 – Mél : j.fustec@groupe-esa.com

## Evaluer la durabilité des systèmes de culture innovants

### Objectif

Différentes méthodes d'évaluation multicritères de systèmes de culture ont été mises au point ces dernières années. Dans un cadre de recherche participative, notre objectif était de constituer un guide pour aider les praticiens à choisir une méthode.

### Contexte

La mise au point de méthodologies pour évaluer la durabilité de systèmes de culture innovants et leur transfert aux acteurs du monde agricole sont des enjeux majeurs pour l'agriculture moderne. Sept méthodes récentes d'évaluation des systèmes de culture ont été présentées à des conseillers suivant un protocole prédéfini. Le guide proposé devait i) constituer une aide à la conception de systèmes innovants, ii) s'appuyer sur l'analyse multicritères basée sur des critères aisément compréhensibles par des agriculteurs, iii) s'appuyer sur des indicateurs éprouvés scientifiquement, iv) permettre une utilisation simple et des sorties graphiques facilitant les échanges.

### Résultats

Nous avons abouti à un guide incluant : i) le type de système à évaluer, ii) les échelles temporelles et spatiales, iii) les dimensions de durabilité pour lesquelles les systèmes sont évalués, iv) la mise en forme graphique des outils de représentation des résultats, v) les utilisateurs cibles, vi) la capacité à générer de nouveaux systèmes. A l'aide de ce guide, les utilisateurs sont parvenus à retenir une méthode : MASC (*Multi-attribute Assessment of the Sustainability of Cropping systems*). MASC permet d'évaluer la contribution au développement durable d'un système de culture, en s'appuyant sur une évaluation des trois dimensions de la durabilité (économique, sociale, et environnementale) à travers 39 critères. Pour évaluer un système de culture, il faut renseigner chacun des critères de base qui le caractérise de manière qualitative, à partir d'une échelle de jugement de 3 à 5 classes. MASC effectue ensuite une agrégation progressive des critères, selon un «arbre» qui, partant des



Semis de céréales sous couvert de fourragères

39 critères élémentaires, permet de remonter progressivement pour disposer *in fine* d'une évaluation globale de la contribution des systèmes de culture au développement durable.

### Perspectives

Ce guide offre des repères à des décideurs devant opérer un choix d'outils d'évaluation cohérent avec leurs critères d'évaluation. MASC est utilisable pour tout type de système de culture, y compris les cultures spécialisées.

### Partenaires

UMR SAS Rennes, UMRAGIR Toulouse, Partenaires du CASDAR RotAB piloté par l'ITAB (ARVALIS-Institut du végétal, INRA ASTER Mirecourt, INRA UE DIASCOPE Mauguio, Chambres d'Agriculture, ISARA-Lyon, EPLEFPA-Chartres La Saussaye, CREAB...).

### Bibliographie

- Carof M, Colomb B, Aveline A, 2013, A guide for choosing the most appropriate method for multi-criteria assessment of agricultural systems according to decision-makers's expectations. *Agricultural Systems*, 115, 51-62.
- Colomb B, Carof M, Aveline A, Bergez JE, 2013, Stockless organic farming: strengths and weaknesses. *Agronomy for Sustainable Development*, 33, 593-608.

### Contact

Anne AVELINE, UR LEVA, ESA, 55 rue Rabelais, 49007 Angers cedex 01. Mél : a.aveline@groupe-esa.com

## RUBRIQUE LIBRE LEVA

### En 2013, le LEVA a accueilli trois nouvelles personnes :

- **Professeur Steven Shirliffe** de l'Université du Saskatchewan, agronome et écologue des adventices, est accueilli au LEVA dans le cadre d'un Projet « Chaire de Chercheur Sénior » de la Région Pays-de-la-Loire, pour une durée d'un an.
- **Hélène Bobille** a commencé sa thèse en octobre 2013, financée par le Pari scientifique régional RHIZOSFER. La thèse est conduite en partenariat avec l'IRHS-ALSA.
- L'équipe a aussi accueilli **Clément Rousseau** sur un poste de technicien contractuel.

### Le LEVA est partenaire de plusieurs projets acceptés en 2013

Ainsi, dans le cadre de l'ANR AgroBiosphère LEGITIMES et le CASDAR ALLIANCE, deux projets pilotés par l'UMR Agronomie (Grignon), l'équipe poursuivra ses travaux en lien avec les services écosystémiques fournis par l'insertion de légumineuses dans les systèmes de culture en culture pure et/ou en association.

### Le LEVA est aussi coordinateur de deux projets qui ont pu commencer en 2013 :

- **Le projet SAFARI** (Pôle agronomique Ouest) axé sur les liens entre diversité cultivée au sein du couvert végétal et fertilité des sols, rendement et santé des plantes.
- **Le projet régional TEAM** concernant l'insertion de légumineuses dans les rotations longues.

En 2013 le LEVA a organisé à l'ESA le **colloque de restitution du programme CASDAR 8058** « Associations céréale-légumineuse » (25 partenaires), piloté par Guénaëlle Hellou.

### Nouvelle thèse commencée en 2013 :

- **Bobille H.** Régulation de l'exsudation racinaire des Fabacées et conséquences dans la réponse aux stress abiotiques. Direction de thèse : Joëlle Fustec (LEVA) – Anis Limami (IRHS).

## Revue scientifique à comité de lecture

■ Carof M, Colomb B, Aveline A, 2013. A guide for choosing the most appropriate method for multi-criteria assessment of agricultural systems according to decision-makers' expectations. *Agricultural Systems*, 115, 51-62.

■ Colomb B, Carof M, Aveline A, Bergez JE, 2013, Stockless organic farming: strengths and weaknesses. *Agronomy for Sustainable Development*, 33, 593-608.

■ Fayaud B, Coste F, Corre-Hellou G, Gardarin A, Dürr C, 2013, Modelling early growth under different sowing conditions: A tool to predict variations in intercrop early stages. *European Journal of Agronomy*, 52, 180-190.

■ Jamont M, Piva G, Fustec J, 2013, Sharing N resources in the early growth of rapeseed intercropped with faba bean: does N transfer matter? *Plant and Soil*, 371, 641-653.

■ Peigné J, Vian J-F, Cannavacciuolo M, Lefevre V, Gautronneau Y, Boizard H, 2013, Assessment of soil structure in the transition layer between topsoil and subsoil using the profil cultural method. *Soil and Tillage Research*, 127, 13-25.

## Revue technique

■ Corre-Hellou G, Bedoussac L, Bousseau D, Chaigne G, Chataigner C, Cellette F, Cohan J-P, Coutard J-P, Emile J-C, Floriot M, Foissy D, Guibert S, Hemp-tinne J-L, Le Breton M, Lecompte C, Marceau C, Mazoue F, Merot E, Metivier T, Morand P, Naudin C, Omon B, Pambou I, Pelzer E, Prieur L, Rambaut G, Tauvel O, 2013, Associations céréale-légumineuse multi-services. *Innovations Agronomiques*, 30, 41-57.

■ Bedoussac L, Journet E-P, Hauggaard-Nielsen H, Naudin C, Corre-Hellou G, Prieur L, Jensen ES, Justes E, 2013, Los cultivos asociados de cereales y de leguminosas : una forma de aumentar la productividad y la calidad de los cereales en agricultura ecológica. *Agroecología*, 14, 24-26.

■ Guihard MD, 2013. Associations céréales-légumineuses : nouveaux éclairages. *Revue TCS*, 72, 14-16.

■ Guihard MD, 2013. Associations avec des légumineuses. Les idées reçues sur l'azote s'effondrent. *Revue TCS*, 74, 33-34.

## Ouvrages et chapitres d'ouvrages

■ Piva G, Brasse C, Mehinagic E, 2013, «Quinoa d'Anjou»: beginning of a French Quinoa Sector. In *ESTADO DEL ARTE DE LA QUINUA en el mundo en 2013. Libro de resúmenes*, pp. 55, Eds D. Bazile et al. FAO/CIRAD.

## Communications colloques

■ Barillot R, Fournier C, Huynh P, Escobar-Gutiérrez AJ, Combes D, 2013, How do variations of architectural parameters affect light partitioning within wheat pea mixtures? A simulation study based on a virtual plant approach. pp 246-248, In 7<sup>th</sup> International Conference on Functional-Structural Plant Models (FSPM 2013), Saariselkä, Finland, 9-14 June 2013.

■ Barillot R, Huynh P, Escobar-Gutiérrez AJ, Combes D, 2013, L-Pea: an architectural model of pea (*Pisum sativum*) development. pp 294, In 7<sup>th</sup> International Conference on Functional-Structural Plant Models (FSPM 2013), Saariselkä, Finland, 9-14 June 2013.

■ Benamar A, Logan DC, Rolland A, Raveneau M-P, Neveu M, Avelange-Macherel M-H, Macherel D, 2013, Fonctionnement mitochondrial et métabolisme énergétique aux frontières de la dessiccation. In *Colloque Graines*, Dijon, France, 30-31 octobre 2013.

■ Deneufbourg F, Odeau V, Hellou G, 2013, Maîtrise des adventices en cultures porte-graines : quelles stratégies durables ?. In 2<sup>ème</sup> Séminaire "Recherche - Entreprises" de Végépolys : "Construction et maintien de la qualité : de la semence aux cultures, quelles nouvelles approches ?", 17 décembre 2013. Angers, France.

■ Naudin C, Beauval V, 2013, Analyse de la diversité des définitions de l'agroécologie et réflexions concernant la place des sciences sociales. In *Journées des réseaux Paysans Pays de la Loire « Agriculture Bio, Agroécologie, Agriculture Ecologiquement Intensive et loi d'avenir agricole »*, Angers, France, 5 septembre 2013.

■ Poyac C, Piva G, Cordeau S, 2013, Intérêt d'une légumineuse associée au quinoa dans la fourniture d'azote et la régulation biologique des adventices.

In 22<sup>nd</sup> COLUMA Conference International Meeting on Weed Control., Dijon, France. 10-12 December 2013.

■ Raveneau M-P, 2013, Vitesse de germination et respiration de la semence chez différentes familles culturales : Fabacées, Brassicacées et Poacées. In 2<sup>ème</sup> Séminaire "Recherche - Entreprises" de Végépolys : "Construction et maintien de la qualité : de la semence aux cultures, quelles nouvelles approches ?", Angers, France, 17 décembre 2013.

## Mémoires de stages

■ Bobille, Hélène, Master 2 Recherche BioVIGPA, Université de Nantes, Comparaison de deux stratégies d'association pour la culture du colza d'hiver avec la féverole, sur la nutrition azotée et soufrée du colza.

■ Cylly, Daniel, Master 2 Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA), Mise en place de modèles de scoring pour interpréter des indicateurs biologiques destinés aux agriculteurs.

■ Fonteny, Camille, Master 2 ENSA Toulouse, Analyse de sensibilité de systèmes de culture économes en produits phytosanitaires face aux incertitudes du marché.

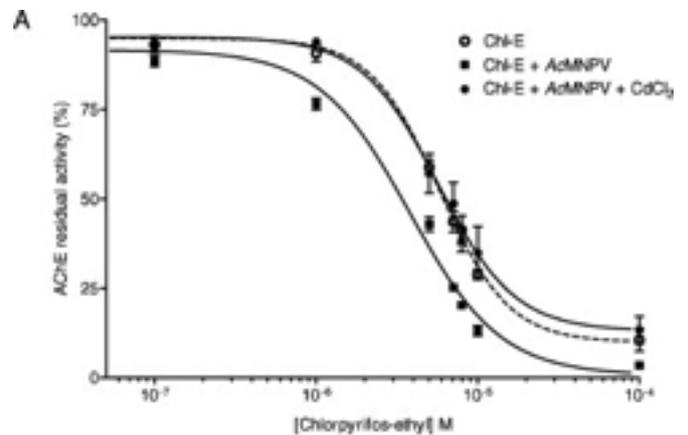
■ Martin, Cécile, Master 1, Agrocampus Ouest – Centre Angers, Respiration comme indicateur de vitesse de germination chez des espèces utilisées en culture intermédiaire.

■ Popova, Alexandra, Master 2 Sciences de l'Environnement Terrestre, spécialité Sciences de la Biodiversité et Ecologie Université Aix-Marseille, Impact d'une contamination artificielle par *Colletotrichum lindemuthianum* sur les premiers stades de croissance du haricot.

■ Poyac, Claire, M1 Ingénieur ESA Angers, stage Recherche et Innovation, Intérêt d'une légumineuse associée au quinoa dans la fourniture d'azote et la régulation biologique des adventices.

■ Zhao, Xiangming, M2 Ingénieur ESA Angers, Germination de légumineuses: recherche d'indicateurs de vitesses de germination pour le pois et protocole de production de semences pour le trèfle.

## Nouvelle stratégie de lutte contre les insectes ravageurs



Le baculovirus AcMNPV augmente la sensibilité de l'acétylcholinestérase (AChE) à un insecticide, l'éthyl-chlorpyrifos (ChE-E), via une entrée de calcium

### Objectif

Nous souhaitons utiliser un virus d'insecte (baculovirus) comme agent synergisant pour augmenter l'efficacité d'un insecticide tout en réduisant les concentrations.

### Contexte

L'utilisation intensive de produits phytosanitaires en agriculture depuis plus de 60 ans a provoqué 1) une destruction de certains écosystèmes avec des effets secondaires sur des organismes non-cibles et 2) une sélection d'insectes résistants aux insecticides. Pour contourner ces problèmes, le laboratoire RCIM développe une nouvelle stratégie de lutte contre les insectes ravageurs de culture basée sur l'utilisation d'un virus d'insecte comme agent synergisant d'un insecticide. Cette stratégie permet d'optimiser l'efficacité d'un traitement tout en réduisant les concentrations utilisées.

### Résultats

Des études antérieures sur neurones d'insectes ont montré le rôle des processus de phosphorylation/déphosphorylation dépendants du calcium dans la modulation de la sensibilité des cibles aux insecticides. Il a été récemment montré au laboratoire que 1) l'infection de cellules d'insectes (*Sf9*) par un virus (baculovirus AcMNPV) est associée à une augmentation du calcium intracellulaire et 2) l'association AcMNPV/chlorpyrifos-éthyl (insecticide de type organophosphoré) appliquée sur cellules *Sf9* exprimant l'acétylcholinestérase (AChE), cible des organophosphorés, augmente de 1.5 fois la sensibilité de l'AChE à l'insecticide ; un effet parfaitement corrélé à une augmentation de calcium intracellulaire.

### Perspectives

Cette stratégie, très prometteuse, permettra d'optimiser l'utilisation des insecticides tout en réduisant les concentrations. Dans le projet VIRASI (programme Anses, 2013-2016), l'équipe RCIM étudiera l'association de virus d'insectes avec des insecticides comme les néonicotinoïdes, sélectionnés pour leur bon profil toxicité/écotoxicité, acceptable pour l'environnement.

### Partenaires

Plateforme IMAC, SFR Quasav

### Bibliographie

■ Licznar P., List O., Goven D., Ndong Nna R., Lapiet B., Apaire-Marchais V. 2014. A novel method using *Autographa californica multiple nucleopolyhedrovirus* for increasing the sensitivity of insecticide through calcium influx in insect cell line, *Journal of Virological Methods*, 195: 72-75

### Contact

Véronique Apaire-Marchais, RCIM, UFR Sciences, 2 Boulevard Lavoisier, 49045 Angers cedex. Mél: veronique.marchais@univ-angers.fr

## RUBRIQUE LIBRE RCIM

### Nouvelle thèse commencée en 2013

- **Benzidane Y.**, Rôle des récepteurs nicotiniques dans la résistance aux insecticides de type néonicotinoïdes, Directrice de Thèse : V. Raymond

### Nouveau post-doctorant commencé en 2013

- **Bourdin C.**, Etude comparative des effets des pesticides sur les récepteurs d'insectes et de mammifères, Référent scientifique : S. Thany

## PUBLICATIONS RCIM

### Revue scientifique à comité de lecture

■ Abrieux A., Debernard S., Maria A., Gaertner C., Anton S., Gadenne C. and Duportets L. 2013. Involvement of the G-protein-coupled dopamine/ecdysteroid receptor DopEcR in the behavioral response to sex pheromone in an insect. *PLoS ONE* 8(9): e72785.

■ Bourdin C.M., Moignot B., Wang L., Murillo L., Juchaux M., Quinchart S., Lapied B., Guérineau N.C., Dong K., and Legros C. 2013; Intron retention in mRNA encoding ancillary subunit of insect voltage-gated sodium channel modulates channel expression, gating regulation and drug sensitivity. *PLoS ONE* 8(8): e67290.

■ Calas-List D., List O., Quinchart S. and Thany S.T. 2013. Calcium pathways such as cAMP modulate clothianidin action through activation of  $\alpha$ -bungarotoxin-sensitive and -insensitive nicotinic acetylcholine receptors. *NeuroToxicology* 37: 127-133.

■ Cens T., Rousset M., Collet C., Raymond V., Démares, F., Quintavalle A., Bellis M., Le Conte Y., Chahine M. and Charnet P. 2013. Characterization of the first honeybee Ca(2+) channel subunit reveals two novel species- and splicing-specific modes of regulation of channel inactivation. *Pflugers Arch. - Eur. J. Physiol.* 465: 985-996.

■ Ceron-Carrasco J., Jacquemin D., Graton J., Thany S.H. and Le Questel J.-Y. (2013) New insights on the molecular recognition of imidacloprid with *Aplysia californica* AChBP: a computational study. *J. Physical Chem. B* 117: 3944-3953.

■ Chatel A., Murillo L., Bourdin C.M., Quinchart S., Picard D. and Legros C. 2013. Characterization of tyramine-hydroxylase, an enzyme upregulated by stress in *Periplaneta americana*. *J. Mol. Endocrinol.* 50: 91-102.

■ Démares F., Raymond V. and Armen-gaud C. 2013. Expression and localization of glutamate-gated chloride channel variants in honeybee brain (*Apis mellifera*). *Insect Biochem. Mol. Biol.* 43: 115-124.

■ Duportets L., Maria A., Vitecek S., Gadenne C. and Debernard S. 2013. Steroid hormone signaling is involved in the age-dependent behavioral response to sex pheromone in the adult male moth *Agrotis ipsilon*. *Gen. Comp. Endocrinol.* 186: 58-66.

■ Martinez M., Chaffio A., Voges N., Gu Y., Anton S., Rospars J.P. and Lucas P. 2013. Multiphasic On/Off pheromone signalling in moths as neural correlates of a search strategy. *PLoS One* 8(4): e61220.

■ Mathé-Allainmat, M., Swale, D., Le-ray, X., Benzidane, Y., Lebreton, J., Bloomquist, J.R. and Thany, S.H. 2013. Quinuclidine compounds differently act as agonists of Kenyon cell nicotinic

acetylcholine receptors and induced distinct effect on insect ganglionic depolarizations. *Invertebr. Neurosci.* 13: 167-177.

■ Nowotny, T., Rospars, J.-P., Martinez, D., Elbanna, S. and Anton, S. 2013. Machine learning for automatic prediction of the quality of electrophysiological recordings. *PLoS ONE* 8(12): e80838.

■ Popescu A., Couton L., Almaas J., Rospars J.P., Wright G.A., Marion-Poll F. and Anton S. 2013. Function and central projections of gustatory receptor neurons on the antenna of the noctuid moth *Spodoptera littoralis*. *J. Comp. Physiol. A.* 199: 403-416.

■ Rates B., Prates M.V., Verano-Braga T., da Rocha A.P., Roepstorff P., Borges C.L., Lapied B., Murillo L., Pimenta A.M.C., Biondi I. and De Lima M.E. 2013.  $\mu$ -Theraphotoxin-An Ia: Primary structure determination and assessment of the pharmacological activity of a promiscuous anti-insect toxin from the venom of the tarantula *Acanthoscurria natalensis* (Mygalomorphae, Theraphosidae). *Toxicon*, 70: 123-134.

■ Taillebois E., Heuland E., Bourdin C.M., Griveau A., Quinchart S., Tricoire-Leignel H., Legros C. and Thany S.H. 2013. Ca2+/Calmodulin-dependent protein kinase II in the cockroach *Periplaneta americana*: identification of five isoforms and their tissues distribution. *Arch. Insect Biochem. Physiol.*, 83: 138-150.

■ Vitecek S., Maria A., Blais C., Duportets L., Gaertner C., Dufour M.C., Siauxat D., Debernard S. and Gadenne C. 2013. Is the rapid post-mating inhibition of pheromone response triggered by ecdysteroids or other factors from the sex accessory glands in the male moth *Agrotis ipsilon*? *Horm. Behav.*, 63: 700-708.

■ Yassine B., Leray X., Quincharde S., Ceron-Carrasco J., Jacquemin D., Graton J., Le Questel J.-Y. and Thany S.H. 2013. Pretreatment of the cockroach cercal afferent/giant interneuron synapses with nicotinoids and neonicotinoids differently affects acetylcholine and nicotine-induced ganglionic depolarizations. *Invert. Neurosci.* 13: 91-97.

## **Autres revues scientifiques**

■ Thany S.H., Reynier P., Lenaers G. 2013. Neurotoxicity of pesticides: its relationship with neurodegenerative diseases. *Médecine/Sciences (French)* 29: 273-278.

## **Communications colloques**

■ Abrieux, A., Debernard, S., Maria, A., Anton, S., Duportets, L., Gadenne, C. 2013. Involvement of the G-protein-coupled dopamine/ecdyseroid receptor DopEcR in the behavioral response to sex pheromone in an insect. 13th ESITO meeting, Villasimius, Sardaigne, Italie, 22-28/09/2013.

■ Anton S., Gadenne C. 2013. Plasticity of olfaction in moths. 11ème congrès de la Société des Neurosciences Française, Lyon, 21-24 may 2013

■ Anton S., Gadenne C. 2013. Plasticity of olfaction in moths : neurons, hormones and behaviour. 13th ESITO meeting, Villasimius, Sardaigne, Italie, 22-28/09/2013.

■ Clere N., Lauret E., Apaire-Marchais V., Lapiéd B, Andriantsitohaina R., Faure S. 2013. M3 receptor as a key target of N,N-diethyl-m-toluamide (DEET) to promote angiogenesis. Congrès de physiologie, pharmacologie et thérapeutique - Avril 2013, Angers.

■ Goulu M. 2013. L'association répulsive/insecticide comme nouvelle stratégie de lutte contre les moustiques vecteurs de maladies. Doctorales de l'Ecole Polytechnique et de ParisTech, Bois-du-Lys, 30/09 au 05/10/2013.

■ Goulu M., Apaire-Marchais V., List O. and Lapiéd B. 2013. DEET and IR3535 repellents exert their specific neurotoxic effects through intracellular calcium rise. GDRE CNRS / European Calcium Society workshop, Lognonna-Daoulas, France, 20-23/10/2013.

■ Goven D, Licznar P, List O, Lapiéd B, Apaire-Marchais V. 2013. Nouvelle stratégie en lutte anti-vectorielle : utilisation d'un virus insecte comme agent synergisant d'un insecticide. XVème Journées Francophones de Virologie, Paris (France), 18-19 Avril 2013.

■ Lapiéd B. & Stankiewicz M. 2013. Regulatory mechanisms of *Periplaneta americana* nervous system functions. 11th International Congress of the Polish Neurosciences Society, Poznan (Poland), 15-17 september

■ Lavielle-Defaix, C., Rospars, JP, Debernard S., Demondion, E., List, O., Anton, S., Martinez, D., Lucas, P. 2013. Central olfactory coding in a moth : electrical properties of antennal lobe neurons in *Agrotis ipsilon*. 13th ESITO meeting, Villasimius, Sardaigne, Italie, 22-28/09/2013.

■ Rabhi K., Anton S., Gadenne C. 2013. Effects of sublethal doses of a neonicotinoid insecticide on the olfactory system of the moth *Agrotis ipsilon*. 14èmes Journées Club Neurobiologie des Invertébrés, Lyon 13-14/06/2013.

## **Mémoire de thèse**

■ Bourdin C. 2013. ED VENAM Université d'Angers, Etude des sous-unités auxiliaires du canal sodium dépendant du potentiel d'insecte: approches moléculaires, électrophysiologiques et pharmacologiques.

## **Mémoires de stages**

■ Crespin L., MI Ecologie-Environnement, Université d'Angers, Effet des doses sublétales d'un insecticide néonicotinoïde, la clothianidine, sur la réponse d'*Agrotis ipsilon* aux phéromones.

■ Dumazeau K., MI Ecologie-Environnement, Université d'Angers, Extinction d'un gène codant pour un récepteur membranaire à double affinité Dopamine/Ecdysone par ARN interférence chez la Noctuelle baignée, *Agrotis ipsilon*

## RUBRIQUE LIBRE SONAS

Le SONAS a intégré, fin 2011, le consortium international "Drugs from Nature Targeting Inflammation" (DNTI)\*. Sous l'égide du FWF (Austrian Science Fund), ce consortium fédère diverses universités autrichiennes (Graz, Innsbruck, Vienne), ces dernières sollicitant elles-mêmes la contribution de collaborateurs internationaux (Europe : Allemagne, France, Italie... mais aussi Chine, USA... etc). C'est dans ce cadre qu'une coopération directe avec l'Institute of Pharmacy/Pharmacognosy de la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie d'Innsbruck (Prof. Hermann Stuppner), assortie d'un double criblage *in silico/in vitro*, nous a permis de mettre en évidence, à partir de plusieurs sources naturelles, un inhibiteur spécifique de certains médiateurs de l'inflammation. Ce principe actif présenterait un intérêt thérapeutique potentiel dans des domaines tels que l'asthme ou les rhinites allergiques, par exemple. Le mécanisme d'action de ce métabolite secondaire fait aujourd'hui l'objet d'études pharmacologiques très avancées, y compris sur modèles animaux, menées parallèlement par deux équipes partenaires, l'une à Léna (Prof. Oliver Wertz) et l'autre à Naples (Prof. Lidia Sautebin).

\*<http://www.uibk.ac.at/pharmazie/pharmakognosie/dnti/>

### Nouvelles thèses commencées en 2013 :

- **Dejoie S.**, Etude phytochimique et activité biologique du produit Gencix® extrait des feuilles de papayer, Directeur de thèse : Richomme P.
- **Engler P.**, Identification et quantification des molécules actives d'un extrait de raisin améliorant les performances zootechniques et la qualité des produits d'animaux de rente et détermination des mécanismes d'action, Directeur de thèse : Guilet D.

## Revue scientifique à comité de lecture

Alomar K., Landreau A., Allain M., Bouet G., Larcher G. 2013. Synthesis, structure and antifungal activity of thiophene-2,3-dicarboxaldehyde bis(thiosemicarbazone) and nickel(II), copper(II) and cadmium(II) complexes: Unsymmetrical coordination mode of nickel complex, *Journal of Inorganic Biochemistry*, 126: 76-83.

Boisard S., Le Ray A.-M., Gatto J., Aumond M.-C., Blanchard P., Derbre S., Flurin C., Richomme P. 2013. Chemical composition, antioxidant and anti-AGEs activities of a french poplar type propolis, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62: 1344-1351.

Budan A., Tessier N., Saunier M., Gillmann L., Hamelin J., Chicoteau P., Richomme P., Guilet D. 2013. Effect of several saponin containing plant extracts on rumen fermentation *in vitro*, *Tetrahymena pyriformis* and sheep erythrocytes, *Journal of Food, Agriculture & Environment* 11: 576-582.

Calmes B., Guillemette T., Teyssier L., Siegler B., Pigné S., Landreau A., Lacombe B., Richomme P., Lemoine R., Simoneau P. 2013. Role of mannitol metabolism in the pathogenicity of the necrotrophic fungus *Alternaria brassicicola*, *Frontiers in Plant Science*, 4: 131.

Lavaud Alexis, Richomme P., Litaudon M., Andriantsitohaina R., Guilet D. 2013. Antiangiogenic tocotrienol derivatives from *Garcinia amplexicaulis*, *Journal of Natural Products*, 76: 2246-2252.

Morel S., Helesbeux J.-J., Seraphin D., Derbre S., Gatto Julia, Aumond M.-C., Abatucci Y., Grellier P., Beniddir Mehdi A., Le Pape P., Pagniez F., Litaudon M., Landreau A., Richomme P. 2013. Anti-AGEs and antiparasitic activity of an original prenylated isoflavonoid and flavanones isolated from *Derris ferruginea*. *Phytochemistry Letters*, 6: 498-503.

Rakotamalala G., Agard C., Tonnerre P., Tesse A., Derbre S., Michalet S., Hamzaoui J., Rio M., Cario-Toumaniantz C., Richomme P., Charreau B.,

Loirand G., Pacaud P. 2013. Extract from *Mimosa pigra* attenuates chronic experimental pulmonary hypertension, *Journal of Ethnopharmacology*, 148: 106-116.

Sero L., Sanguinet L., Blanchard P., Dang Bach Tai, Morel S., Richomme P., Seraphin D., Derbre S. 2013. Tuning a 96-well microtiter plate fluorescence-based assay to identify AGE inhibitors in crude plant extracts, *Molecules* 18: 14320-1433.

## Revue technique

Derbré S., Leclerc M.-V. 2013. Prise en charge alternative des dyspepsies, *Actualités Pharmaceutiques*, 527 : 52-55.

Derbré S., Leclerc M.-V. 2013. Thérapeutiques alternatives proposées aux seniors, *Actualités Pharmaceutiques* 528 : 44-49.

Derbré S., Licznar-Fajardo P., J. Sfeir J. 2013. Intérêt des huiles essentielles dans les angines à *Streptococcus pyogenes*, *Actualités Pharmaceutiques*, 530 : 46-50.

## Communications colloques

Boisard, S. et al., 2013. Chemical composition and antioxidant activity of a French BFA propolis - XXXXIII Apimondia International Congress, 29 septembre - 4 octobre, Kiev, Ukraine.

Richomme, P. et al., 2013. New uses for old natural products - Trends in Natural Products Research : a Young Scientists Meeting of Phytochemical Society of Europe and ÖPhG, 21-25 juillet 2013, Obergurgl, Autriche.

## Mémoires de thèse et HDR

Budan A. 2013. Doctorat de l'Université d'Angers (ED VENAM) : Caractérisation phytochimique et activités biologiques d'extraits végétaux riches en saponines.

Landreau A. 2013. Habilitation à la Direction de Recherches, Université d'Angers : Recherche de molécules d'origine naturelle ou synthétique à activité biologique.

Séro L. 2013. Doctorat de l'Université d'Angers (ED VENAM) : Elaboration de tests pour identifier des inhibiteurs de la formation des produits terminaux de la glycation (AGEs) - vers le criblage à haut-débit d'extraits végétaux.

Verdu C. 2013. Doctorat de l'Université d'Angers (ED VENAM) : Cartographie génétique des composés phénoliques de la pomme.

## Mémoires de stages

Affif I. M2 P2AON (co-habilité Angers-Nantes-Rennes), Analysis of advanced glycation end-products (AGEs) through HPLC coupled with fluorometric detection.

Bourhala A. M2 P2AON (co-habilité Angers-Nantes-Rennes), Etude métabolomique de *Scedosporium apiospermum*, champignon pathogène de l'homme, dans le contexte de la mucoviscidose.

Gabard J. M2 P2AON (co-habilité Angers-Nantes-Rennes), Extraction, purification et étude de la réactivité chimique d'un métabolite secondaire original en série d-tocotriénol.

Huynh Thi Wuong T. M2 P2AON (co-habilité Angers-Nantes-Rennes), Etude phytochimique de deux propolis provenant de France ou du Mexique.

## RUBRIQUE LIBRE UNITÉ HORTICOLE

### Chiffres clés

En 2013 l'Unité Expérimentale Horticole (UEH) comptait 21 agents : 2 cadres A, 7 cadres B, 11 cadres C, 1 CDI.

L'UE Horticole 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.

Le personnel est organisé en 2 équipes de travail, basées sur les sites de Beaucouzé-Bois l'Abbé d'une part et de Querré-La Rétuzière d'autre part.

- 48 ha sont consacrés aux recherches et expérimentations menées par l'UMR IRHS (41 Ha en arboricultures 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.

Bien que menées sur des espèces pérennes, les durées d'expérimentations sont relativement courtes et nécessitent donc un assolement régulier. Ainsi 27 Ha portent des cultures d'homogénéisation.

### Charte qualité

Pour la douzième 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 de 94 % (1 point documentaire non renseigné) 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. Il est à noter que la Commission Nationale de Certification Environnementale (CNCE), piloté par le Ministère de l'Agriculture, a accordé la reconnaissance au niveau 2 de la certification environnementale (conçu selon une logique progressive à 3 niveaux) pour la Charte Qualité des Pomiculteurs de France. Ainsi, l'UEH en renouvelant son agrément en 2013 a obtenu de facto ce niveau 2. Le référentiel de niveau 2 révèle la mise en œuvre sur l'exploitation, des axes de progression environnementale et notamment les moyens de raisonner les intrants.



Le désherbage mécanique d'un verger

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 objectif 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 externe de certification ISO 14 001 collectif aux 10 unités doit être réalisé en décembre 2014.

## RUBRIQUE LIBRE UNITÉ HORTICOLE

### Le verger expérimental

En termes d'essais, l'UE 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. En 2012 et 2013, l'UE a été prestataire dans le cadre du projet FUI Defistim et a conduit en partenariat avec l'équipe ResPom de l'IRHS des essais sur 2 molécules afin d'en évaluer les effets sur le cortège des bioagresseurs du verger ainsi que sur les effets induits sur la qualité des fruits ou le comportement agronomique des arbres.



La pépinière de plein champ

L'hiver 2013/2014 marque aussi pour l'UEH le démarrage de la première parcelle conduite selon les exigences de l'Agriculture Biologique.

### Centre de Ressources Biologiques

En 2013, le label du GIS IBISA a été attribué au Centre de Ressources Biologiques (CRB) Fruits à pépins et rosiers dont l'UEH et l'UMR IRHS sont les 2 pilotes. Cette certification aura pour intérêt de valoriser le travail réalisé au sein des différentes équipes partenaires de ce CRB et de positionner ces 2 unités sur l'échiquier des organismes de ressources génétiques nationaux et internationaux.

### Enseignement

L'année 2013 est aussi pour l'UEH une année de consolidation de son implication vers l'enseignement puisque l'UEH est amenée à participer de façon récurrente, désormais, à des enseignements dans le cadre de 3 formations angevines :

- La licence professionnelle « Gestion de la santé des plantes » de l'Université,
- La licence professionnelle « Agriculture biologique » de l'IUT.
- 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 90 personnes, étudiants, mais aussi lycéens, arboriculteurs, techniciens arboricoles qui ont été accueillis, guidés et ont échangé avec le personnel de l'UEH.

## RUBRIQUE LIBRE UNITÉ VIGNE ET VIN

L'unité est composée d'une équipe pluridisciplinaire, comprenant des agronomes, biochimistes et œnologues. En 2013, l'Unité expérimentale Vigne et Vin (UVV) du centre INRA Angers-Nantes comptait 12 agents dont 10 permanents (3 ingénieurs, 1 thésard et 6 techniciens et administratifs), 1 CDD Ingénieurs (10 mois) et 1 MOO (6 mois). Elle a accueilli 7 stagiaires de niveau 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.

### Reformulation de la thématique de recherche de l'unité.

Suite à la visite du chef de département en janvier 2013, la thématique de recherche de l'unité a été précisée : L'équipe étudie les relations entre les terroirs viticoles et la typicité des vins dans un contexte en rapide évolution. Deux axes sont privilégiés :

#### 1/ L'étude du lien entre terroir et typicité d'une aire de production :

Il s'agit de démontrer de manière robuste que le modèle de production basé sur la reconnaissance du signe d'identification AOP est pertinent. Le dispositif vise en particulier à montrer que la typicité peut être expliquée notamment par des attributs sensoriels, par des attributs biochimiques et par des itinéraires techniques dédiés à chaque terroir. Ce dispositif permet également de rendre compte des dynamiques individuelles et collectives. Cela permet de questionner la filière sur les relations entre les acteurs de la production, entre les producteurs et la R&D, et entre les producteurs et les consommateurs. Enfin, cette étude permet d'éclairer la filière sur les cahiers des charges, dans un contexte évolutif.

#### 2/ L'étude du lien entre terroir et typicité tenant compte du contexte changeant :

- Le changement climatique

La caractérisation du changement climatique aux échelles régionale et locale doit permettre d'explorer et évaluer les innovations techniques à mettre en œuvre et de co-construire avec les acteurs des scénarii d'adaptation pour les itinéraires techniques et les produits, à l'échelle des terroirs viticoles. Deux sites d'étude sont instrumentés et suivis par l'unité : l'un dans l'appellation d'origine « Quarts de Chaume » pour les vins blancs liquoreux, l'autre dans l'appellation « Saumur-Champigny » pour les vins rouges. Une thèse, démarrée en 2012, est en appui à ce thème.

- Les préoccupations environnementales

Le plan Ecophyto 2018 impose de réduire de 50% l'usage des produits phytosanitaires dans l'agriculture française d'ici 2018. La filière vigne est particulièrement concernée. Ceci nécessite d'expérimenter des systèmes innovants à faibles niveaux d'intrants et d'en évaluer leurs performances environnementales mais également leurs conséquences sur les rendements, la qualité et la typicité des vins. Deux prototypes de systèmes de production innovants et/ou en rupture sont en place sur le domaine expérimental de Montreuil-Bellay. D'autres sont en cours de mise en place en Alsace.

### 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 Vintage 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.

## RUBRIQUE LIBRE UNITÉ VIGNE ET VIN

### Partenariats

- Partenariat fort avec l'IFV, l'École Supérieure d'Agriculture d'Angers (ESA) et la Cellule de cartographie des terroirs viticoles (CTV) dans le cadre de l'UMT VINITERA. L'année 2013 constituait pour l'unité Vigne et Vin la deuxième année du second quinquennat de l'unité mixte technologique (UMT) VINITERA re-labellisée fin 2011. Cette UMT reprend les mêmes partenaires que la précédente (2006-2011), à savoir : l'enseignement supérieur (ESA, Groupe de Recherches sur les Produits et Procédés GRAPPE et Laboratoire de recherches en Sciences Sociales LARESS) et le développement (Institut Français de la vigne et du vin, ex ITV IFV et Cellule de cartographie des Terroirs Viticoles – CTV). Le nouveau projet scientifique de l'UMT Vinitera<sup>2</sup> aborde la conception - avec les acteurs - de systèmes de production capables de s'adapter à un contexte changeant, ce qui implique de pouvoir mesurer les performances environnementales des pratiques agroviticoles et œnologiques et leur incidence sur la qualité des produits (raisins et vins) en prenant en compte tout le processus de construction de la qualité, depuis le matériel végétal et les itinéraires techniques mis en œuvre, jusqu'à l'appréciation du produit par les consommateurs. Les différents axes de recherche du programme de l'UMT Vinitera doivent apporter des éléments de réponse à la problématique suivante « Comment concevoir et évaluer des systèmes vitiviticoles innovants en réponse à un contexte changeant ? ». En 2013, le projet scientifique de l'UMT a été reformulé pour tenir compte des remarques du conseil scientifique et de l'évolution de la thématique de recherche de l'unité vigne et vin.
- 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 ». Sur le Domaine expérimental de Montreuil-Bellay (49) l'unité participe à la conservation des ressources génétiques "vigne", à des programmes nationaux de création variétale (A2PV – RESDUR) et de réduction des pesticides (CASDAR ECOVITI et projet EXPECOPHYTO) ainsi qu'à des programmes régionaux de sélection clonale et de production artisanale de jus de raisin. Ces activités se déroulent depuis juin 2010 dans le cadre d'une Plateforme Régionale d'Innovation (PRI) portée par le lycée Edgar Pisani de Montreuil-Bellay et labellisée par la Région. Les partenaires principaux en sont l'INRA – UVV et l'IFV.
- 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. L'unité est Intégrée dans des projets internationaux (Terviclim, Teradclim) et nationaux sur le changement climatique (Métaprogramme ACCAF). En 2011, l'unité avait participé activement à la construction du projet LACCAGE – adaptation de la vigne au changement climatique - du Métaprogramme ACCAF<sup>1</sup> de l'INRA. Le projet a démarré en 2012. L'unité s'est fortement impliquée dans la conduite de 2 volets de ce projet en 2013. L'unité est également impliquée dans le projet PERPHECLIM – phénologie des espèces pérennes - du même Métaprogramme ACCAF, dont le démarrage a eu lieu au printemps 2013.
- Partenariat fort avec l'Interprofession InterLoire et les syndicats d'appellation.

1 Adaptation au Changement Climatique de l'Agriculture et de la Forêt.

## Revue scientifique à comité de lecture

■ Coulon-Leroy C., Charnomordic B., Thiollet-Scholtus M., Guillaume S., 2013. Imperfect knowledge and data-based approach to model a complex agronomic feature – application to vine vigor. *Computers and Electronics in Agriculture* 99 (2013) 135–145

■ Parker, A., de Cortazar-Atauri, I. G., Chuine, I., Barbeau, G., Bois, B., Bourisiquot, J. M., et al. 2013. Classification of varieties for their timing of flowering and veraison using a modelling approach: A case study for the grapevine species *Vitis vinifera* L. *Agricultural and Forest Meteorology*, 180, 249-264.

## Autres revues scientifiques

■ Coulon-Leroy C., Renaud C., Thiollet-Scholtus M., Cadot Y., 2013. Mieux caractériser les types de raisin ou de vin pour évaluer l'impact des itinéraires techniques. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* 45: 250–257, 2013

■ Fourment, M.; Ferrer, M.; González-Neves, G.; Barbeau, G.; Bonnardot, V.; Quénot, H. 2013. Spatial variability of temperature and grape berry composition at terroir scale in Uruguay. *Ciencia y Técnica Vitícola*, 28, 1, 329-334.

## Revue techniques

■ Schneider C., Prado E., Onimus C., Ley L., Forget D., Barbeau G., Merdinoglu D., 2013. Création de nouveaux cépages, résistants aux maladies cryptogamiques, pour s'adapter au contexte environnemental. Les rendez-vous de Techniloire : le matériel végétal d'aujourd'hui et de demain. Fief de la Thioire, Juigné sur Loire, 15 novembre 2013. [www.techniloire.com](http://www.techniloire.com)

## Ouvrages et chapitres d'ouvrages

■ This P., Escudier J.L., Adrian M., Delière L., Sablayrolles J.M., Barbeau G., Ollat N., Gary C., Touzard J.M., Merdinoglu D., Georget M., 2013. Chap. 3A : Vigne et produits de la vigne. In :

Coudurier B., Georget M., Guyomard H., Huyghe C. (sous la direction de). *Vers des agricultures à hautes performances. Volume 4 : Analyse des voies de progrès en agriculture conventionnelle par orientation productive*. Inra, Paris, 488 pages.

## Communications colloques

■ Cadot Y., Coulon-Leroy C., Rioux D., Charnomordic B., Baudrit C., Guillaume S., Perrot N. 2013. How to free of the Complexity of Process Systems in Order to Modeling Global Quality of Products. Application to Wine Style Prediction. 8e symposium In *Vino Analytica Scientia*. Session 3: Chemometrics, Metabolomics and Authentication of Products. 2 au 5 juillet 2013.

■ Fourment, M.; Ferrer, M.; González-Neves, G.; Barbeau, G.; Bonnardot, V.; Quénot, H. 2013. Spatial variability of temperature and grape berry composition at terroir scale in Uruguay. In: *Proceedings of 18th International Symposium GiESCO. 7th to 11th July. Porto, Portugal*.

■ Neethling E., Barbeau C., Quénot H., Barbeau G., 2013. Study on the sensitivity and adaptability of viticultural practices: winegrowers responses to climate variability. In: *Proceedings of 18th International Symposium GiESCO. 7th to 11th July. Porto, Portugal*.

■ Neethling E., Barbeau G., Quénot H., Rouan M., Tissot C., 2013. Adapting to climate change: A case study on modeling viticultural farming practices under spatial and temporal constraints. *Climate Change and Regional Response 2013*

■ Ogé L., Cadot Y., Meudec E., Verbaere A., Cheyrier V., Sommerer N., Lambert C., 2013. Identification of variety of anthocyanin's profiles in coloured flowers of *Hydrangea* species. 7th International Workshop on Anthocyanins September 9-11, Porto, Portugal.

■ Thiollet-Scholtus M., Ley L., Bockstaller C., Delière L., Forget D., Metral R., Lafond D., 2013. Design and assessment of new low-input viticulture systems. Conception and évaluation de systèmes viticoles innovants « bas

intrants ». 18th International Symposium GiESCO. 7th to 11th July. Porto, Portugal.

## Mémoires de stages

■ Fouineau A. Master 2 œnologie-environnement, Bordeaux. Application de la démarche du prototypage dans le cadre de du projet Ecoviti : passage de la phase conceptuelle à la phase expérimentale du projet.

■ Guiblet P. Master 1, Institut de Mathématiques Appliquées, Angers. Relation entre typologie des produits et itinéraires techniques. Exemples des vins rouges de la Moyenne Vallée de la Loire.

■ Jourden E. Master 2 Recherche MODE (Modélisation en Ecologie), Agrocampus Ouest Rennes – Université Rennes 1. Relations entre Typologie des Vins et Itinéraires Techniques sous l'angle des Réseaux Bayésiens. Exemple des Vins Rouges de la Moyenne Vallée de la Loire.

■ Nibaudeau R. Mémoire de fin d'études ingénieur agronome à Bordeaux Sciences Agro. Le programme Resdur pour la création de variétés résistantes au mildiou et à l'oïdium: relations entre résistance, groupes de précocité et qualité.

■ Petitjean T. Master 2, Systèmes géographiques et environnement, Faculté de géographie et d'aménagement, université de Strasbourg. Adaptation de la viticulture face au changement climatique: Etude de la variabilité agro-climatique et de la dynamique des pratiques culturales à l'échelle fine de l'AOC Sauternes-Champigny.

■ Sepulveda G. Mémoire de fin d'études d'ingénieur ESA et Pontificia universidad católica du Chili. Étude du comportement agronomique de différents clones et accessions de Chenin blanc et Cabernet franc en relation avec les conditions du milieu.

## Plantinov'ser Innovation végétale et système serre économe en énergie



Pompe à chaleur à déshumidification et gaines de répartition de l'air sec dans la serre (culture d'hortensias)

### Objectif

Le programme Plantinov'ser (2009-2013) se propose d'apporter des solutions adaptées combinant matériel végétal et nouvelles stratégies climatiques pour déboucher sur un système de culture sous serre qui soit véritablement économe en énergie.

### Contexte

Avec le renchérissement du coût des énergies, les conduites avec des températures de consigne plus basses ou encore l'introduction de serres plus étanches et bien isolées, des niveaux d'humidité très élevés sont souvent atteints sous serre, ce qui induit des problèmes sanitaires. Pour résoudre ce problème il est nécessaire de déshumidifier, mais la déshumidification par aération-chauffage, actuellement utilisée par les horticulteurs, est très énergivore. Il est nécessaire d'envisager des solutions plus durables. Deux axes de recherche ont ainsi été étudiés : 1. Chauffer la plante plutôt que l'air : relocalisation des tuyaux de chauffage basse température au plus près des plantes et 2. Gérer spécifiquement la température et l'hygrométrie : utilisation de déshumidificateurs thermodynamiques.

### Résultats

Les travaux menés sur la relocalisation du chauffage en végétation ont montré que l'on parvenait à une meilleure valorisation de l'énergie basse température en hiver par augmentation de la surface d'émission. Ils ont mis en évidence une consommation énergétique plus importante au printemps et en été et la nécessité de définir un positionnement optimal des émetteurs. Les travaux menés sur la déshumidification ont montré que l'utilisation d'une Pompe à Chaleur PAC de déshumidification de petite puissance ( $4 \text{ W/m}^2$ ) installée dans une serre double paroi plastique présentait un intérêt technico-économique avec possibilité d'un retour sur investissement assez court : économie d'énergie effective, avec rendement comparatif (kWh) de l'ordre de 5

entre la méthode classique aération/chauffage et la méthode PAC ; meilleur état sanitaire des cultures, cultures sensibles type cyclamen désormais réalisables dans ce type d'abris ; valorisation énergétique de la double paroi gonflable : importante contribution au chauffage. Un logiciel de pilotage de la déshumidification par rapport à un objectif de déficit hydrique a été développé et a permis de faire fonctionner le déshumidificateur suivant les protocoles d'expérimentation. Le logiciel de pilotage de la PAC a été amélioré en 2011 ce qui a permis d'améliorer les résultats techniques de la PAC (amélioration du Coefficient de performance).

### Perspectives

Sur un plan agronomique, des cultures (ex : cyclamen) très sensibles à l'humidité sont maintenant possibles dans ce type de serre à haute qualité énergétique. Un algorithme de pilotage anticipatif adapté à ce type de système sera développé (couplage entre déshumidification, aération forcée et naturelle, chauffage). Les connaissances acquises par cette expérimentation permettent de proposer des dispositifs simplifiés et moins onéreux.

### Partenaires

Bureau Horticole Régional, Chauvin groupe, ETT, ARIA, Dimac, Végépolys, CTIFL, ADEME, ASTREDHOR, Région Pays de Loire.

### Bibliographie

■ Collectif (2013) Rapport final Plantinov'ser, Rapport d'étude coordonné par le CTIFL, juillet 2013, ADEME Région Pays de la Loire, 286p.

### Contact

**Christophe MIGEON**, Agrocampus Ouest – Centre d'Angers, 2 rue André Le Nôtre, 49045 Angers. Mél : [Christophe.Migeon@agrocampus-ouest.fr](mailto:Christophe.Migeon@agrocampus-ouest.fr)

## SITERRE Eco-conception de sols urbains fertiles



Site  
expérimental  
du GIFSI à  
Homécourt (54)



Site  
expérimental  
Agrocampus  
Ouest

### Objectif

Ce programme de recherche a pour objectif la construction de sols urbains fertiles pour les aménagements d'espaces verts en ville. L'unité EPHor participe au programme SITERRE piloté par Plante & Cité (janvier 2011 - décembre 2014).

### Contexte

La végétalisation d'espaces en zone urbaine nécessite l'utilisation de grandes quantités de ressource naturelle terreuse. Pour préserver cette ressource non renouvelable, le génie pédologique propose une stratégie de construction de Technosols fertiles à partir du recyclage de déchets et sous-produits. Le projet SITERRE fonde son originalité sur l'étude des potentialités de matériaux recyclés urbains en substitut à la terre végétale, ressource non renouvelable, pour la construction de sols en ville.

### Résultats

L'année 2011 a permis la sélection raisonnée de 11 matériaux « modèles » minéraux et organiques (par ex. déchets verts, béton concassé, balayages de rues) parmi les 836 déchets référencés par le Catalogue Européen des Déchets. En 2012 et 2013, des mélanges de ces matériaux ont été réalisés au laboratoire afin d'évaluer l'effet de différents facteurs pédogénétiques sur les processus déterminants de la fertilité des Technosols construits. Les résultats indiquent (i) qu'il est possible de construire un Technosol fertile exclusivement à partir de deux ou trois déchets aux propriétés physico-chimiques complémentaires, (ii) que les propriétés des mélanges sélectionnés peuvent être modélisées à partir des propriétés initiales de leurs matériaux parents, (iii) que lors des premiers stades d'évolution pédogénétique des mélanges, des agrégats stables se forment en fonction de la nature et des propriétés des matériaux parents, (iv) que les transferts d'éléments nutritifs sont fortement dépendants de la nature des matières organiques et du procédé de mélange des particules entre elles. Ces résultats correspondent en majeure partie au travail de thèse de Sarah Rokia (soutenance

le 10 janvier 2014) qui s'intitule « contribution à la modélisation du processus d'agrégation et du transfert d'éléments nutritifs dans des Technosols construits à partir de déchets ». Ce travail de thèse était co-dirigé par Christophe Schwartz du Laboratoire Sol et Environnement de l'Université de Lorraine et par Laure Vidal-Beaudet de l'Unité EPHor. Pour valider en conditions naturelles les résultats obtenus au laboratoire, des sites expérimentaux ont été installés sous la forme de 2 lysimètres à Nancy (démontage fin 2014) et de 9 bacs à Angers (démontage 2016).

### Perspectives

Le programme qui s'achèvera en décembre 2014, prévoit la rédaction de fiches techniques et d'outils méthodologiques à destination des professionnels pour une mise en oeuvre opérationnelle.

### Partenaires

Le projet réunit neuf partenaires scientifiques, techniques et professionnels autour d'une approche innovante et multidisciplinaire : Plante & Cité, Valterra, RITMO, ACTeon, DURAND TP, IFSTTAR, BRGM, Université de Lorraine et Agrocampus-ouest. Ce programme bénéficie d'un financement de l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie).

### Bibliographie

■ Rokia S, Séré G, Schwartz C, Deeb M, Fournier F, Nehls T, Damas O, Vidal-Beaudet L. 2013. Modelling agronomic properties of Technosols constructed with urban wastes. Waste Management. doi.org/10.1016/j.wasman.2014.12.016.

### Contact

**Laure BEAUDET**, Agrocampus Ouest, 2 rue André Le Nôtre, 49045 Angers. Tél : Laure.Beaudet@agrocampus-ouest.fr

## RUBRIQUE LIBRE EPHOR

Un nouveau sujet de post-doctorat a commencé dans l'unité EPHor en 2013. Il a pour titre « Modélisation mathématique des transferts physiques et biologiques dans un bâtiment d'élevage selon une approche de climat distribué (CFD- Computational Fluid Dynamics) ». Il est réalisé par F. Rojano-Aguilar, PhD de l'Université d'Arizona. L'objectif de ce projet est de mettre au point un modèle dynamique des conditions d'ambiance dans un bâtiment d'élevage incluant les échanges de masse et de chaleur avec l'extérieur ainsi que les transferts survenant au niveau des animaux (chaleur sensible et latente), selon une approche de mécanique des fluides numérique.

### Contexte :

Les systèmes de production agricoles abrités tels les bâtiments d'élevage doivent répondre aujourd'hui à des exigences environnementales de plus en plus fortes tout en garantissant une viabilité économique et une acceptabilité sociale. La capacité à maintenir des conditions environnementales appropriées à la croissance des animaux dépend étroitement de la maîtrise des échanges de masse et de chaleur qui s'instaurent avec le milieu extérieur. En production animale, il importe d'évacuer l'humidité et les gaz issus des effluents d'élevage, tout en minimisant les consommations d'énergie. L'optimisation des conditions d'ambiance est nécessaire pour garantir des performances zootechniques et des retombées économiques acceptables pour l'éleveur, le bien-être des animaux et des personnels travaillant dans ces structures. Aussi la compréhension des principes qui gouvernent le climat interne est-elle nécessaire pour concevoir des systèmes ou optimiser leurs performances.

### Résultats attendus

Le projet proposé dans le cadre d'un post-doctorat porte sur:

- la mise au point d'un modèle de simulation des conditions climatiques des bâtiments permettant notamment d'accéder aux champs de vitesse, humidité, émissions gazeuses ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,...) à l'intérieur d'un bâtiment d'élevage et dans son environnement proche,
- l'analyse de la réponse du modèle en termes d'hétérogénéité de la distribution des variables climatiques pour différentes conditions externes et/ou différentes architectures d'abris,
- le développement des modules appropriés pour intégrer au modèle les forçages biologiques, afin de simuler le comportement des animaux (production de chaleur, excréments) et les effets induits sur la production de chaleur et les émissions d'ammoniac de la litière.
- l'analyse de la sensibilité des résultats du modèle à ces forçages biologiques.

### Perspectives – retombées

Les applications de l'outil CFD aux bâtiments d'élevage sont encore quasi inexistantes sur le territoire national. Or les enjeux sont très importants pour le secteur de l'élevage en tant que tel, mais aussi pour des raisons de santé publique. La modélisation permettra une compréhension plus fine des processus et favorisera le développement de techniques ou de pratiques favorables à l'atténuation des émissions et à l'adaptation de l'élevage au changement climatique. Ce projet vise aussi à fédérer les compétences acquises à Angers en matière de modélisation du fonctionnement climatique des serres et celles acquises à Rennes dans le domaine des bâtiments d'élevage notamment en métrologie et modélisation des flux (chaleur, émissions gazeuses).

### Partenaires

UMR SAS de Rennes Sol-Agro et hydrosystèmes-Spatialisation, équipe ASAE Analyse Agro-Environnementale des Systèmes de Culture-Elevage, Université d'Arizona : laboratoire d'ingénierie en agriculture et biosystèmes.

### Contacts

Pierre-Emmanuel Bournet (EPHor, Agrocampus-Ouest, INHP, Angers).  
Mél : Pierre-Emmanuel.Bournet@agrocampus-ouest.fr

### Nouvelle thèse commencée en 2013 :

Bouhoun Ali, H. Mesure et modélisation des bilans d'énergie et de masse (eau) sur des plantes cultivées sous serre : impact du stress hydrique. Direction de thèse Pierre-Emmanuel Bournet et Andrée Tuzet

### Nouveau post-doctorat commencé en 2013 :

Rojano Aguilar : Modélisation mathématique des transferts physiques et biologiques dans un bâtiment d'élevage selon une approche de climat distribué (CFD- Computational Fluid Dynamics). Référent scientifique : Pierre-Emmanuel Bournet

## Revue scientifique à comité de lecture

■ Cannavo, P., Harmand, J.-M., Zeller, B., Vaast, P., Ramirez, J.E., Dambrine, E. 2013. Low Nitrogen use efficiency and high nitrate leaching induced by intensive fertilization of a Coffea arabica - Inga densiflora agroforestry system. A 15N labelled fertilizer study in Costa Rica. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 95: 377-394

■ Cannavo, P., Michel, J.C. 2013. Peat particle size effects on spatial root distribution, and changes on hydraulic and aeration properties. *Scientia Horticulturae* 151: 11-21

■ Coulon, A., El-Mufleh, A., Cannavo, P., Vidal-Beaudet, L., Béchet, B., Charpentier, S. 2013. Specific stability of organic matter in a stormwater infiltration basin. *Journal of Soil and Sediments* 13: 508-518

■ Morille B., Migeon C., Bournet P.E. 2013. Is the Penman-Monteith model adapted to predict crop transpiration under greenhouse conditions ? Application to a New Guinea Impatiens crop. *Scientia Horticulturae*, 152: 80-91

■ Plana Fattori A., Chantoiseau E., Doursat A., 2013. Two-way coupling of fluid-flow, heat-transfer and product transformation during heat treatment of starch suspension inside tubular exchanger. *Engineering Applications of Computational Fluid Mechanics*, 7: 334-345

■ Plana-Fattori A., Chantoiseau E., Doursat C., Flick D., 2013. An Eulerian-Lagrangian approach for coupling fluid flow, heat transfer and liquid food product transformation, *Computers & Chemical Engineering*, 52: 286-298

## Autres revues scientifiques

■ Mesmoudi K, Bournet P.E., Outtas T., Zitouni B. 2013. Numerical simulation of the airflow and temperature distribution in a closed Venlo greenhouse under hot and arid climate, *Acta Horticulturae*, 1008: 235-240

■ Michel J.C., Kerloch E., Bozon E., Cannavo P. 2013. Consequences of root development on the evolution of hydraulic properties of peat growing media under a constant and optimal water regime. *Acta Horticulturae*, 1013 : 159-165

■ Morille B., Genes R., Migeon C., Bournet P.E., Bouhoun Ali H. 2013. CFD Simulations of the distributed climate time-evolution inside a glasshouse at night. *Acta Horticulturae*, 1008: 201-206

■ Serir L., Bournet P.E., Bouhdjar A. 2013. Coupling global and distributed climate models to better assess heat transfers through the cover of a greenhouse. *Acta Horticulturae*, 1008: 303-308

## Mémoire d'HDR

■ Cannavo, P. 2013. Devenir de la matière organique dans les sols cultivés: Travaux depuis les grandes cultures jusqu'aux systèmes de culture anthropisés contraints. Université d'Angers.

## Mémoires de stages

■ Danjou, V. M2 Ecole Nat. Sup. en Génie des Technologies Industrielles, Pau. Modélisation du climat sous serre en condition nocturne avec prise en compte de la condensation,.

■ Lissy A.S. M1, Université de Tours. Etude de l'hydrophilie des sédiments de bassin d'infiltration d'eau pluviale : Impact sur les propriétés de rétention en eau et la stabilité des agrégats,

■ Tamtial N. M2, Montpellier SupAgro. Influence du stress hydrique sur la transpiration d'une espèce ornementale : Analyse du couplage entre le potentiel hydrique du sol et l'ouverture stomatique.

■ Jerbi B. 2013. M2 Recherche, Université de Lorraine Etude de la structuration au cours du temps d'un mélange reconstitué à partir des déchets pour réaliser un horizon de croissance en espace vert.

## RUBRIQUE LIBRE GRANEM

L'Unité Pédagogique d'Angers du Département Economie Gestion Société a organisé les **Journées de Recherche en Sciences Sociales** (JRSS) le 12 et 13 décembre 2013. Ces journées constituent le colloque annuel de la Société Française d'Economie Rurale (SFER), de l'INRA et du CIRAD. Elles ont réuni cette année 150 économistes, sociologues, historiens et géographes, français et européens spécialistes des questions agroalimentaires, agricoles, rurales et environnementales. Les thématiques représentatives du colloque sont nombreuses et touchent, entre autres, la qualité des aliments, la compétitivité des filières agricoles, les coopératives et les industries agroalimentaires, la qualité de l'eau, l'étalement urbain ... Trois conférenciers de tout premier ordre international sont intervenus sur les thèmes spécifiques porté par l'Unité Pédagogique : Junjie Wu (Professeur, State University of Oregon (USA)), spécialiste des politiques agro-environnementales et des questions d'étalement urbain, Murray Fulton (Professeur Center for the Study of Cooperatives, University of Saskatchewan (Canada)) et George Hendrikse (Rotterdam Business School) spécialistes des coopératives agricoles.

[http://www.sfer.asso.fr/journees\\_de\\_recherches\\_en\\_sciences\\_sociales/7es\\_jrss\\_2013\\_angers](http://www.sfer.asso.fr/journees_de_recherches_en_sciences_sociales/7es_jrss_2013_angers)

**Caroline Widehem** contribue aux travaux prospectifs FranceAgriMer/Valhor sur la filière horticulture ornementale. La méthode prospective mise en œuvre est la méthode SYSPAHMM (SYStème, Processus, Agrégats d'Hypothèses, Micro- et Macros scénarios). Le travail pour l'horticulture ornementale s'inspire de la prospective « vigne et vins » publiée par l'INRA en 2003 sous la houlette de Michel Sebillotte. Les conclusions de ce travail seront produites avant la fin du trimestre 2014.

**Thomas Coisson** : participation au programme de recherche PAYTAL (Paysage et Etalement urbain), financé par le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie (ex- EDDTL), dans le cadre du 2e programme «Paysage et développement durable ». 2012-2014.

### **Anne Musson :**

- 27 février 2013 • Intervention auprès des responsables du Conseil Général de Seine-et-Marne sur le thème de l'attractivité durable territoriale.
- 16 avril 2013 • Intervention auprès de la CCI France sur le thème de l'attractivité.
- 7 octobre 2013 • Intervention auprès de la Conférence Régionale des Elus de la région « Gaspésie – Iles-de-la-Madeleine- (Québec) sur le thème de l'attractivité durable territoriale (« Une région naturellement attractive »).
- 25 octobre 2013 • Intervention auprès des responsables de la Ville de Cannes sur le thème de l'attractivité durable territoriale.

**Béatrice Plottu** a été expert auprès du jury de concours du SIVAL d'Or en 2013.

**Luc Audebrand**, Professeur de management à l'Université Laval (Québec) et titulaire de la Chaire de Leadership en enseignement en création et gestion de coopératives et d'entreprises collectives, a été professeur invité au département Economie Gestion Société d'Agrocampus Ouest Angers en mai 2013 sur le thème : la diversité des modèles de coopératives agricoles de proximité.

## Revue scientifique à comité de lecture

■ Amisse S., Leroux I., Muller P., Widehem C., 2013, Les réseaux de communautés de pratique dans la dynamique de la gouvernance territoriale horticole : le cas de l'Anjou, Géographie, économie, société, 15 : 183-203.

■ Leger A., Oueslati W. et Salanié J. 2013. Public tendering and green procurement as potential drivers for sustainable urban development: implications for landscape architecture and other urban design professions. Landscape and Urban Planning, 116:13-24.

■ Rousselière D., Rousselière S. 2013 Assiste-t-on (réellement) à une polarisation du débat sur les OGM? Une perspective internationale sur la période 2000-2010, Revue d'économie politique, 123: 593-622..

■ Rousselière D. 2013. Is the New Day Co-op a (real) cooperative ? Revisiting theories on cooperation through a though experiment, International Review of Sociology, 23: 461-481

## Ouvrages et chapitres d'ouvrages

■ Musson A., Février 2013, Contribution au rapport «Vers l'égalité des territoires. Dynamiques, mesures, politiques » pour le Ministère Français en charge de l'Égalité des territoires et du logement. Sous la direction d'Eloi Laurent. <http://www.verslegalite.territoires.gouv.fr/>

## Communications colloques

■ Agbo M., Rousselière D., Salanié J. 2013, A theory of agricultural marketing cooperative with direct selling, Les 7es journées de recherches en sciences sociales organisées par la SFER, l'INRA, le CIRAD et Agrocampus Ouest, Angers, 13 décembre 2013.

■ Bourbeillon J., Rousselière D. et Salanié J. 2013. (Comment) peut-on isoler la subjectivité de l'auteur dans une analyse des données textuelles ? Etude de la variabilité du vocabulaire dans les atlas français des paysages. 5ème Congrès de l'Association Française de Sociologie, RT20 « Méthodes », 2-5 septembre, Nantes.

■ Bourbeillon J., Piel L., El Ayeb R., Rousselière D., Guyet T. 2013 Construction semi-automatique d'une ontologie de la perception des paysages, Ingénierie

des Connaissances 2013, 1-5 juillet, Lille  
■ Coisnon T , Oueslati W. et Salanié J. 2013. Spatial Targeting of Agri-environmental Policy and Urban Development, èmes Journées de Recherches en Sciences Sociales Journées thématiques organisées par l'INRA, le CIRAD (Recherche agronomique pour le développement), la SFER (Société Française d'Economie rurale) et Agrocampus Ouest, Angers, Décembre 2013.

■ Coisnon T , Oueslati W. et Salanié J. 2013. Spatial Targeting of Agri-environmental Policy and Urban Development 20th Annual Conference of the EAERE, Colloque européen organisé par l'Association Européenne des Economistes de l'Environnement et des Ressources Naturelles (EAERE), Toulouse, Juin 2013.

■ Coisnon T , Oueslati W. et Salanié J. 2013. Spatial Targeting of Agri-environmental Policy and Urban Development 5th EAAE PhD workshop, Colloque européen de doctorants en économie agricole, Louvain (Belgique), Mai 2013.

■ Coisnon T , Oueslati W. et Salanié J. 2013. Spatial Targeting of Agri-environmental Policy and Urban Development Atelier des doctorants du GRANEM, Angers, Mai 2013.

■ Guillermin P, Maignant A, Rousselière D 2013. Les coopératives agricoles et les circuits et de proximité : l'ambivalence d'une relation, Colloque les circuits courts et de proximité, renouer les liens entre les territoires et la consommation alimentaire, Agroparis-Tech, 4 et 5 juin.

■ Maignant A, Guillermin P, Rousselière D 2013. Quelle performance économique, sociale et environnementale de l'arboriculture fruitière française? Diversité des modèles d'exploitations et coexistence des systèmes de commercialisation. , Les 7es journées de recherches en sciences sociales organisées par la SFER, l'INRA, le CIRAD et Agrocampus Ouest, Angers, 13 décembre 2013.

■ Mbarek M 2013. Quelle acceptabilité d'une Aire Marine Protégée par les pêcheurs ? Étude des îles Kuriat à Monastir (Tunisie)», Les 7es journées de recherches en sciences sociales organisées par la SFER, l'INRA, le CIRAD et Agrocampus Ouest, Angers, 13 décembre 2013.

■ Musson A., 2013. "Sustainable Attractiveness in Developed Economies and Emerging Countries". The 18th Euro-Asia Research Conference, "The

Globalisation of Asian Markets: implications for Multinational Investors" (Venise, Italie). 01 février 2013.

■ Plottu B 2013. Conflits d'usage du territoire : de l'identification des enjeux à l'émergence d'une solution négociée autour de projets d'aménagement", Les 7es journées de recherches en sciences sociales organisées par la SFER, l'INRA, le CIRAD et Agrocampus Ouest, Angers, 13 décembre 2013.

## Mémoires de stages

■ Cauchard P. Fin d'études, Agrocampus Ouest, spécialisation Fruits Légumes Alimentation et Marché) Le marché de la Grenade.

■ Cuvilliez A. Fin d'études, Agrocampus Ouest, spécialisation Maîtrise d'œuvre et Ingénierie Augmentation de l'activité / développement d'une entreprise de paysage sous franchise,

■ Dy M. Fin d'études, Agrocampus Ouest, option Horticulture Ornementale et Valorisation. Gestion de la mise en place d'une campagne de prévente de bulbes à plantation automnale sur Internet, 37 p.

■ Eustache J-P. Master 2 PROTEV, Agrocampus Ouest, Université d'Angers Étude d'impact économique des usages orphelins sur la filière fruits et légumes et pommes de terre,

■ Garbi A. Fin d'études, Agrocampus Ouest, spécialisation Gestion Durable du Végétal en Horticulture et Aménagements Paysagers. L'obtention de l'agrément phytosanitaire: quels bénéfices pour une entreprise de distribution?,

■ Maignant A. Master 2 PROTEV, Agrocampus Ouest, Université d'Angers. Dans quelle mesure peut-on améliorer la compétitivité d'ensemble de la filière fruits & légumes à travers la coexistence raisonnée des différentes stratégies d'entreprise ?

■ Mortier M. Master 2 de géographie « Paysages Urbains : stratégies et Médiations » Agrocampus Ouest et Université d'Angers. Analyse de la valeur économique des paysages, Essai pour une approche qualitative dans le cadre des outils Atlas et Plans de paysages : Cas d'application à la Région des Pays de la Loire et au Pays de Haute Mayenne, DREAL Pays de la Loire/SRNP/DSP,

■ Tirloy M. Fin d'études, Agrocampus Ouest, spécialisation Maîtrise d'œuvre et Ingénierie. Le chiffrage : un outil d'analyse et de perspective pour l'entreprise ISS Nantes,

## RUBRIQUE LIBRE PAYSAGES ET SOCIÉTÉS

### Programmes de recherche en 2013

- **PDD2** « Participation des populations et renouvellement des pratiques paysagistes. Une recherche-action par l'expérimentation et la comparaison des méthodes » (2012-2014) : D. Montembault (coordination), H. Davodeau, E. Geisler, F. Romain.
- **REPPAVAL** « Représentations des paysages et de la nature dans les petites vallées de l'Ouest de la France face aux projets de restauration écologique » : S. Caillault, H. Davodeau, D. Montembault, F. Romain.
- **NUNA I043** « Perception et représentation du paysage par les Inuits eux-mêmes » : F. Joliet.
- **PEPS CNRS Interdisciplinaires 2013 « Des brousses en crise » ?** Vers une lecture locale des transformations des paysages de l'ouest burkinabé. Collaboration entre Ecologie, Géographie et Linguistique : S. Caillault (coordination).
- **AGES** « **A**ncient **G**eomorphological **E**volution**S** » : N. Carcaud.

### Animation de réseau scientifique

- Organisation du séminaire d'UMR du 18/11 au Mans consacré à la recherche en paysage : toute l'équipe (S. Caillault, N. Carcaud, H. Davodeau, F. Joliet, E. Geisler, D. Montembault, F. Romain).
- Séminaire inter-écoles du paysage consacré aux thèses paysagistes (Angers, 28-11-13) : coordination H. Davodeau

### Activité éditoriale

- Fabienne Joliet et Hervé Davodeau sont les représentants de l'école du paysage d'Angers dans le comité de rédaction de la revue électronique *Projet de paysage* ([www.projetsdepaysage.fr](http://www.projetsdepaysage.fr)) désormais portée par le réseau des écoles françaises du paysage.
- Hervé Davodeau a été co-rédacteur en chef du numéro de la revue *Norois* n°228-2013/3 "La patrimonialisation des paysages de l'eau dans l'Ouest de la France".

### Arrivée

- Elise Geisler, architecte DPLG, docteur en Sciences et architecture du paysage, a intégré l'UP paysage et l'UMR ESO comme maître de conférences contractuelle.

## Revue scientifique à comité de lecture

■ Barraud R., Carcaud N., Davodeau H., Montembault D., 2013. Les épis de la Loire armoricaine, un héritage à la patrimonialité incertaine, revue *Norois* "La patrimonialisation des paysages de l'eau dans l'Ouest de la France", 228 : 39-51.

■ Bodenat P., 2013. Le jardin : une clé de lecture du végétal en milieu urbain Projets de paysage le 20/12/2013 URL: <http://www.projetsdepaysage.fr>

■ Caillaud S., Mialhe F., Vannier C., Delmotte S., Kedowide C., Amblard F., Etienne M., Becu N., Gautreau P., and Houet T. 2013. Influence of incentive networks on landscape changes: A simple agent-based simulation approach, *Environmental Modelling and Software*. 45 :64-73.

■ Davodeau H., Pordoy C., Montembault D., Barraud R. Carcaud N., 2013. Patrimonialiser la nature et les paysages : contradictions et paradoxes au sujet des épis de la Loire armoricaine, revue *L'Espace Géographique*, 213: 241-253.

■ Geisler E., 2013. Du soundscape au paysage sonore, *Métropolitiques*, 23 octobre 2013, URL : <http://www.metropolitiques.eu/Du-soundscape-au-paysage-sonore.html>

■ Joliet F. 2013, Ceux qui regardent font le paysage. Les Inuit d'Umiujaq et le parc national Tursujuq, *Téoros*, Gouvernance des parcs au Nunavik, 31: 49-60.

■ Leger A., Oueslati, W., & Salanie, J. 2013. Public tendering and green procurement as potential drivers for sustainable urban development : Implications for landscape architecture and other urban design profession. *Landscape and Urban Planning*, 116 : 13-24.

■ Leger A., 2013. Analyse interprétative du discours du Landscape Urbanism et impact sur le développement des pratiques des paysagistes dans le contexte français, *Projets de Paysage*. 20/12/2013, URL : <http://www.projetsdepaysage.fr>

## Revue techniques

■ Smith P., Leger A., Leger L.-A., Sabin E., & Dominique N. 2013. An ecological cluster model for rural development projects: application in Galette-Chambon, Cul-de-sac watershed, Haiti. *Haiti Perspectives*, Revue thématique du GRAHN (Groupe de réflexion et d'action pour une Haïti nouvelle), Aménagement du territoire, environnement et agriculture, 2(2).

## Ouvrages et chapitres d'ouvrages

■ Carcaud N., Davodeau H., 2013, Another Loire: The Armorican Loire, in *Landscapes and landforms of France* (dir. M. Fort, MF. André), Springer Science+Business Media Dordrecht, pp.61-70 / 274.

■ Barraud R., Carcaud N., Davodeau H., Montembault D., Pordoy C., 2013, Rivers groins along the Armorican Loire : river responses and local resident reactions. A socio-geographical landscape reading as a complement for ecological engineering, in *Arnaud-Fassetta G., Masson E., Reynard E (coord.), European Continental Hydrosystems under Changing Water Policy*, 344 p.

## Communications colloques

■ Antomarchi V., Joliet F., 2013. Quelle présence du froid dans la culture et la photographie Inuit ?, Colloque International Le froid, adaptation, production, représentations, Université de Saint Quentin en Yvelines, 12-14 décembre 2013

■ Davodeau H., 2013. Le paysage a-t-il imposé sa loi ? Introduction au séminaire "Le paysage au coeur des politiques territoriales", Ministère de l'écologie, de l'énergie et du développement durable, Paris, 18 octobre.

■ Geisler E., Leconte L., 2013. Participation des populations et renouvellement des pratiques paysagistes, Colloque Participation créative, paysage et urbanisme durable : vers une évolution des pratiques paysagistes et de la gouvernance, Maison Méditerranéenne des Sciences de l'Homme, Aix-en-Provence, 5-6 décembre 2013

■ Geisler E., 2013. The ideal neighbourhood : both quiet and lively ? Indicators for revealing and acting on the soundscapes of Kronsberg and Vauban, *The Echopolis International 2013*, Michalis Cacoyanis Foundation, 29 septembre - 3 octobre 2013

■ Joliet F. 2013, Les images Inuites de paysage par la géographie culturelle, Colloque International ACFAS, Récits d'Images, Explorer le social par les artefacts visuels, Université Laval, Québec, 6-7 mai 2013.

■ Montembault D., Davodeau H., Geisler E., Leconte L., Luginbuhl A., Toublanc M., Romain F., 2013. Projet de paysage participatif à Villandry : retours d'expérience d'une recherche-action, Colloque Explorer le territoire par le projet - L'ingénierie territoriale à l'épreuve des pratiques de conception, (réseau "Espace rural & projet spatial"), Clermont-Ferrand, novembre 2013

# Flore des espaces arborés urbains : quelle influence de l'isolement des habitats ?

## Objectif

L'objectif est d'évaluer l'influence de l'organisation spatiale des espaces arborés (bosquets, haies, bois...) et en particulier de leur isolement sur la distribution de la flore spontanée le long d'un gradient ville – campagne.

## Contexte

La proximité d'une ville est bien connue pour sa forte influence sur la végétation des espaces arborés, mais cela traduit les effets de facteurs écologiques très variés. Différents travaux conduits dans l'unité ont pu montrer les conséquences de différentes composantes de ce voisinage urbain (imperméabilisation des sols, pollution azotée, gestion...) sur des groupes de plantes (exotiques, forestières, rudérales...) et conduisent à analyser plus spécifiquement les relations avec la structure du paysage. L'influence de l'isolement des habitats est fréquemment étudiée sur des groupes faunistiques, mais doit également être abordée pour la flore, d'autant plus que les démarches actuelles concernant les trames vertes urbaines posent de nombreuses questions concernant leurs modalités de mise en œuvre.

## Résultats

Des relevés de plantes spontanées ont été réalisés sur un grand nombre d'espaces arborés, échantillonnés selon les facteurs d'isolement et de contexte d'urbanisation. Les espèces forestières spécialistes sont ainsi plus largement fréquentes dans les habitats les moins isolées. Les espaces arborés de faible surface mais plus connectés ont une richesse en ces espèces comparable à celle de plus grande surface mais plus isolées. Dans une certaine mesure, cela peut montrer que la connectivité peut compenser la petite taille pour ces espèces spécialistes. Le fait que l'influence de l'isolement apparaisse plus fortement en campagne qu'en ville peut être mis en relation avec l'influence de la nature de la matrice sur les capacités de dissémination des plantes, plus limitantes en contexte urbain.

Ces comparaisons des richesses floristiques sont renforcées par l'analyse plus fine de la distribution des espèces. Un certain nombre d'espèces forestières, comme le chèvrefeuille (*Lonicera periclymenum*), le houx fragon (*Ruscus aculeatus*), la fougère aigle (*Pteridium aquilinum*) présentent en effet des fréquences accrues dans les habitats les moins isolées.



Exemples d'analyse d'occupation du sol illustrant les gradients de densité des boisements (connectivité) et d'urbanisation

## Perspectives

Ces résultats soulignent l'importance de la prise en compte de la structure du paysage pour expliquer la végétation de sous-bois et doivent orienter les aménageurs pour les démarches de planification urbaine. L'influence de ces différents facteurs urbains sur la végétation a pu être mise en évidence par des observations de distribution de la flore des espaces arborés. Ils conduisent d'une part à intégrer d'autres habitats à la démarche (en particulier les espaces herbacés) et, d'autre part, à préciser les processus biologiques impliqués par des analyses de la réponse de traits biologiques des plantes à ces facteurs environnementaux.

## Partenaires

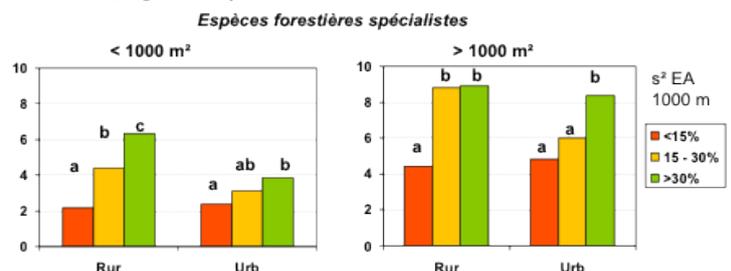
Ce travail a été réalisé dans le cadre de l'ANR « Trames vertes urbaines ».

## Bibliographie

Daniel, H., Le Bot, J.-M., Beaujouan, V., Philip, F., Toubanc, M., Bonin, S., Montembault, D., Hubert-Moy, L. & Ollivier, C., 2013. Les espaces arborés dans les paysages urbains de trois agglomérations de l'ouest de la France. In *Trames Vertes Urbaines: de la recherche scientifique au projet urbain* (Ed. Clergeau P. & Blanc N.), Le Moniteur, 124-153.

## Contact

**Hervé DANIEL**, UP Paysage & Ecologie, Groupe ESA - Agrocampus Ouest. Mail : herve.daniel@agrocampus-ouest.fr



Richesse des espaces arborés en espèces forestières spécialistes en fonction de la surface des espaces arborés échantillonnés, de leur position rurale ou urbaine, et de leur degré d'isolement (% espaces arborés dans un voisinage de 1 000m du relevé)

## Ouvrages et chapitres d'ouvrages

■ Daniel, H., Le Bot, J.-M., Beaujouan, V., Philip, F., Toublanc, M., Bonin, S., Montembault, D., Hubert-Moy, L. & Ollivier, C., 2013. Les espaces arborés dans les paysages urbains de trois agglomérations de l'ouest de la France. In Trames Vertes Urbaines : de la recherche scientifique au projet urbain (Ed. Clergeau P. & Blanc N.), Le Moniteur, 124-153.

■ Pain, G., Beaujouan, V., Daniel, H., Montembault, D., Pithon, J., Sigwalt, A., Vallet, J., 2013. Quelle biodiversité dans les vignobles AOP Saumur-Champigny. In Concilier Agricultures et Gestion de La Biodiversité. Dynamiques Sociales, Écologiques et Politiques, Matière À Débattre et Décider. Durand L., Cipièrre M., Carpentier A.-S. & Baudry J., Quae, pp. 55-63

## Communications colloques

■ Daniel H., Huet S., Besse I., Vallet J. 2013. Comparaison de la phénologie de trois espèces de polypodes en contexte périurbain. Colloque ECO-VEG9, Tours, 3-5 Avril 2013.

■ Daniel H. 2013. Quelle influence des paysages urbains sur la flore ? Démarche du projet de recherche sur la biodiversité des aires urbaines. 2e journée scientifique CVFSE/Oniris, 22 Novembre 2013, Nantes

■ Kopf M., Beaujouan V., Pithon, B., Besoian R., Daniel H. 2013. Influence de l'urbanisation sur la végétation de sous-bois : comparaison des facteurs locaux et paysagers. Colloque ECO-VEG9, Tours, 3-5 Avril 2013.)

■ Le Bot J.-M., Philip F., Pithon J. & Daniel H. 2013. Biodiversité des espaces verts, perception et représentation par les usagers. 7ième Rencontres du Végétal Santé, Bien être et Environnement, 14-15 Janvier 2013, Angers.

## Rapports de stages

■ Clain O. M1 Gestion des Habitats et des Bassins Versants, Univ Rennes I. Caractérisation de la végétation des prairies permanentes dans un paysage bocager fragmenté.

■ Dujardin C. Master 1 – ESA d'Angers. Analyse des diagnostics de biodiversité réalisés dans le cadre du réseau ARBRE (2010-2013)

■ Guigue L. Master 1 - Agrocampus Ouest. Caractéristiques paysagères et flore des prairies : première approche dans les zones périurbaines de la Roche sur Yon et Angers.

■ Jégo C, 2013. Master 2 – cartographie des espaces à risques – Université de Nantes. Apport de la télédétection et des SIG pour la cartographie et la caractérisation des prairies permanentes à l'échelle de trois territoires.

■ Maisonneuve B. Master 1 - Bordeaux Sciences Agro. La Trame Verte et Bleue : comment améliorer la méthode de détermination des continuités écologiques en prenant en considération l'écologie des espèces ?

## RUBRIQUE LIBRE ANSES

En 2008, une souche virulente de *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (Psa) a été identifiée comme étant responsable des chancre bactériens observés sur les vergers de kiwi en Italie ou elle a pris des proportions inquiétantes, pouvant toucher 50 à 80% des arbres dans le Lazio italien (Balestra, 2009). En 2010, Psa a été mentionnée successivement en France (Vanneste et al, 2011), au Portugal (Balestra, 2010) et en Nouvelle Zélande (novembre 2010) où les conséquences ont été catastrophiques. Enfin, l'Espagne, le Chili, l'Australie, la Suisse et la Turquie ont mentionné un premier signalement en 2011.

Un sujet de thèse co-financée par la région Pays de la Loire et l'Anses a été conçu dans le cadre d'une coopération nationale inter-organismes publics (LSV-ANSES/INRA) et d'une coopération internationale avec la Nouvelle Zélande : **Caractérisation génétique des populations de *Pseudomonas syringae* pv *actinidiae* responsable du chancre bactérien du kiwi et de leur interaction avec le kiwi.** La Lauréate de la thèse, Amandine Cunty, vise dans ce sujet à développer la connaissance de cet agent pathogène ré-émergent en Europe et émergent en France, à évaluer son potentiel pathogénique et donner des éléments pour la gestion des risques sanitaires bactériens liés à la production de plants de kiwis, la sélection de variétés résistantes, et la mise en œuvre de méthodes de lutte.

L'anticipation des risques d'émergence et de réémergence de la bactériose du Kiwi liée à *Pseudomonas syringae* pv *actinidiae* est envisagée par l'étude des populations de ce bioagresseur modèle: organisme vasculaire provenant de diverses origines via les plants introduits lors de la constitution des vergers. La coexistence de populations clonales différentes pourrait être à l'origine de la forte diversité génétique de la bactérie et des réponses qu'elle induit sur kiwi. Les premiers travaux de la thèse ont fait l'objet d'une présentation orale lors du 1<sup>er</sup> Symposium Psa sur le kiwi et de la 19<sup>ème</sup> conférence australasienne de pathologie des plantes en Nouvelle Zélande en novembre 2013 ainsi qu'aux rencontres bactériologiques d'Aussois organisées par l'INRA. Un article est en cours de préparation pour soumission auprès d'une revue scientifique. Une présentation orale est envisagée lors de la Conférence internationale de phytobactériologie qui se déroulera en juin 2014 à Shanghai.

## RUBRIQUE LIBRE GEVES

### Mars 2013 : Colloque du réseau français pour la Santé Végétale - de nouveaux outils pour le diagnostic végétal



Les 28 et 29 mars 2013 le GEVES et VEGEPOLYS ont accueilli à Beaucouzé le premier séminaire organisé par le RFSV (Réseau Français pour la Santé Végétale) avec le soutien de la SFP et l'INRA sur le thème : « Nouveaux outils pour le diagnostic végétal ». Plus de 100 scientifiques et techniciens venus de la France entière mais aussi des Pays Bas, du Danemark, d'Angleterre et de Slovénie se

sont retrouvés pour partager les derniers outils de diagnostic végétal. Les outils de diagnostic modernes et en devenir (q-PCR, séquençage haut débit, Luminex, Videometer, LAMP, digital PCR...) ont été présentés avec des exemples d'applications lors de communication orales par des personnalités invitées spécialistes reconnus de chaque technique. Les abstracts du séminaire et un tableau comparatif des méthodes de diagnostic végétal sont disponibles sur le site internet du RFSV ([www.rfsv.fr](http://www.rfsv.fr)).



### Points d'actualités et résultats de quelques projets de recherche

#### 1) Développement de marqueurs SNP dans le cadre de l'évaluation des variétés de maïs

L'année 2013 a vu l'aboutissement du projet de mise en place d'une stratégie de marquage moléculaire sur maïs en tant qu'outil d'aide à la Distinction, Homogénéité et Stabilité (DHS) des variétés. Jusqu'en 2013, la méthode officielle et reconnue par l'Union pour la Protection des Obtentions Végétales (UPOV) reposait sur la description électrophorétique d'une dizaine de systèmes enzymatiques. Aujourd'hui, l'ensemble de la collection de référence maïs, soit environ 5 000 variétés, est décrit avec plus de 300 marqueurs SNP. De nouvelles règles de décisions, basées sur une description moléculaire suffisamment fine pour permettre une gestion efficace de la collection de référence, du contrôle des maintenances et de la conformité des hybrides, ont été définies et proposées par le GEVES aux experts des instances officielles nationales et européennes chargées de l'homologation et la protection des variétés (Comité Technique Permanent de la Sélection et Office Communautaire des Variétés Végétales), qui les ont validées.

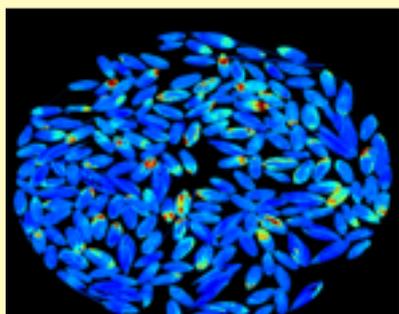
#### 2) Acquisition d'un équipement de radiographie 3D

Dans le cadre du programme Investissements d'Avenir Aker sur la betterave, le GEVES a acquis un nouvel équipement de phénotypage. Il s'agit d'un tomographe, outil combinant un système de radiographie numérique en temps réel à résolution micrométrique et un système de tomographie tridimensionnelle. Le tomographe permet de visualiser et caractériser les différents organes de la semence en coupes ou en 3D. Les applications sont nombreuses et variées, cela peut permettre de caractériser des génotypes, vérifier la qualité des lots au cours du process en usine, détecter des maladies ou dommages physiques, suivre l'imbibition, observer les effets des traitements, etc.



## RUBRIQUE LIBRE GEVES

### 3) Phénotypage de la fusariose par le Videometer



En 2013, le GEVES a mis au point une nouvelle méthode de phénotypage pour évaluer la résistance à la fusariose sur blé tendre (*Fusarium graminearum* et *culmorum*), en développant un programme de détection des grains fusariés par le Videometer, qui enregistre une image multispectrale à partir d'éclairages successifs sur 20 longueurs d'ondes. Les premiers essais menés en blé tendre sur les témoins CTPS au GEVES de l'Anjouère ont montré une très bonne corrélation entre les notations visuelles du taux d'épillets fusariés à 450°C jour après floraison et le taux de grains fusariés mesurés par le videometer à la récolte. L'étude menée en utilisant un système à

plus haut débit pour transporter les graines avec une bande transporteuse a également montré une bonne corrélation. Ces analyses seront poursuivies en 2014 pour obtenir une confirmation du classement de la résistance variétale sur un plus grand nombre de variétés en blé tendre, mais aussi sur les autres espèces de céréales à paille.



### 4) Mise au point d'un test standardisé au niveau international - Radicle emergence test- pour apprécier la vigueur des semences de colza

Le phénotypage automatisé de la germination des graines de colza a permis de développer un essai de vigueur sur un comptage unique du taux de germination à température favorable. Le recours à l'analyse d'images pour suivre les vitesses de germination des graines en conditions favorables permet d'obtenir des courbes précises sur lesquelles s'appuyer afin de définir une énergie germinative discriminant les lots de semences selon leur vigueur. Une collaboration franco-britannique au sein du comité de vigueur ISTA a permis de valider cette démarche via des essais d'implantation au champ de plusieurs lots issus d'une même variété et préalablement phénotypés au laboratoire. Une proposition de standardisation internationale a été déposée pour ajouter cette espèce aux essais de mesures d'émergence de la radicule du chapitre vigueur des Règles internationales d'essais de semences (ISTA), en vue d'une nouvelle règle applicable en 2015.

### Nouveaux projets de recherche et partenariats scientifiques

Cinq nouveaux programmes de recherche en partenariat ont été acceptés en 2013.

Thème de recherche	Organisme financeur	Titre du programme
Evaluation des génotypes dans leur environnement	CASDAR semences 2013	Mosaïques de l'orge : identification des virus prédominants impactant sur le rendement et la qualité technologique, en vue d'orienter la sélection vers une résistance durable
Evaluation des génotypes dans leur environnement	CASDAR semences 2013	R2B - Rhizoctone Brun de la Betterave : caractérisation de l'inoculum pathogène de <i>Rhizoctonia solani</i> , responsable du rhizoctone brun de la betterave ( <i>Beta vulgaris</i> ) et évaluation de la résistance/tolérance variétale.
Evaluation des génotypes dans leur environnement	CASDAR semences 2013	Corkyres - Mise au point d'un test d'évaluation de la résistance des variétés de tomate aux corky root
Gestion des collections	CASDAR semences 2013	Exploration de la diversité génétique du genre chicorées ( <i>C. intybus</i> , <i>C. endivia</i> ) en vue de la sélection et de la caractérisation de tolérances à deux bioagresseurs majeurs, <i>Phytophthora</i> et <i>Sclerotinia</i>
Qualité des semences	FSRSO	LEVTO: Sélection du Tournesol pour son adaptation à des semis précoces en conditions froides et dans de nouvelles zones de culture

Le programme LEVTO a démarré courant 2013. Les autres démarreront en 2014.

## Autres revues scientifiques

■ Laurent E., Simoneau P., Benichou S., Blancard D., Serandat I., Grimault V., Mériaux B., Bosc B., Lesprit E., 2013. Outils de diagnostic, épidémiologie d'*Alternaria dauci* sur carotte porte-graine et méthodes de lutte. *Innovations Agronomiques* 27, 1-8.

■ Perrot S., Bertrand F., Bonnet G., Brand R., Buisson M., Dousse S., Marchal C., Pariaud B., Villevieille M., Grimault V., 2013. Influence du contexte génétique sur l'évaluation de la résistance intermédiaire en DHS : exemple de l'évaluation de la résistance de la tomate à *Fusarium oxysporum* fsp *lycopersici* race 2 et *Verticillium dahliae*. *Innovations Agronomiques* 27, 59-70.

## Revue techniques

■ Luciani A., Orgeur G., Grimault G., Guimbaud J.-F., Jacques, M.-A., 2013 Le projet européen TESTA (Treatment methods, Evidence for Seed Transmission and Assessment of seed health) : compréhension des mécanismes de transmission des agents pathogènes à et par la semence pour un développement de méthodes de détection d'agents pathogènes et de traitements alternatifs sur semences. *Euroréférences Cahier N°9*, Printemps 2013 "spécial végétal".

## Communications colloques

■ Aamlid, T.S. and Gensollen V., 2013. Recent achievements in breeding of cool-season grasses for turf quality under biotic and abiotic stresses. *EU-CARPIA 2013*, Vrnjacka Banja, Serbia, 15 May 2013.

■ Belin E., Rousseau D., Craipeau G., Chapeau-Blondeau F., Ducournau S., Demilly D., Dürr C., Franconi F., 2013. Gazing at the early stages of plant life with MRI, 30th Annual Scientific Meeting of the European Society for Magnetic Resonance in Medicine and Biology, Toulouse, France 03-05, oct. 2013.

■ Cadot V. 2013. Etude des corrélations entre les notes de fusariose des essais CTPS et les teneurs en mycotoxines concernant la DON, Nivaéanol et Zéaralénone de 2011 à 2013. *Fusatox : Flore toxigène/ mécanismes de résistance*. 11 Novembre 2013.

■ Cadot V., Maigniel J. P. 2013. Testing varieties at GEVES for resistance to *Fusarium* head blight on cereals: A way to improve genetic progress in the French Catalogue and to reduce the use of pesticides. In session 4: Genetic of Hosts\_ Plant resistance to *Fusarium*, Variety development .12th European *Fusarium* Seminar Bordeaux.

■ Cadot V., Rolland M., Bonnefoy M., Hourcade D., Céline A., Delaunay A., Vandecasteele C., Perrot S., Herbert O., Viader V., David J., 2013. Comparaison des méthodes de détection des mosaïques des blés (Bymovirus et Furovirus) par marquage moléculaire et par détection sérologique. Séminaire CTPS du 12 novembre 2013

■ Christien S., Boulineau F., Coquin P., Mathis R/, Remay A., Bernole A., Grimault V., Perrot S., Aligon S., Luciani A., 2013. Evaluation of the diversity in cultivated lettuce (*Lactuca sativa*

L.), contribution of wild accessions and old varieties. *EU-CARPIA Genetic Resources section meeting*, June 10-13 2013.

■ Demilly D., 2013. Phenosem, le phénotypage des semences. Journée Végépols « Vers du phénotypage haut débit et de précision, 18 juin, Angers, France.

■ Ducournau S., 2013. Germination Committee Report 2010-2013. 30th ISTA Seed Symposium, 12-18 June 2013, Antalya, Turkey.

■ Ducournau S. and Taylor J., 2013. ISTA Workshop on Purity and Germination. *Seed Testing International*, 146, 59-60.

■ Gauffreteau A., Mailliard A., Cadot V., Luciani A., Olivier A., Rigolle P. Bebin T., Beghin B., Demarquet T.; Lonnet P., Vion M.O., Beaufume J.B., Duque C., Duchalais L., Margalé E., Meausoone M., Moreau J.M., Caiveau S., Senelart P., Cerf M., Jeuffroy M.H., Mistou M.N., Prost L., Belkacem L., Dizien C., Marques S., Robert C. 2013. Développement d'un outil d'optimisation des réseaux d'essais et de caractérisation des variétés. 3e rencontre FSOV Paris, 15 mars 2013.

■ Gouache D., Hourcade D., Lebrun M.H., Marcel T., Ducasse A., Deller S., Audeon C., Goyeau H., Suffert F., Lilian Gout L., Michelet C., Robert O., Cadot V., Ghaffary SMT, Kema G., 2013. De la résistance du blé à la septoriose provoquée par *Mycosphaerella graminicola*. 3ème rencontre FSOV Paris, 15 mars 2013.

■ Grimault V., 2013. Four methods proposed to vote by SHC in June 2013. 30th ISTA Congress, Antalya 12-18th June 2013.

■ Grimault V. and Orgeur G., 2013. CT for validation of a new method for the detection of *Acidovorax valerianellae* on Corn salad (*Valerianella locusta*) seed . *ISHI TCG meeting*, Feb 2013, Fukuoka, Japan.

- Grimault V. and Orgeur G., 2013. Pre test for testing Botran effect on *Phoma valerianellae* detection. ISHI TCG meeting, Feb 2013, Fukuoka (Japan) ISTA SHC activities. ISHI TCG meeting, Feb 2013, Fukuoka, Japan.
- Grimault V., Orgeur G., Fricot C., Lebourg D., Allart C., Serandat I., 2013. How to evaluate viability of *Tilletia* spp spores? 30th ISTA Congress, Antalya 12-18th June 2013.
- Jacques, M.A., Fricot, C., Orgeur, G., Bargeolle, J. P., Gentit, P. and Grimault, V. 2013. *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* transmission from seed to seedling and effect of grafting on plant contamination. 4th International Symposium on Tomato Diseases, Orlando, USA, 24-27 June 2013.
- Mailliard A., Cadot V., Ravenel C ; Marques S, Bossuet L.M., Masson F, Lorgeou J., Du Cheyron P, Obeuf A., Picard A. Gaufreteau A, Mistou M.N., Jeuffroy M.H.. 2013. Diversification du réseau CTPS pour une meilleure caractérisation de l'adaptation des variétés de blé tendre à des itinéraires techniques à hautes performances environnementales. Séminaire CTPS, 12 Novembre 2013, Paris.
- Mathis R., Germain R., Olivier V., Grimault V., Jacques M.-A., 2013. Gestion de *Clavibacter michiganensis* subsp *michiganensis*. CTPS – Séminaire 2013 " Evaluation des variétés et qualité sanitaire des semences" Jeudi 14 mars 2013, Paris
- Mathis R., Fricot C., Larenaudie M., Quillévéré A., Rolland M. and Valerie Grimault V. 2013. *Clavibacter michiganensis* subsp *michiganensis*: optimization of detection in seed and effect of seed treatment on efficiency of detection methods. 4th International Symposium on Tomato Diseases, Orlando, USA, 24-27 June 2013.

■ Orgeur G., 2013. 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 23 Janvier 2013.

■ Sérandat I., Grimault V., Gombert J., Lesprit E., Sarniguet C., Straëbler M. and Forsberg G., 2013. Thermothe-  
rapy : a promizing control method against *Ditylenchus dipsaci* on alfalfa seeds. 30th ISTA Congress, Antalya 12-18th June 2013.

■ Wagner M.H., Boizard S., Ducournau S., 2013. CD test on *Brassica*: an alternative method for seed moisture content adjustment. 30th ISTA Seed Symposium, 12-18 June 2013, Antalya, Turkey.

■ Wagner M.H., Ducournau S., Blouin V., Demilly D., Léchappé J., 2013. Speed of seed imbibition related to seedling evaluation: a precocious criteria from image analysis to predict the seedling type in a germination test. 30th ISTA Seed Symposium, 12-18 June 2013, Antalya, Turkey.

■ Wagner M.H., Matthews S., Demilly D., Powell A., Ducournau S., 2013. L'énergie germinative, une mesure précoce et fiable de la vigueur des semences. 10èmes Journées d'Information des Laboratoires, 19-20 septembre, Angers, France.

### Mémoires de stages

■ Bely J. Master I « Sciences pour l'ingénieur ». UFR Sciences –Génie Biotechnologique et Management en Agro-Industrie-La Rochelle, Le déoxynivalénol dans les céréales.

## RUBRIQUE LIBRE VEGEPOLYS



### Un nouveau contrat de performance et une feuille de route pour 6 ans :

En 2013, l'Etat a lancé la phase 3.0 des pôles de compétitivité pour une période de 6 ans. VEGEPOLYS a défini son nouveau contrat de performance et une feuille de route pour 6 ans. En Octobre 2013, il a signé en présence de tous ses partenaires financiers ce nouveau contrat qui lui donne des moyens nécessaires pour mettre en place sa politique.

Ce contrat conforte l'ambition du pôle de conserver sa place d'un des leaders mondiaux de la production de végétaux respectueux de l'environnement, de la santé et de la biodiversité. VEGEPOLYS va déployer une stratégie en 5 axes : **Développer l'innovation sous toutes ses formes, Développer la croissance des entreprises, Internationaliser le pôle et ses acteurs, Renforcer la Recherche et la Formation, Rendre le pôle attractif et lisible.**

### 46 Projets de R&D soutenus ou labellisés :

En 2013, VEGEPOLYS a soutenu ou labellisé 46 projets partenariaux de R&D dont 23 projets ont pour partenaires des équipes de l'IRHS. Parmi tous ces projets 18 sont d'ores et déjà financés (5 encore en attente) dont 2 FUI, 1 projet « Innovation » financé par la région Pays de la Loire, 3 ANR, 2 CASDAR, 4 projets « recherche » et le « RFI » financés par la région Pays de la Loire.

Parmi les projets innovants collaboratifs financés :

- **Végésupply**, projet innovant labellisé et accepté au FUI de mars 2013, vise à développer une organisation logistique novatrice, mutualisée et durable pour accroître la compétitivité des entreprises du végétal, soumises à de nombreuses contraintes en matière de transport. Ce projet de R&D associe 4 entreprises, le Granem et les laboratoires des Mines de Nantes et de Paris.
- **SMART**, projet associant des partenaires économiques et techniques du maraichage nantais, Trioplast, une entreprise de films plastiques agricoles, Agrocampus Ouest et l'Université de Nantes. Les innovations dans ce projet porteront sur des films durables et sur une organisation basée sur une démarche d'économie circulaire locale.
- **EVE**, projet qui a vocation à développer un logiciel innovant d'aide à la décision pour mieux gérer les irrigations à la parcelle. Deux entreprises ARIA et Terrena se sont associées à l'équipe Ephor d'Agrocampus ouest, l'équipe G-eau de l'IRSTEA et Météo France.

## RUBRIQUE LIBRE VEGEPOLYS



**En 2013, grâce à son partenariat avec les équipes de recherche de la SFR, le centre de R&D du pôle, VEGEPOLYS innovation a proposé aux entreprises deux nouveaux services :**

- un service complet pour évaluer et caractériser les produits de protection des plantes y compris la proposition de l'évaluation moléculaire de SDP à travers la licence du brevet INRA obtenu par MN Brisset .
- des tests de criblage d'activité anti A.G.E. qui visent à déterminer l'activité inhibitrice de la glycation de composés type d'origine végétale, issus d'un partenariat avec le laboratoire SONAS de l'Université d'Angers

**A l'international,** le pôle a poursuivi ses échanges avec son réseau international le **Plant InterCluster** qui rassemble 4 pôles français (VEGEPOLYS (leader), TERRALIA (ex PEIFL), QUALIMED et QUALITROPIC) et des clusters internationaux positionnées pour la plupart en Europe et en Amérique. La rencontre annuelle, en 2013 à Marseille, a permis d'échanger sur trois thématiques : le biocontrôle, les cultures sous abris et l'agriculture de précision. Grâce au PIC, VEGEPOLYS est partenaire d'un réseau de cluster, NATUREEF, retenu dans le 7<sup>e</sup> PCRDT.

### **VEGEPOLYS impliqué dans le RFI « végétal »**

Vu l'objectif du projet "RFI" initié par le Conseil régional des Pays de la Loire, VEGEPOLYS s'est naturellement impliqué dans la réflexion pour bâtir ce projet structurant : sur les volets Innovation et formation qui sont déjà au cœur de l'action du pôle.

VEGEPOLYS continuera ses actions de lien entre les trois volets RFI et va accueillir un poste d'ingénieur à VEGEPOLYS Innovation pour renforcer la détection de résultats valorisables au sein des équipes de recherche et promouvoir l'offre de services de la SFR auprès des entreprises. Ceci permettra de renforcer les interactions entre les entreprises, la recherche et la formation, tout en maintenant la cohérence du dispositif existant.



# CULTURE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

## Découverte des métiers et des formations, sur le végétal

Les laboratoires du végétal ont participé à la mise en place de l'Ecole du végétal qui développe la découverte des formations et des métiers. Cette école, s'inscrit dans le parcours de réussite des jeunes ligériens avec les sciences, porté par un consortium régional. Elle est soutenue par le programme Investissements d'avenir "réussite éducative".

Dans ces parcours, la visite des laboratoires de l'Inra, des serres expérimentales d'Agrocampus Ouest, des ateliers de l'Ecole de l'ADN, dont certains montés avec les chercheurs angevins, sont proposés au cours de journées à Angers. Des visites d'entreprises adhérentes au pôle Végépolys sont également intégrées. Ce sont le plus souvent des entreprises qui travaillent avec des laboratoires pour développer l'innovation, source de compétitivité.

La présentation des formations supérieures, du bac+2 au bac+8 est bien sûr au programme de ces jeunes, en voie d'orientation, ainsi que les formations plus techniques niveau CAP, Bac Pro. Les jeunes découvrent ainsi le concept de pôle de compétitivité.



Des vidéos sur les métiers de la recherche (projet de recherche Qualisem) ont été réalisées et sont en ligne sur le site [www.terre-des-sciences.fr](http://www.terre-des-sciences.fr) ;

En 2013, 2344 jeunes ont été concernés par l'Ecole du végétal.

Contact : [c.buchalet@terre-des-sciences.fr](mailto:c.buchalet@terre-des-sciences.fr)

## Actions des unités

### IRHS

- Permanence des équipes EcoFun et ResPom sur le stand INRA et présentation de leurs travaux durant toute la durée du SIVAL à Angers. Janvier 2013.
- Fête de la science : équipes FungiSem et EmerSys. Octobre 2013.
- La pomme dans tous ses états : équipe VaDiPom. Octobre 2013.
- Contribution à l'organisation de 2 débats publics :
  - 24 janvier 2013 : le débat « Grandes cultures/alimentation, Pourquoi la recherche utilise-t-elle les biotechnologies ? » a réuni environ 200 participants à l'ESSCA d'Angers.
  - 20 juin 2013 : Le débat "Quelles recherches à l'Inra pour quelle agriculture demain ? Comment nourrir, préserver et employer demain ?" a rassemblé environ 120 participants à l'Université d'Angers
- Contribution à l'émission d'Arte "Le blogueur", diffusée le 21 avril. Sujet : "OGM, on en est où ?"

### GRAPPE

- Maître I. 2013. L'alimentation quand on vieillit : évolution des habitudes alimentaires des seniors. Restitution des travaux de recherche dans le cadre du projet AUPALESENS "Amélioration du plaisir alimentaire du senior pour bien vieillir et lutter contre la dénutrition", organisé par la Mairie d'Angers, 21 mai 2013. Résidence du bien vieillir Robert-Robin - ANGERS.
- Symoneaux R. 2013. Croquons la pomme. Les sens en éveil pour la dégustation des pommes. Ière Université Populaire du Goût, 19 octobre 2013. ANGERS, France.

### LEVA

- Colloque de restitution du CASDAR Associations de Cultures 2009-2011 piloté par Guénaëlle Corre-Hellou, UR LEVA, Ecole Supérieure d'Agriculture d'Angers 24 janvier 2013.

### UEVV

- Barbeau G., 2013. Métaprogramme ACCAF : LACCAGE : Viticulture et changement climatique : vers des scénarii à haute résolution. Présentation à la réunion de DU Centre Angers-Nantes. 03 Juin 2013.
- Cadot Y., 2013. Étude du lien entre terroir et typicité : analyse des itinéraires techniques, des typicités conceptuelles et perceptuelles. Dossier de presse INRA : Quand le vin a soif de recherches. INRA Science et Impact.
- Cadot Y. 2013. Étude du lien entre terroir et typicité : analyse des itinéraires techniques, des typicités conceptuelles et perceptuelles. Plaquette, SITEVI, 26-28 novembre, Montpellier (France).
- CNRS Images, 2013. Et pour quelques degrés de plus. Film réalisé par Christophe Gombert. Intervenants scientifiques H. Quéno (LETG-CNRS/Université Rennes 2) et E. Neethling doctorant INRA-SAD/Région Bretagne (LETG-CNRS/Université Rennes 2 et INRA UE1117 Centre Angers-Nantes).
- Forget D., Delière L., Métral R., Wery J., Thiollet-Scholtus M., Ley L., Barbeau G., Sarrot V., 2013. Expérimentations systèmes en viticulture. Séminaire Protection intégrée des cultures INRA/CIRAD. INRA Science et Impact. Paris, 4 février 2013.
- Neethling E., 2013. Méthodologie des mesures climatiques et agronomiques à l'échelle fine des terroirs viticoles de Saumur Champigny. Présentation au Comité Technique des vignerons de Saumur Champigny. Varrains (49). 7 Mai 2013.
- Neethling E., 2013. Viticulture et changement climatique : vers des scénarii à haute résolution. Séminaire SFR QUA-SAV, 20 juin 2013.
- Neethling E., 2013. Changement climatique et son influence sur la viticulture en Val de Loire. AG des viticulteurs de Panzoult. Panzoult (37). 17 août 2013.

**Contact** : [nathalie.mansion@angers.inra.fr](mailto:nathalie.mansion@angers.inra.fr)

**Comité éditorial** : Sylvie Bourel, Marie-Noëlle Brisset, Elisabeth Chevreau, Marie-Agnès Jacques, Véronique Kapusta, 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** : Protoplastes de feuilles d'*Arabidopsis*, dont l'un exprime une protéine fluorescente verte dans les chloroplastes (en bleu), Adrien Candat, Université d'Angers

**SFR QUASAV** : [www.sfrquasav-angers.org](http://www.sfrquasav-angers.org)