

## Pôle recherche Végétal IFR QUASAV et partenaires





# PRÉAMBULE

---

L'Institut Fédératif de Recherche « Qualité et Santé du Végétal » (IFR 149 QUASAV) vous présente le 5<sup>ème</sup> volume des « faits marquants du pôle recherche végétal », pour l'année 2009. Les résultats majeurs des neuf unités constituant l'IFR y sont présentés, ainsi que ceux de leurs principaux partenaires (LEVA, GRAPPE, GEVES SNES et SEV). Les résultats marquants des autres unités partenaires du pôle recherche végétal y sont également inclus.

Le pôle recherche végétal angevin a poursuivi sa dynamique de développement au cours de l'année 2009. Le périmètre de l'IFR s'est élargi puisque le LBPV de Nantes est devenue unité constitutive de l'institut en janvier 2009. Le siège du GEVES est officiellement basé à Beaucouzé près d'Angers depuis le 1<sup>er</sup> septembre 2009. La relocalisation vers l'Anjou a concerné le siège mais aussi la station expérimentale de 200ha qui est installée sur le domaine de l'Anjouère (à 20km au Nord ouest d'Angers).

L'IFR a significativement renforcé en 2009 ses plateaux-techniques mutualisés (PTM), d'une part grâce au recrutement de plusieurs agents (3 ingénieurs sur les PTM IMAC, COMIC et PHYTO, un agent technique pour INEM), d'autre part par des acquisitions d'équipements mutualisés (séquenceur 4 capillaires pour ANAN et CLHP préparative et Flash chromatographie pour PHYTO).

Le projet régional structurant COSAVE qui a réuni pendant 3 ans 17 unités partenaires des universités de Nantes et Angers, de l'INRA Angers-Nantes, d'Agrocampus Ouest INHP, de l'ESA et du GEVES sur le thème « Construction et Santé du Végétal » a tenu son séminaire de clôture fin 2009. A sa suite, un nouveau projet structurant centré sur la qualité des semences (QUALISEM) a été labellisé en 2009 par la Région. D'autres projets fédérant les équipes du pôle végétal angevin ont également vu le jour en 2009 : projet « COSIVEG – Analyse sensorielle », porté par le GRAPPE de l'ESA ainsi que plusieurs projets en partenariat avec le pôle Santé (projet ProVasc) et le pôle Math-STIC concernant le phénotypage (Phenotic), la modélisation mathématique appliquée à la biologie du végétal (projet MODEMAVE), l'exploitation de données biologiques (projet Carbio).

Le partenariat de l'IFR avec le Pôle de compétitivité Végépolys s'est poursuivi activement en 2009 : les unités de l'IFR sont à l'heure actuelle impliquées dans 7 projets coopératifs de Végépolys. Un nouveau projet sur l'innovation variétale en ornement (BRIO) vient d'être accepté par le FUI. Un recensement des acquis valorisables de la recherche de l'IFR a été établi en début d'année et l'IFR a largement participé aux réflexions stratégiques de Valinov au cours du second semestre 2009.

En ce qui concerne les projets immobiliers du CPER « Campus du Végétal », l'année 2009 a été consacrée à l'élaboration des documents de programmation pour les volets bâtiments et installations expérimentales. Le concours d'architecte pour ce second volet est maintenant lancé.

L'année 2010 sera marquée par l'évaluation de l'ensemble des structures de recherche et d'enseignement supérieur du pôle et la préparation des projets du prochain quadriennal 2012-2015. A cette occasion, une nouvelle structuration sera proposée, avec la fusion des 4 UMR INRA/Agrocampus-ouest/Université d'Angers (GenHort, PaVé, PMS, SAGAH) en une seule grande unité. Le renouvellement de l'IFR QUASAV en Structure Fédérative de Recherche (SFR) sera également proposé. Ces 2 projets seront à construire en cohérence tant sur le plan scientifique qu'organisationnel.

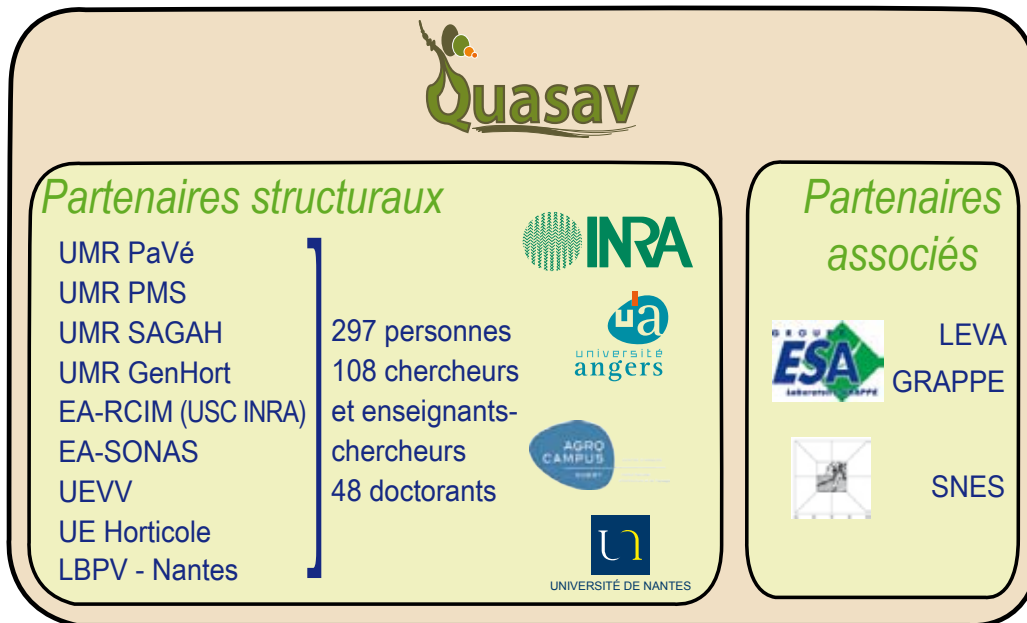
Philippe Simoneau  
Professeur Université d'Angers  
Directeur IFR Quasav,

Elisabeth Chevreau,  
Directrice de Recherche INRA  
Directrice adjointe IFR Quasav

## Institut Fédératif de Recherche I49

# QUASAV

Qualité et Santé du Végétal



Année 2009

contact : <http://www.ifrquasav-angers.org>

L'IFR I49 Quasav est partenaire du pôle de compétitivité Végépolys

## Pôle recherche Végétal IFR QUASAV et partenaires

# SOMMAIRE

---

### Unités de l'IFR

|                                                                                                |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| UMR GenHort - Génétique et Horticulture (Agrocampus Ouest - INRA - U Angers) .....             | p 05 |
| UMR PaVé - Pathologie Végétale (Agrocampus Ouest - INRA - UA) .....                            | p 14 |
| UMR PMS - Physiologie Moléculaire des Semences (Agrocampus Ouest - INRA - UA) .....            | p 22 |
| UMR SAGAH - Sciences AGronomiques Appliquées à l'Horticulture (Agrocampus Ouest-INRA-UA) ..... | p 26 |
| UPRES RCIM - Récepteurs et Canaux Ioniques Membranaires (UA - USC INRA) .....                  | p 29 |
| SONAS - Laboratoire des Substances d'Origines Naturelles et Analogues Structuraux (UA) .....   | p 31 |
| LBPV - Nantes - Laboratoire de Biologie et Pathologie Végétale (U Nantes) .....                | p 32 |
| UEVV - Unité Expérimentale Vigne et Vin (INRA).....                                            | p 34 |
| UE Bois l'Abbé - La Rétuzière (INRA) .....                                                     | p 37 |

### Partenaires associés de l'IFR

|                                                                                          |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| LEVA - Laboratoire d'Ecophysiologie Végétale et d'Agroécologie (ESA) .....               | p 38 |
| GRAPPE - Groupe de Recherche en Agroalimentaire sur les Produits et Procédés (ESA) ..... | p 41 |
| GEVES - SNES - Station Nationale d'Essais de Semences .....                              | p 45 |

### Autres partenaires

|                                                              |      |
|--------------------------------------------------------------|------|
| Unité Propre Paysage (Agrocampus Ouest) .....                | p 50 |
| Domaine pédagogique et expérimental (Agrocampus Ouest) ..... | p 55 |

### Rubrique libre générale

|                                                                          |      |
|--------------------------------------------------------------------------|------|
| GEVES - Groupe d'Etude et de Contrôle des Variétés et des Semences ..... | p 56 |
| Nouvelles des unités .....                                               | p 57 |
| Programme COSAVE .....                                                   | p 64 |
| Nouvelles thèses et post-doctorats .....                                 | p 65 |
| Culture scientifique, technique et industrielle .....                    | p 67 |





Symptômes  
*Alternaria*

## Architecture génétique des facteurs de résistance de la carotte à *Alternaria dauci*.

### Objectif

Présente à travers le monde dans toutes les régions productrices de carotte, la brûlure due à *Alternaria dauci* est la maladie foliaire la plus préjudiciable sur carotte. Développer des variétés résistantes nécessite d'étudier le déterminisme génétique de cette résistance. L'objectif de ce travail était d'établir la cartographie génétique des principaux facteurs de résistance de la carotte à *Alternaria dauci*.

### Contexte

La carotte, par sa valeur nutritionnelle, ses modes de consommation variés et simples, ainsi que par son prix modéré, est le légume racine le plus consommé dans le monde. L'Europe est le 2<sup>ème</sup> producteur mondial de carotte légume et la France, avec les Etats-Unis, sont les 1<sup>ers</sup> producteurs mondiaux de semences de carotte. Développer des variétés durablement résistantes à *Alternaria dauci*, champignon pathogène responsable de la maladie foliaire la plus préjudiciable sur carotte est un enjeu majeur pour tous les acteurs de la filière. Cela nécessite au préalable de caractériser et de comprendre le déterminisme génétique de la résistance de la carotte vis-à-vis de ce pathogène. Dans cette optique, une carte génétique a été réalisée sur une descendance F2 évaluée dans deux environnements (tunnel et plein champ) et à différentes dates de notation.

### Résultats

Cette étude a permis de proposer la première carte génétique de facteurs impliqués dans la résistance de la carotte à *A. dauci* et a confirmé le caractère polygénique de cette résistance. Pour la première fois, trois régions QTLs ont été mises en évidence sur trois groupes de liaison. Deux d'entre elles se sont révélées spécifiques d'un seul environnement et ont été détectées seulement lors de la deuxième notation, ce qui suggère que l'expression de ces régions QTLs est dépendante à la fois des conditions environnementales mais aussi du délai après infection.

### Perspectives

Cette étude donne des pistes pour affiner nos recherches sur le déterminisme génétique de cette résistance car elle montre la nécessité 1/ de prendre en compte la diversité du pathogène comme le suggèrent les différences observées entre tunnel (1 souche inoculée) et champ (infestation naturelle) et 2/ de décortiquer plus finement les différentes étapes de l'interaction plante/champignon. A plus long terme, ces résultats permettront de proposer aux sélectionneurs les premiers éléments de réflexion pour construire des génotypes *a priori* plus durablement résistants.

### Partenaire

Société Vilmorin.

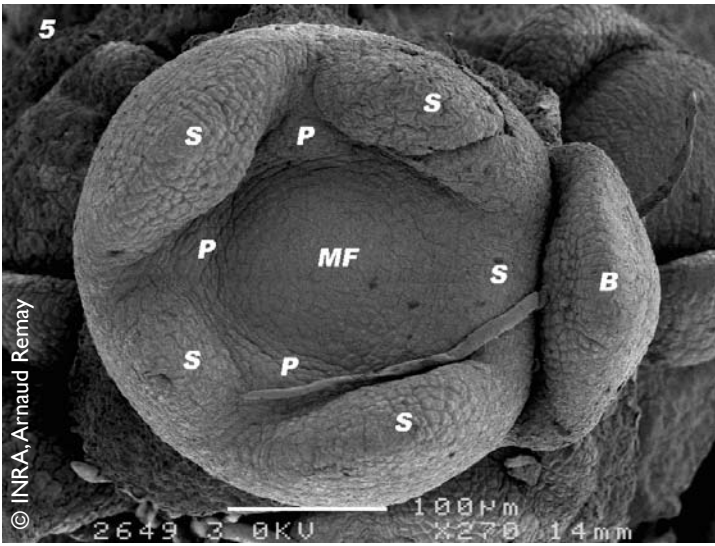
### Bibliographie

- Le Clerc V., Pawelec A., Birolleau-Touchard C., Suel A., Briard M. 2009. Genetic architecture of factors underlying partial resistance to *Alternaria* leaf blight in carrot. *Theoretical and Applied Genetics* 118:1251-1259.
- Le Clerc V., Pawelec A., Birolleau-Touchard C., Suel A., Briard M. Peut-on cartographier les facteurs de résistance de la carotte à *Alternaria dauci*, à l'aide de marqueurs dominants sur une descendance F2 ? Poster présenté au Colloque SFP, Lyon- 8 au 11 Juin 2009.

### Contact

Valérie LE CLERC, UMR GenHort (INRA/ACO/UA), 2 rue le Nôtre 49045 Angers Cedex.  
Mél : valerie.leclerc@agrocampus-ouest.fr





Bouton floral de *R. x wichurana* observé en microscopie électronique à balayage (S : Sépales, P : pétales, B : bractée et MF : méristème floral).

## Rôle des gibbérellines dans le contrôle de la floraison chez le rosier.

### Objectif

Le rosier est une plante pérenne pouvant présenter plusieurs floraisons une même année (rosier remontant). Comprendre les mécanismes moléculaires de la floraison des plantes pérennes est un enjeu majeur en horticulture. L'objectif de ce travail était d'isoler et de caractériser des gènes impliqués dans le contrôle de la floraison et plus particulièrement de la remontée de floraison.

### Contexte

Les études sur la floraison des plantes annuelles ont permis de développer un cadre (réseau génique) pour étudier ce processus chez d'autres espèces végétales et plus particulièrement chez les plantes pérennes où peu de données moléculaires sont disponibles. Le rosier est une plante pérenne ligneuse d'importance économique (première plante ornementale). De plus, le rosier présente plusieurs modes de floraison : floraison unique (rosier non remontant) ou plusieurs fois une même année (rosier remontant). Ce caractère est contrôlé par un gène majeur récessif et influence la sensibilité aux gibbérellines (GA) : les GA n'inhibent la floraison que chez les plantes non remontantes.

### Résultats

Nous avons caractérisé en détail l'initiation florale chez les rosiers remontants et non remontants au niveau morphologique. Au printemps, rapidement après le débourrement, le méristème végétatif est converti en un méristème floral (élargissement et émergence).

Au niveau moléculaire, des homologues des gènes clés de l'initiation florale (*APETALA1* et *FLOWERING LOCUS T*) sont alors induits. Nous nous sommes intéressés plus en détail aux gènes de la voie des GA. Des homologues des gènes de la voie du métabolisme des GA (*GA20OX* et *GA2OX*) sont régulés au cours de la première floraison et nous émettons l'hypothèse que l'inactivation des GA est nécessaire pour la première floraison. De plus, la signalisation des GA est modifiée entre génotypes remontants et non remontants : un homologue du récepteur aux GA (*GID1*) est surexprimé chez les rosiers remontants. La signalisation des GA interviendrait donc dans le contrôle de la remontée.

### Perspectives

Cette étude nous a permis de mettre en évidence le rôle important joué par les GA dans le contrôle de la floraison chez le rosier : initiation florale et remontée de floraison. Des études sont en cours pour mieux comprendre l'implication des GA dans le contrôle de la remontée de floraison. Cette approche pourrait permettre à terme d'offrir aux obtenteurs et producteurs de nouvelles stratégies pour contrôler la floraison. De plus, elle pourrait permettre la compréhension des mécanismes de floraison chez d'autres plantes pérennes. Des collaborations sont en cours pour aborder la génécité des résultats chez le fraisier (UREF, Bordeaux) ou chez le Pélargonium.

### Partenaires

Béatrice Denoyés-Rothan, UREF, INRA Bordeaux.  
Service Commun d'Imageries et d'Analyses Microscopiques, Université d'Angers.

### Bibliographie

- Remay, A., Lalanne, D., Thouroude, T., Le Couvreur, F., Hibrand-Saint Oyant, L., and Foucher, F. 2009. A survey of flowering genes reveals the role of gibberellins in floral control in rose. *TAG, Theoretical and Applied Genetics*, 119, 767-781.
- Remay, A. 2009. Bases moléculaires de la floraison chez le rosier. Thèse de la Faculté des Sciences (Angers : Université d'Angers), pp. 164, numéro d'ordre 985.

### Contact

Fabrice FOUCHER, UMR GenHort, Centre INRA Angers-Nantes, BP60057, 49071 Beaucouzé Cedex.  
Mél : Fabrice.Foucher@angers.inra.fr





*Hydrangea aspera* subsp. *aspera* Kawakami

## Ressources génétiques du genre *Hydrangea* : caractérisation cytogénétique de deux espèces.

### Objectif

Ce travail s'inscrit dans un objectif de caractérisation des ressources du genre *Hydrangea* pour conserver et valoriser ce patrimoine par des stratégies raisonnées.

### Contexte

La caractérisation de la collection au niveau morphologique, génétique et biochimique est un enjeu important pour la gestion et la valorisation des ressources génétiques, la plupart des espèces étant méconnue. Deux espèces, *H. involucrata* et *H. aspera*, présentent des inflorescences colorées et des caractères originaux qui pourraient être utilisés pour élargir la gamme horticole.

### Résultats

*H. involucrata* et *H. aspera* (composé de 4 sous-espèces selon la classification de McClintock, 1957) présentent des caractères cytogénétiques particuliers entre espèces et sous-espèces:

- La quantité d'ADN 2C, est de 4,98 pg chez *H. involucrata* et varie de 3,01 à 4,61pg dans l'espèce *H. aspera*.
- Le nombre de chromosome est de  $2n=30$  pour *H. involucrata*, de 34 pour toutes les sous-espèces d'*Hydrangea aspera* sauf la sous-espèce *aspera* qui comprend le groupe Kawakami avec  $2n=36$ . Dans le genre toutes les autres espèces ont  $2n=36$ .

- La formule chromosomique (subtélomérique, submétacentrique et métacentrique) est différente entre sous-espèces d'*H. aspera*.

subsp. *sargentiana* : 0 st + 8 sm + 9m

subsp. *robusta* : 2 st + 8 sm + 7m

subsp. *strigosa* : 2 st + 8 sm + 7m

subsp. *aspera* :

2 st + 8 sm + 7m pour le groupe *Villosa*

3 st + 9 sm + 6m pour le groupe *Kawakami*

*H. involucrata* : 2 st + 7 sm + 6m

- La position du locus 5S et le nombre de bandes marquées par le fluorochrome DAPI révélant l'hétérochromatine constitutive, varient également.

- Les différences sont importantes et plus particulièrement au sein de la sous-espèce *aspera*. Les données sont en accord avec la classification de Wei et Bartholomev (2001) qui considère *H. villosa* et *H. kawakami* comme deux espèces contrairement à celle de MacClintock (1957), à laquelle nous nous référons. L'analyse des hybrides obtenus confirme qu'il s'agit d'un complexe d'espèces.

### Perspectives

Utilisations de ces connaissances pour la valorisation de ces ressources génétiques : les hybrides obtenus ont été caractérisés et sont en cours d'évaluation pour leurs potentialités ornementales et adaptatives dans le réseau.

### Partenaires

Laboratoire Ecologie, Systématique, Evolution  
Université Paris-Sud Orsay.  
Institut des Sciences du végétal Gif-sur-Yvette  
Réseau de ressources génétiques, constitué sous l'égide du BRG.

### Bibliographie

- Mortreau E., Siljak-Yakovlev S., Cerbah M., Brown S., Bertrand H., Lambert C. 2010. Cytogenetic characterization of *Hydrangea involucrata* Sieb. and *H. aspera* complex (*Hydrangeaceae*): genetic, evolutionary and taxonomic implications. *Tree Genetics and Genomes*, 6: 137-148.

### Contact

Claudie LAMBERT, Agrocampus Ouest centre d'Angers INHP, 2 rue Le Nôtre, 49045 Angers.  
Mél : Claudie.Lambert @agrocampus-ouest.fr



Mesure  
physique  
sur fruit

## Etudes génétiques sur la qualité de la pomme : résultats du programme européen HiDRAS.

### Objectif

Le projet européen HiDRAS (2003-2007) avait pour objectifs principaux l'estimation des paramètres génétiques des principaux caractères de la qualité de la pomme ainsi que des valeurs génétiques des géniteurs et progéniteurs. Il visait également la localisation d'un grand nombre de QTLs liés à ces caractères en apportant des informations inédites sur leur diversité allélique.

### Contexte

Plus d'une trentaine de programmes d'amélioration génétique du pommier ont été recensés en Europe. Malgré les avancées génétiques réalisées ces dernières années sur cette espèce, les méthodes de sélection pratiquées sont toujours très empiriques. Le projet HiDRAS était la première initiative d'ampleur européenne à s'intéresser aux paramètres de la qualité chez la pomme. Les précédents projets s'étaient tous focalisés sur les caractères de résistance aux bioagresseurs et essentiellement la tavelure. L'autre originalité d'HiDRAS a été de développer pour la première fois chez les espèces fruitières l'approche « pedigree based analysis » qui permet d'acquérir des informations génétiques sur le matériel en cours de sélection et ainsi avoir accès à l'information sur une diversité allélique plus large et utilisée dans la pratique par le sélectionneur.

### Résultats

Les héritabilités et corrélations génétiques entre caractères, ainsi qu'entre valeurs mesurées ou évaluées par un panel de dégustateurs ont été estimées. Ces données apportent des informations importantes pour aider le sélectionneur i) à choisir ses géniteurs et ii) et mettre en place ses méthodes de sélection. De nombreux QTLs ont été localisés pour chacun des caractères étudiés ; une vingtaine a été identifiée pour la texture de la chair. Certains co-localisent avec des gènes

candidats intervenant dans la voie de biosynthèse de l'éthylène (Md-ACO1, Md-ACS1) ; d'autres correspondent à des enzymes de dégradation des parois cellulaires.

### Perspectives

Cette approche génétique se poursuit actuellement dans le cadre du projet Européen Isafruit (2006-2010) en collaboration avec l'unité BIA (Nantes). Ces travaux visent à rechercher les QTLs liés aux principaux polysaccharides pariétaux et à la structure fine des hémicelluloses ; ils permettront de vérifier leur co-localisation éventuelle avec les QTLs de texture du fruit plus « globaux » trouvés dans le projet HiDRAS.

Un des objectifs initiaux d'HiDRAS était l'utilisation des résultats et notamment des marqueurs dans les programmes d'amélioration. Malheureusement des limites techniques et méthodologiques liées aux marqueurs SSRs utilisés (faible débit de génotypage, coût, faible densité de marqueurs,...) ne permettent pas encore de développer la sélection assistée par marqueurs (SAM) en routine pour les caractères complexes. Un projet intitulé « Fruit Breedomics » a été soumis dans le cadre de l'appel d'offre européen KBBE 2010 pour améliorer l'efficacité de la sélection chez les espèces fruitières en comblant le fossé entre résultats des recherches génétiques et leur application en sélection.

### Partenaires

Partenaires des projets européens Hidras et Isafruit : PRI Wageningen (Pays Bas), Université de Bologne (Italie), Université de Milan (Italie), EVD Wädenswil (Suisse), JKI Dresden (Allemagne), ... BIA Nantes (CEPIA), IASMA San Michele (Italy), Université de Washington (USA), Plant and Food Research (NZ).

### Bibliographie

- Kouassi A.B., Durel C.E., Costa F., Tartarini S., Van de Weg E., Evans K, Fernandez-Fernandez F., Govan C., Boudichevskaja A., Dünemann F., Antofie A., Lateur M., Stankiewicz-Kozyl M., Soska A., Tomala K., Lewandowski M., Rutkovski K., Zurawicz E., Guerra, Laurens F. 2009. Estimation of genetic parameters and prediction of breeding values for apple fruit quality traits using pedigreed plant material in Europe. *Tree Genetics & Genomes* 5:659-672.
- Mathis F., Durel C-E., Bink M., Camps C., Kouassi A., Lormeau M-L., Robic R., van de Weg W.E., Laurens F. 2008. QTL mapping for flesh texture factors in apple using a pedigree based Bayesian approach. Fruit Breeding and genetics Eucarpia conference Zaragoza. Poster.

### Contacts

François LAURENS et Charles-Eric DUREL, UMR GenHort (INRA/ACO/UA), INRA, BP60057, 49071 Beaucouzé Cedex.  
Mél : Francois.Laurens@angers.inra.fr / Charles-Eric.Durel@angers.inra.fr



Sympômes de feu bactérien  
sur pommier

## Identification et localisation d'un QTL de résistance du pommier au feu bactérien.

### Objectif

Le pommier est sensible au feu bactérien causé par la bactérie *Erwinia amylovora*. La variété ornementale Evereste et l'espèce sauvage *Malus floribunda* (clone 821) présentent une très forte résistance à cette maladie. L'objectif de ce travail était principalement l'étude du déterminisme génétique de la résistance de ces 2 génotypes engagée par les UMR GenHort et PaVé.

### Contexte

Le feu bactérien est une maladie de quarantaine des *Maloideae*. Des attaques sévères sont enregistrées de manière épisodique dans les vergers de pommier. L'usage des antibiotiques étant interdit dans différents pays dont la France, aucun autre traitement phytosanitaire n'est d'une efficacité totale. La lutte génétique est donc un moyen à développer à travers la création de variétés résistantes. Des sources de résistance ont été identifiées à la fois chez le pommier domestique et chez les espèces ornementales ou sauvages apparentées. La variété ornementale Evereste fait l'objet d'études approfondies par l'UMR PaVé au niveau des mécanismes moléculaires de défense mis en jeu. L'étude du déterminisme génétique de sa résistance a donc été engagée par les UMR GenHort et PaVé de l'INRA d'Angers-Nantes et sera poursuivie par une analyse fonctionnelle du/des gène(s) identifié(s).

### Résultats

Un QTL de résistance a été localisé par cartographie génétique sur le bas du groupe de liaison (GL) 12 du génome des deux génotypes Evereste et *Malus floribunda* #821. Ce QTL explique de 50% à 70% de la variation phénotypique du niveau de résistance selon le critère de notation considéré. Chez Evereste un second QTL mineur a été localisé sur le GL15 ( $R^2 = 6\%$ ). Il a été montré que Evereste et *M. floribunda* #821 portent des allèles distincts au QTL dans cette région génomique. Bien qu'il n'ait pas été possible de répondre à la question concernant l'existence d'un seul locus ou de deux loci étroitement liés chez Evereste et *M. floribunda*, ce QTL est une cible intéressante à la fois pour la sélection assistée par marqueurs dans l'optique de créer des cultivars résistants au feu bactérien, et pour le clonage dans l'optique de découvrir la fonction des gènes contrôlant la résistance au feu bactérien.

### Perspectives

Clonage du QTL d'Evereste en collaboration avec l'équipe suisse d'ETH-Zürich (Prof. C. Gessler). Analyse fonctionnelle du gène sous-jacent au QTL et des mécanismes de défense induits par l'action de ce gène (collaboration entre les UMR GenHort et PaVé).

### Bibliographie

■ Durel C.E., Denancé C.D., Brisset M.N. 2009. Two distinct major QTL for resistance to fire blight co-localise on linkage group 12 in apple genotypes Evereste and *Malus floribunda* clone 821. *Genome*, 52, 139-147.

### Contacts

Charles-Eric DUREL, UMR INRA/INH/UA GenHort, INRA, BP60057, 49071 Beaucouzé Cedex

Mél : Charles-Eric.Durel@angers.inra.fr

Marie-Noëlle BRISSET, UMR INRA/INH/UA PaVé, INRA, BP60057, 49071 Beaucouzé Cedex

Mél : Marie-Noelle.Brisset@angers.inra.fr



## Revue scientifique à comité de lecture

- Benichou S., Dongo A., Henni D.E., Peltier D., Simoneau P. 2009. Isolation and characterization of microsatellite markers from the phytopathogenic fungus *Alternaria dauci*. *Molecular Ecology Resources*, 9, 390-392.
- Boutebtoub W., Chevalier M., Mauget J.C., Sigogne M., Morel P., Galopin G. 2009. Localising starch reserves in *Mandevilla sanderi* (Hemsl.) Woodson using a combined histological and biochemical approach. *HortScience*, 44:1879-1883.
- Crespel L., Pernet A., Le Bris M., Gudin S., Hibrand Saint-Oyant L. 2009. Application of ISSRs for cultivar identification and genetic relationships in rose. *Plant Breeding*, 128, 501-506.
- Durel C.E., Denancé C.D., Brisset M.N. 2009. Two distinct major QTL for resistance to fire blight co-localise on linkage group 12 in apple genotypes Evereste and *Malus floribunda* clone 821. *Genome*, 52, 139-147.
- Hassanein, A., Hamama, L., Loridon, K., Dorion, N. 2009. Direct gene transfer study and transgenic plant regeneration after electroporation into mesophyll protoplasts of *Pelargonium x hortorum* 'Panaché Sud'. *Plant Cell Reports*, 28, 1521-1530.
- Kouassi A.B., Durel C.E., Costa F., Tartarini S., van de Weg E., Evans K., Fernandez-Fernandez F., Govan C., Boudichevskaia A., Dunemann F., Antofie A., Lateur M., Stankiewicz-Kosyl M., Soska A., Tomala K., Lewandowski M., Rutkovski K., Zurawicz E., Guerra W., Laurens F. 2009. Estimation of genetic parameters and prediction of breeding values for apple fruit-quality traits using pedigree plant material in Europe. *Tree Genetics & Genomes*, 5, 659-672.
- Larher F.R., Lugan R., Gagneul D., Guyot S., Monnier C., Lespinasse Y., Bouchereau A. 2009. A reassessment of the prevalent organic solutes constitutively accumulated and potentially involved in osmotic adjustment in pear leaves. *Environmental and Experimental Botany*, 66, 230-241.
- Le Clerc V., Pawelec A., Birolleau-Touchard C., Suel A., Briard M., 2009. Genetic architecture of factors underlying partial resistance to *Alternaria* leaf blight in carrot. *Theoretical & Applied Genetics*, 118, 1251-1259.

- Patocchi A., Fernández-Fernández F., Evans K., Gobbin D., Rezzonico F., Boudichevskaia A., Dunemann F., Stankiewicz-Kosyl M., Mathis-Jeanneteau F., Durel C.E., Gianfranceschi L., Costa F., Toller C., Cova V., Mott D., Komjanc M., Barbaro E., Kodde L., Rikkerink E., Gessler C., van de Weg W.E. 2009. Development and test of 21 multiplex PCR composed of SSRs spanning most of the apple genome. *Tree Genetics and Genome*, 5, 211-223.
- Remay A., Lalanne D., Thouroude T., Le Couviour F., Hibrand-Saint Oyant L., Foucher F. 2009. A survey of flowering genes reveals the role of gibberellins in floral control in rose. *Theoretical and Applied Genetics*, 119, 767-781.
- Sapoukhina N., Durel C.E., Le Cam B. 2009. Spatial deployment of gene-for-gene resistance governs evolution and spread of pathogen populations. *Theoretical Ecology*, 2, 229-238.
- Segura V., Durel C.E., Costes E. 2009. Dissecting apple tree architecture into genetic, ontogenetic and environmental effects. II: QTL mapping. *Tree Genetics and Genome*, 5, 165-179.

## Articles scientifiques de périodiques à comité de lecture (hors projets de l'UMR)

- Benmahioul B., Kaid-Harche M., Dorion N., Daguin F. 2009. *In vitro* embryo germination and proliferation of pistachio (*Pistacia vera* L.). *Scientia Horticulturae*, 122, 479-483.
- Benmahioul B., Daguin F., Kaid-Harche M. 2009. Effet du stress salin sur la germination et la croissance *in vitro* du pistachier (I L.). *C.R. Biol.*, 332, 752-758.
- Blein M., Levrel A., Lemoine J., Gautier V., Chevalier M., Barloy D. 2009. *Oculimacula yallundae* lifestyle revisited : relationships between the timing of eyespot symptom appearance, the development of the pathogen and the responses of infected partially resistant wheat plants. *Plant Pathology*, 58, 1-11.
- Johanet A., Picard D., Garner T.W.J., Dawson D.A., Morales-Hojas R., Jehle R., Peltier D., Lemaire C. 2009. Characterization of microsatellite loci in two closely related *Lissotriton* new species. *Conservation Genetics*, 10:1903-1906.
- Zaragüeta-Bagils R., Ung V., Bourdon

E., Vignes R., Malécot V. 2009. On the International Code of Area Nomenclature (ICAN). *Journal of Biogeography*, 36, 1617-1619.

## Autres revues scientifiques

- Bus V., Rikkerink E., Aldwinckle H.S., Caffier V., Durel C.E., Gardiner S., Gessler C., Groenwold R., Laurens F., Le Cam B., Luby J., Meulenbroek B., Kellerhals M., Parisi L., Patocchi A., Plummer K., Schouten H.J., Tartarini S., van de Weg W.E. 2009. A proposal for the nomenclature of *Venturia inaequalis* races. *Acta Horticulturae*, 814 (vol. 2), 739-746.
- Djennane S., Cesbron C., Sourice S., Loridon K., Chevreau E. 2009. Production of transgenic pear plants expressing ferritin gene with the aim to reduce fire blight susceptibility. *Acta Horticulturae*, 814 (volume 2), 781-785.
- Gallard A., Escoute J., Verdel JL., Grapin A. 2009. Dynamic study of cellular events during cryopreservation. *Cryoletters*, 30: 391-392.
- Khan M.A., Durel C.E., Duffy B., Drouet D., Kellerhals M., Gessler C., Patocchi A. 2009. Identification and validation of QTLs linked to fire blight resistance in *Malus* and their applicability in marker-assisted selection. *Acta Horticulturae*, 814 (vol. 2), 753-757.
- Lespinasse Y. 2009. Review of pome fruit breeding in Europe : which strategies for the near future? *Acta Horticulturae*, 814 (vol. 2), 865-871.
- Malécot V., Macquaire-Le Pocreau N., Auvray G., Kapusta V. 2009. Polymorphic ITS as a tool to identify hybrids and their parents in cultivated *Genistaeae* (Fabaceae). *Acta Horticulturae*, 836, 91-96.
- Patocchi A., Fernandez-Fernandez F., Evans K., Silfverberg-Dilworth E., Matasci C.L., Gobbin D., Rezzonico F., Boudichevskaia A., Dunemann F., Stankiewicz-Kosyl M., Mathis F., Durel C.E., Soglio V., Gianfranceschi L., Costa F., Toller C., Cova V., Mott D., Komjanc M., Barbaro E., Voorrips R.E., Rikkerink E., Yamamoto T., Cevik V., Gessler C., van de Weg W.E. 2009. Development of a set of apple SSRs markers spanning the apple genome, genotyping of HiDRAS plant material and validation of genotypic data. *Acta Horticulturae*, 814 (vol. 2), 603-608.

- Regnard J.L., Segura V., Merveille N., Durel C.E., Costes E. 2009. QTL analysis for leaf gas exchange in an apple progeny grown under atmospheric constraints. *Acta Horticulturae*, 814 (vol.1), 369-374.
- Segura V., Durel C.E., Costes E. 2009. QTL analysis for growth and branching traits annually assessed along the trunk of three-year-old apple hybrids. *Acta Horticulturae*, 814 (vol. 2), 669-674.
- Vergne E., Sourice S., Dupuis F., Loricdon K., Dugé de Bernonville T., Brisset M.N., Chevreau E. 2009. Characterization of transgenic apples expressing the *HrpN* gene. *Acta Horticulturae*, 839 (vol. 2), 637-644.

### Revues techniques

- Chambolle C., Malécot V. 2009. Regard sur...*Lonicera morrowii*. *PHM-Revue Horticole*, n°509 (janvier), 36-37.
- Chambolle C., Malécot V. 2009. Regard sur...*Symphytum x uplandicum*. *PHM-Revue Horticole*, n°511 (mars), 38-39.
- Chambolle C., Malécot V. 2009. Regard sur...*Phillyrea latifolia*. *PHM-Revue Horticole*, n°513 (mai), 38-39.
- Chambolle C., Malécot V. 2009. Regard sur...*Polystichum setiferum*. *PHM-Revue Horticole*, n°515 (Juillet-août), 24-25.
- Chambolle C., Malécot V. 2009. Regard sur...*Penstemon*. *PHM-Revue Horticole*, n°517 (octobre), 34-35.
- Chambolle C., Malécot V. 2009. Regard sur...*Verbascum thapsus*. *PHM-Revue Horticole*, n°519 (décembre), 18-19.
- Chevreau E. 2009. La transgénèse pour l'innovation variétale fruitière : état des lieux et perspectives. *Innovations Agronomiques*, 7, 153-163.
- Costes E., Lauri P.E., Laurens F., Durel C.E., Parisi L. 2009. Construire un idéotype de variétés de pommier pour des vergers agronomiquement performants et à faibles intrants. *Innovations Agronomiques*, 7, 49-64.
- Grapin A. 2009. Micropropagazione in Francia e nord Europa. *Italus Hortus*, 16: 21-24.
- Lespinasse Y., Codarin S., Potel O. A new pear variety Angély cov. *Compact Fruit Tree* 42(2), 9-11.
- Mathieu V., Codarin S., Roche L., Laurens F., Petit B. 2009. Pommier : point sur l'expérimentation niveau I. *Infos-CTIFL*, n°256, (nov.), 24-30.

### Ouvrages et chapitres d'ouvrages

- Briard M., 2008-2009. La biodiversité des plantes cultivées : Le cas des plantes légumières. In Les journées à thèmes de la SNHF «Vive la biodiversité dans les jardins», 120 pages, Tome 1, Nantes et Paris, Tome 2, Nancy.
- Brickell C.D., Alexander C., David J.C., Hettterscheid W.L.A., Leslie A.C., Malécot V., Xiaobai Jin (eds.) & J.J. Cubey. 2009. International Code of Nomenclature for Cultivated Plants. 8th edition. [Scripta Horticulturae 10]. International Society for Horticultural Science. Leuven. 204 p.
- Bus V.G.M., Esmenjaud D., Buck E., Laurens F. 2009. Application of genetic markers in *rosaceous* crops. In : K. M. Foltá & S. E. Gardiner (Eds.), "Genetics and Genomics of *Rosaceae*" (part IV, chap. 27). Springer, New York, pp. 563-600.
- Debener T., Hibrand-Saint Oyant L. 2009. Genetic engineering and tissue culture of roses. In: K. M. Foltá & S. E. Gardiner (Eds.), "Genetics and Genomics of *Rosaceae*" (part III, chap. 19). Springer, New York, pp. 393-412.
- Foucher F. 2009. Functional Genomics in Rose. In : K. M. Foltá & S. E. Gardiner (Eds.), "Genetics and Genomics of *Rosaceae*" (part III, chap. 18). Springer, New York, pp. 381-392.
- Maugé J.C., 2009. « Le Jardinier Solitaire » de Dom François Le Gentil de la chartreuse de Vauvert, un traité d'horticulture du XVIIème siècle, in Nabert N., Des Jardins d'Herbe et d'Ame, Beauchesne (Paris) éd., p. 123-142.
- Yamamoto T., Chevreau E. 2009. Pear genomics. In : K. M. Foltá and S. E. Gardiner (Eds.), "Genetics and Genomics of *Rosaceae*" (part I, chap. 8). Springer, New York, pp 163-186.

### Communications colloques

#### Communications orales

- Boumaza R., Cadic A., Guérin V., Kapusta V., 2009 Formalisation du concept de qualité dans les filières horticoles d'ornement. 5<sup>èmes</sup> Rencontres du Végétal, Angers, 13-14 janvier 2009.
- Costes E., Lauri P.E., Laurens F., Durel C.E., Parisi L. 2009. Construire un idéotype de variétés de pommiers pour des vergers agronomiquement performants et à faibles intrants.

Colloque "Variétés innovantes et modes de culture adaptés". Angers (France), 5 novembre 2009.

- Delaire M., Mehinagic E., Guillermin P., Patron C., Le Meurlay D., Le Morvan C., Symoneaux R. 2009. Dynamique de croissance de la pomme dans l'arbre et ses conséquences sur la qualité texturale du fruit à la récolte et en conservation chez la variété 'Braeburn'. Séminaire Cosave « Construction et santé du végétal : sélection de résultats marquants des recherches en Région Pays de la Loire ». Angers (France), 10 décembre 2009.
- Djenanne S., Lalanne D., Thouroude T., Sakr S., Leduc N., Foucher F., Hibrand-Saint Oyant L. 2009. Impact des facteurs environnementaux sur la régulation des gènes MAX/RMS lors du débournement chez le rosier de jardin. Séminaire COSAVE « Construction et santé du végétal : sélection de résultats marquants des recherches en Région Pays de la Loire ». Angers (France), 10 décembre 2009.
- Foucher F., Hibrand-Saint Oyant L. 2009. Genomics and transcriptomics resources and projects at the INRA in Angers. Rose genomics meeting, Hanovre (Allemagne), 8-9 juillet 2009.
- Gaillard S., Lang T., Franc A., Frigério J.M., Mozar M., Pernet A., Foucher F., Garnier-Géré P. 2009. Automatic treatment of sequences from haploid/diploid DNA, two new tools : SeqQual and ploymorfind. Colloque INRA-EPGV : détection, gestion et analyse du polymorphisme nucléaire des génomes végétaux. Evry (France), 11-13 May 2009.
- Gallard A., Chevalier M., Dorion N., Mallet R., Filmon M., Grapin A. 2009. Immunolocalisation of 2 Viruses (PFBV and PLPV) in *Pelargonium*/apices and study of their potential eradication by cryopreservation. 1st International Symposium on Cryopreservation in Horticultural Species. ISHS. Leuven (Belgique) 5-8 avril 2009.
- Geoffriau E., 2009. Assessment of periurban vegetable production in France. 2<sup>nd</sup> international conference on landscape and urban horticulture ISHS; Bologna (Italy) 9-13 June 2009.
- Geoffriau E., Dubois-Laurent C., Cloutault J., Peltier D., Briard M., Hamama L. 2009. Carrot diversity as a source of functional food. 19th Eucarpia Genetic Resources meeting. Ljubljana (Slovenia)

May 26-29 2009.

■ Grapin A. 2009. How to start a program on Rosa cryopreservation? Cryo-PlaNet, COST action 871: Meeting of Working Group 2: "Fundamental Technology, application and validation of plant cryopreservation", Gatersleben (Allemagne) 10-11 septembre 2009.

■ Hibrand-Saint Oyant L., Foucher F. 2009. Déterminisme génétique de l'architecture du rosier. First National Rose collectors Conference 2009, March 13, 2009. INRA, Angers, France.

■ Lahaye M., Looten R., Delaire M., Devaux M.F., Quemener B., Guillermin P., Laurens F. 2009. Les composantes structurales de la texture de la pomme: méthodes de mesure, évolution lors du développement et lère hiérarchisation des facteurs de variabilité d'ordre génétique, environnemental ou cultural. 5èmes Rencontres du Végétal 2009, Angers, France.

■ Langlais C., Primault J., Guillermin P. 2009. Evolution des caractéristiques physiques et biochimiques de 10 variétés de pommes à cidre autour de la récolte, conséquences sur les variations du rendement en jus. 5èmes Rencontres du Végétal 2009, Angers France.

■ Laurens F., Bellamy A. 2009. L'apport des biotechnologies à l'amélioration des fruits à pépins : un exemple de projet collaboratif soutenu par Vegopolys. Colloque Gen2Bio La Baule 31/04/2009.

■ Lespinasse Y., Codarin S., Potel O. 2009. A new pear variety 'Angély's' cov. 52<sup>nd</sup> Annual Conference IFTA (International Fruit Tree Association. Potsdam) (Allemagne), 31 janvier-4 février 2009.

■ Nobile P., Quemener B., Devaux M.F., Lahaye M., Laurens F. 2009. Génétique et génomique des déterminants de la texture de la pomme. Séminaire Cosave « Construction et santé du végétal : sélection de résultats marquants des recherches en Région Pays de la Loire ». Angers (France), 10 décembre 2009.

■ Pernet A., Foucher F., Gaillard S., Hibrand-Saint Oyant L., Lalanne D., Michel G., Thouroude T., Ayata S.D., Fy C., Lucas V., Salman A., Brunel D., Coëdel S. 2009. Diversité génétique dans le genre *Rosa* : méthodologies d'exploration et impact de la sélection. First National Rose collectors Conference. Angers (France), 13 mars 2009.

■ Pernet A., Gaillard S., Hibrand-Saint Oyant L., Lalanne D., Michel G., Thouroude T., Joyaux F. 2009. Genetic diversity exploration of rose at phenotypic and molecular levels : impact on the conservation of the *Rosa gallica* species. 19th Eucarpia conference—Genetic Resources section. Ljubljana (Slovénie), 26-29 mai 2009.

■ Primault J., Piffard B., Guillermin P. 2009. Hiérarchisation des facteurs de production influant sur la qualité des fruits. 5èmes Rencontres du Végétal 2009, Angers, France.

■ Sapoukhina N., Durel C.E., Le Cam B. 2009. Dynamique d'une population de pathogène en fonction de déploiement spatial des gènes de résistance et QTLs. Séminaire Cosave « Construction et santé du végétal : sélection de résultats marquants des recherches en Région Pays de la Loire ». Angers, (France), 10 décembre 2009.

■ Segonne S., Guillermin P., Bertrand D., Laurens F. 2009. Prédiction des caractéristiques texturales des pommes, à la récolte et lors de leur évolution en conservation, via des mesures instrumentales sur fruits entiers (mesures rhéologiques et NIR). 5èmes Rencontres du Végétal 2009, Angers, France.

■ Simard M.H. 2009 French contribution to rootstock breeding and evaluation. International Conference on Fruit-Tree Rootstocks, 26 juin 2009, Pise.

■ Simard M.H., Codarin S., Roche L., Bonany J., Dolcet-Sanjuan R., Asin L. 2009. Pear rootstock breeding and evaluation in France. Colloque IFTA Berlin, février 2009.

### Posters

■ Boedo, C., Berruyer, R., Lecomte, M., Bersihand, S., Briard, M., Leclerc, V., Simoneau, P., Poupard, P. 2009. Comment mesurer la résistance quantitative ? Comparaison de différentes méthodes. 7<sup>ème</sup> Colloque National de la Société Française de Phytopathologie, 8-11 juin 2009, Lyon, France.

■ Chevreau E., Djennane S., Vergne E., Loridon K. 2009. Control of transgene expression in apple and pear using pathogen-inducible promoters. 4th ISAFRUIT General Assembly, 27-29 oct. 2009, Angers, France.

■ Clotault J., Peltier D., Briard M., Geoffriau E. 2009. Polymorphism of carotenoid biosynthesis pathway genes in different coloured carrot. 33<sup>rd</sup> Interna-

tional carrot conference. Anaheim CA (USA), 18-21 January 2009.

■ Daghighi S., Pernet A., Coriton O., Daguin F. 2009. Rosa genotypes involved in the emergency modern rose through human selection: cytogenetic approach. International Conference on Polyploidy, Hybridization and Biodiversity May 17-20, 2009 Saint Malo (France).

■ Dulac A., Guilet D., Gonnet J.F., Lambert C., Richomme P. 2009. Genus *Hydrangea* : diversity of pigments and phenolic compounds. 57<sup>th</sup> International Congress and Annual Meeting of the GA. Genève (Suisse), 16-20 août 2009.

■ Kawamura K., Thouroude T., Hibrand-Saint Oyant L., Foucher F. 2009. Heritability of growth form and its genetic correlation with flowering behavior in garden rose. The annual meeting 2009 of Japanese Society for Horticultural Science (JSHS). Tokyo, Japan. March 19-20, 2009.

■ Kawamura K., Thouroude T., Hibrand-Saint Oyant L., Foucher F. 2009. Quantification of branching structure in garden rose and the estimation of its heritability. The 115<sup>th</sup> annual meeting of Japanese Society of Breeding (JSB). March 26-27, 2009. Tsukuba, Japan.

■ Krens F., Tinnenbroek I., Kodde L., Djennane S., Chevreau E., Schaart J. 2009. Marker-free transgenic apple and pear production by inducing R-recombinase activity. 4<sup>th</sup> Isafruit General Assembly, 27-29 oct. 2009, Angers, France.

■ Le Clerc V., Pawelec A., Birolleau-Touchard C., Suel A., Briard M. 2009. Peut-on cartographier les facteurs de résistance de la carotte à *Alternaria dauci*, à l'aide de marqueurs dominants sur une descendance F2 ? 7<sup>ème</sup> Colloque National de la Société Française de Phytopathologie, 8-11 juin 2009, Lyon, France.

■ Lespinasse Y. 2009. How can genetics bring new interesting characteristics to fruit varieties ? 4<sup>th</sup> Isafruit General Assembly. Angers (France). 27-29 oct. 2009.

■ Mathis F., Denancé C., Lasserre P., Laurens F., Durel C.E. 2009. Methodology tried to marker-assisted selection of scab resistance and fruit quality traits in apple. 4<sup>th</sup> Isafruit General Assembly, 27-29 octobre 2009, Angers, France.

■ Remay A., Thouroude T., Lalanne D.,





Kawamura K., Gala R., Hibrand-Saint Oyant L., Foucher F. 2009. Gibberellins are a key hormone in the control of flowering in rose. 8<sup>th</sup> Plant GEMS Lisbon (Portugal), 7-10 October 2009.

### Mémoires de thèses

■ Boedo C. 2009. Déterminisme de l'interaction entre *Alternaria dauci*, agent de la brûlure foliaire de la carotte et sa plante-hôte. Thèse de l'Université d'Angers soutenue le 06 octobre 2009.

■ Clotault J. 2009. Impact de la sélection sur l'expression et la variabilité de séquence de gènes de la voie de biosynthèse des caroténoïdes chez la carotte cultivée. Thèse de l'Université d'Angers soutenue le 8 décembre 2009.

■ Remay A. 2009. Bases moléculaires de la floraison chez le rosier. Thèse de l'Université d'Angers soutenue le 17 septembre 2009, 176 p.

### Mémoires de stage

■ Berthault J.G. 2009. Caractérisation et clonage de promoteurs de gènes de polyphénoloxydases de pommiers pour l'expression contrôlée d'intragènes. M2 professionnel Biologie et Biotechnologie des Plantes, Université de Bordeaux, 20 p. + annexes.

■ Boulay M. 2009. Recherche de gènes de résistance à *Cacopsylla pyri*, précision sur la position d'un gène de résistance à *Venturia pirina* chez *Pyrus communis* et confirmation de la syntenie avec le génome de *Malus domestica*. Mémoire d'ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences Agronomiques, Agroalimentaires, Horticoles et du Paysage. Agrocampus-Ouest-Rennes, 26 p. + annexes.

■ Le Corre V. 2009. Analyse de la variabilité génétique et écophysologique de la texture de la pomme au cours de son développement. M2 Recherche (BioVIGPA). Université d'Angers, Bretagne Occidentale, Nantes, Poitiers, Rennes I, Tours et Agrocampus-Ouest, 20 p. + annexes.

■ Mihoub I. 2009. Structure de la diversité génétique de la carotte cultivée par l'analyse de marqueurs microsatellites. M2 Recherche (BioVIGPA).

■ Mozar M. 2009. Analyse du polymorphisme de type SNP et INDELS chez une espèce polyploïde hétérozygote : le rosier. M. pro de bio-informatique. Université de Nantes, 56 p. + annexes.

■ Vasseur F. 2009. Etude du rôle des gènes de la voie des gibbérellines dans le contrôle de la remontée de floraison du rosier. M2 Recherche (BioVIGPA). Université d'Angers, Bretagne Occidentale, Nantes, Poitiers, Rennes I, de Tours et Agrocampus-Ouest, 45 p. + annexes.

■ Verdu C. 2009. Cartographie fine d'un QTL de résistance du pommier à la tavelure et localisation par rapport au locus du gène majeur Vf. M2 Recherche (BioVIGPA). Université d'Angers, Bretagne Occidentale, Nantes, de Poitiers, Rennes I, Tours et Agrocampus-Ouest, 20 p. + annexes.

### Actions d'information et culture scientifique et technique

■ Chevalier M. 2009. Le plateau technique mutualisé: IMAgerie Cellulaire (IMAC). Fête de la Science, Angers (poster).

■ Chevalier M. 2009. Le végétal vu au microscope: La pomme saine et la pomme malade de la tavelure. Fête de la Science, Angers (poster).

■ Chevreau E., Hibrand-Saint Oyant L. 2009. Petits OGM « verts ». Têtes chercheuses, Actualités et culture des Sciences en Pays de la Loire, n° 11, 18.

■ Chevreau E., 2009. La transgénèse pour l'innovation variétale fruitière : état des connaissances et perspectives. Journée « Création de variétés fruitières, le partenariat INRA-CEP Innovation- Novadi », Lyon (France), 26 novembre 2009.

■ Durel C.E. 2009. Contribution de la résistance variétale pour réduire l'usage des pesticides en arboriculture fruitière. Journée « Création de variétés fruitières, le partenariat INRA-CEP Innovation – Novadi », Lyon (France), 26 novembre 2009.

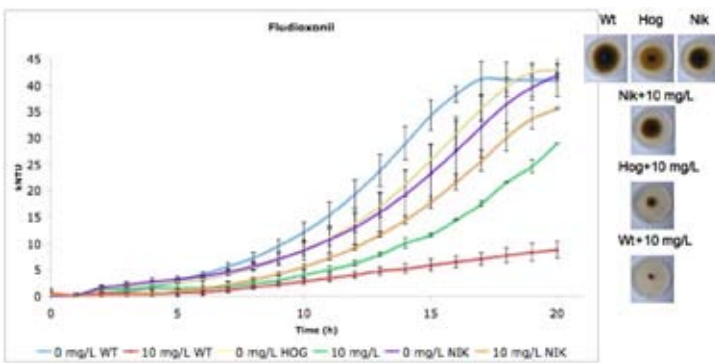
■ Garmendia L., Grillet E. Lafond S., Audergon J.M., Laurens F. 2009. Bases contractuelles et stratégies associées. Illustrations au travers d'exemples. Journée « Création de variétés fruitières, le partenariat INRA-CEP Innovation – Novadi », Lyon (France), 26 novembre 2009.

■ Lambert P., Dirlwanger E., Laurens F. 2009. La biologie moléculaire au service de l'innovation variétale chez les fruitiers : un outil prometteur, la sélection assistée par marqueurs (SAM). Journée « Création de variétés fruitières, le partenariat INRA-CEP Innovation-Novadi », Lyon (France), 26 novembre 2009.

■ Le Clerc V. 2009. Création de nouvelles variétés de carottes résistantes aux brûlures foliaires. Rencontre biannuelle de Végépolys, Angers, (France), 27 novembre 2009.

■ Malécot V. 2009. Genêts, nouvelles variétés : nouvelles couleurs et formes dans les jardins. Rencontre bi-annuelle de Végépolys, Angers, (France), 27 novembre 2009.





Etude par néphélométrie de la sensibilité de divers génotype d'*A. brassicicola* à un fongicide de type phénylpyrrole (fludioxonil) agissant sur la voie de signalisation osmotique. Génotypes testés : sauvage (WT) et deux mutants de la voie de signalisation osmotique : HOG, muté dans une MAP kinase et NIK, muté dans une histidine kinase osmosenseur de groupe III. Les résultats obtenus par mesure du diamètre de croissance en boîte de Petri sont représentés sur les photos de droite.

## Méthode automatisée de suivi de la croissance des champignons par néphélométrie.

### Objectif

Ce travail a pour but de développer un outil de phénotypage des champignons filamenteux permettant de caractériser leur croissance à l'aide de paramètres objectifs. Ces paramètres seront ensuite utilisés pour comparer différentes souches d'une même espèce (souches mutantes Vs souches sauvages parentales, souches pathogènes agressives Vs souches non agressives,...) et/ou étudier l'influence des conditions de culture (milieu pauvre Vs milieu riche, milieu supplémenté en molécule antifongique Vs milieu témoin) sur la cinétique de croissance.

### Contexte

Le développement de la génétique inverse et l'accroissement du nombre de génomes fongiques entièrement séquencés ont permis de générer ces dernières années un nombre croissant de souches mutantes chez différentes espèces de champignons. Des banques de souches mutantes couvrant l'intégralité des gènes exprimés chez des espèces modèles comme *Saccharomyces cerevisiae* ou *Neurospora crassa* sont ainsi désormais disponibles. Pour assigner une fonction biologique à la plupart de ces séquences, il est indispensable de disposer de méthodes permettant le phénotypage en parallèle d'un grand nombre de souches. Pour les champignons levuroïdes comme *S. cerevisiae*, ceci peut être réalisé en suivant la croissance

en microplaques à 96 puits par photométrie. Pour les champignons filamenteux, la croissance du thalle se fait par un processus complexe d'élongation des apex et de ramification des hyphes. Du fait, d'une part, de la non-linéarité de la relation entre l'intensité du trouble d'un milieu de culture et l'absorbance mesurée quand celle-ci dépasse un certain seuil et, d'autre part, de la non-homogénéité du thalle lors de sa croissance en milieu liquide, la photométrie est peu adaptée au suivi de croissance des champignons filamenteux. Pour résoudre ces problèmes, nous avons testé la néphélométrie comme méthode de mesure du trouble en milieu de culture liquide. La néphélométrie à l'inverse de la photométrie ne mesure pas l'intensité lumineuse transmise par une suspension de particules, mais mesure directement la lumière réfléchiée par ces particules en suspension.

### Résultats

Cette étude a permis de valider pour la première fois la mesure de la croissance de champignons filamenteux (champignons phytopathogènes, champignons modèles, champignons pathogènes de l'homme) par néphélométrie. La cinétique de croissance comporte 3 phases bien distinctes : i) une phase de latence durant laquelle l'intensité du trouble mesurée reste stable et qui correspond à la germination des conidies, ii) une phase durant laquelle l'intensité du trouble mesurée augmente régulièrement et qui correspond à l'élongation des hyphes et à leur ramification et, iii) une phase stationnaire qui correspond à un arrêt de croissance. Des paramètres cinétiques (temps de latence, vitesse maximale de croissance) caractéristiques de chaque souche pour une condition de culture donnée ont pu être définis. La croissance est réalisée dans des microplaques 96 puits dans un volume de milieu de culture de 300  $\mu$ L. Le suivi est réalisé automatiquement sur une durée standard de 30h. Cette méthode permet donc le suivi en parallèle d'un grand nombre de souches et/ou de conditions de culture. Nous l'avons testé par exemple pour caractériser le niveau de résistance de plusieurs génotypes d'*Alternaria brassicicola* à des antifongiques (voir Figure).

## Perspectives

La méthode proposée doit nous permettre de caractériser l'impact de mutations ciblées sur la croissance en conditions standards et pénalisantes. Elle pourra ainsi être appliquée en priorité aux souches mutantes créées dans notre laboratoire sur les espèces modèles de notre unité (*A. brassicicola*, *Venturia inaequalis*) dont les génomes sont séquencés ou en cours de séquençage. La méthode décrite doit également très avantageusement remplacer les méthodes classiques en milieu gélosée pour la caractérisation des propriétés antifongiques de molécules de synthèse ou d'origine naturelle dans la mesure où elle est beaucoup plus rapide et ne nécessite que très peu de matière active à tester (environ 30 fois moins). Dans cette perspective, la méthode présentée a été récemment soumise dans le cadre de « l'appel à projets d'idées innovantes végétales » de Végépolys. Elle a également déjà permis de développer plusieurs collaborations afin de tester les propriétés antifongiques potentielles de molécules de synthèse insecticides (coll RCIM) et d'analogues de phytoalexines (coll UMR CNRS Moltech-Anjou).

## Partenaires

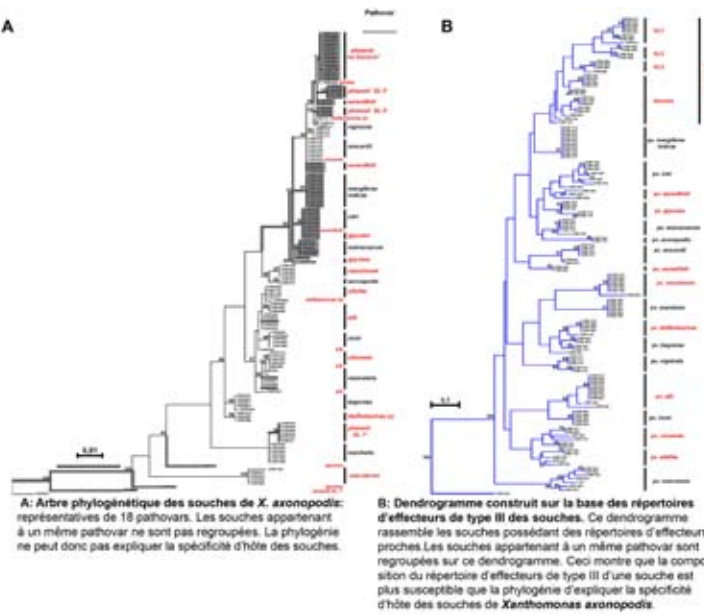
UMR GenHort : R. Berruyer ; EA GEIHP : J-P. Bouchara.

## Bibliographie

■ A. Joubert, B. Calmes, R. Berruyer, M. Pihet, J-P. Bouchara, P. Simoneau, T. Guillemette 2010. Laser nephelometry applied in an automated microplate system to study filamentous fungus growth. *Biotechniques* (in press).

## Contact

Thomas GUILLEMETTE, UMR PaVé, Equipe CFN, 2 Bd Lavoisier, 49045 Angers cedex.  
Mél. [thomas.guillemette@univ-angers.fr](mailto:thomas.guillemette@univ-angers.fr)



## Recherche des bases génétiques de la spécificité d'hôte des bactéries du genre *Xanthomonas*.

### Objectif

L'objectif de ce travail vise à obtenir une empreinte génétique caractéristique de la spécificité d'hôte des souches phytopathogènes du genre *Xanthomonas*. L'identification de telles empreintes trouve une application directe en termes de diagnostic des bactéries du genre *Xanthomonas*, au sein duquel on retrouve de nombreux phytopathogènes de quarantaine. De plus, l'identification des bases génétiques de la spécificité d'hôte est une première étape dans la compréhension des phénomènes d'émergence de souches responsables d'une nouvelle maladie.

### Contexte

Notre modèle d'étude est le genre *Xanthomonas* qui regroupe des espèces bactériennes phytopathogènes responsables de maladies sur plus de 400 espèces végétales, monocotylédones et dicotylédones. Même si sur l'ensemble du genre de très nombreuses plantes sont attaquées, chaque souche possède individuellement une gamme d'hôte restreinte à quelques espèces végétales seulement. Ainsi, on définit un pathovar comme une subdivision de l'espèce bactérienne phytopathogène, qui regroupe un ensemble de souches responsables d'un même symptôme sur une espèce végétale ou une gamme d'espèces végétales. Les bases génétiques de la spécificité d'hôte ne sont pas connues à l'heure actuelle. L'identification des bases génétiques de la spécificité d'hôte est nécessaire pour le développement de tests de diagnostic approprié pour la mise en place de

stratégies de contrôle sanitaire adaptées. En effet, au sein d'une même espèce bactérienne, on peut retrouver des pathovars inscrits sur les listes de quarantaine, alors que d'autres ne le sont pas. Le diagnostic doit donc permettre d'identifier les souches au niveau pathovar.

### Résultats

Deux hypothèses peuvent être faites concernant les bases génétiques de la spécificité d'hôte :

- La spécificité d'hôte découle d'une spécialisation liée à la phylogénie des souches.
  - La spécificité d'hôte s'explique par l'acquisition de répertoires de gènes qui permettent de déterminer la gamme d'hôte d'une souche.
- C'est pourquoi, dans un premier temps, la phylogénie de 132 souches de l'espèce *Xanthomonas axonopodis* a été reconstruite à partir de séquences du gène *rpoD*. La collection de souches de *Xanthomonas axonopodis* recouvre 18 pathovars différents. Chaque pathovar est représenté par au moins 5 souches choisies pour maximiser la diversité d'hôtes d'isolement, d'année d'isolement et d'origine géographique.

Nous avons pu vérifier que de nombreux pathovars sont polyphylétiques. En d'autres termes, des souches possédant des positions phylogénétiques différentes peuvent être responsables d'une même maladie sur une même gamme d'hôtes. De plus, l'analyse phylogénétique a montré que des souches positionnées de manière identique au niveau phylogénétique peuvent présenter des gammes d'hôte différentes.

Ces résultats démontrent que la connaissance de la position phylogénétique des souches ne suffit pas pour expliquer leur spécificité d'hôte. Dans un second temps, pour chaque souche de notre collection, nous avons déterminé le polymorphisme de présence absence pour 107 gènes impliqués dans l'interaction avec la plante.

Parmi les gènes recherchés, les senseurs confèrent aux souches la capacité à détecter les stimuli environnementaux. L'adhésion sur des tissus végétaux et l'agrégation en bio-film augmente la résistance des bactéries à divers stress biotiques et abiotiques, mais favorise aussi la coordination des réponses face à un changement d'environnement. Le répertoire de senseurs et d'adhésines d'une souche peut donc jouer un rôle lors de l'interaction entre la bactérie et son hôte végétal. La majorité des pathovars étudiés possède un répertoire unique de senseurs et d'adhésines. Ce résultat

La présence de microorganismes dans les tissus végétaux est reconnue par la plante qui induit alors des défenses. La plupart des bactéries phytopathogènes injectent des effecteurs de type III directement à l'intérieur de la cellule végétale. Ces effecteurs de type III (T3Es) permettent de supprimer les défenses de la plante et donc favorisent la multiplication du pathogène dans les tissus végétaux. Dans certains cas, l'action de ces T3Es est reconnue par la plante, induisant alors le déclenchement d'une réaction hypersensible, empêchant ainsi le développement du pathogène. Notre stratégie a permis de montrer qu'il existe une corrélation entre répertoire d'effecteurs de type III et distribution des souches en pathovars. Ces résultats suggèrent que les répertoires d'effecteurs de type III pourraient expliquer la capacité de souches éloignées au niveau phylogénétique à attaquer une même gamme d'hôte.

Ces résultats nous ont permis de développer un test moléculaire de détection spécifique de *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*, bactérie pathogène de quarantaine responsable de la graisse commune du haricot. Cette bactérie est transmise par les semences, ce qui rend nécessaire la certification des lots de semences de haricot. Pour l'instant, les résultats que nous avons obtenus avec ce test de détection sur une vaste collection de souches montrent 100% de spécificité pour *X. axonopodis* pv. *phaseoli*.

## Perspectives

Les études de distribution réalisées en 2009 montrent des corrélations entre répertoires de GAIPs et gamme d'hôte. Afin de valider au niveau fonctionnel ces résultats de génétique d'association, nous nous proposons de réaliser des mutants dans les répertoires de GAIPs. Des expériences de mutations et de complémentation viseront à modifier les répertoires de GAIPs.

## Partenaires

Ces résultats sont obtenus dans le cadre de recherches financées par les projets XANTHOST (Région Pays de la Loire) et CARBIO (Université d'Angers). Les tests de diagnostic développés sont le fruit d'une collaboration avec G. Hunault (Laboratoire HifiTH, Université d'Angers), F. Lardeux et F. Saubion (LERIA, Université d'Angers).

## Bibliographie

■ Hajri, A., Brin, C., Hunault, G., Lardeux, F., Le-maire, C., Manceau, C., Boureau T., Poussier S. 2009. A 'repertoire for repertoire' hypothesis: repertoires of type three effectors are candidate determinants of host specificity in *Xanthomonas*. *PLoS ONE* 4: e6632.

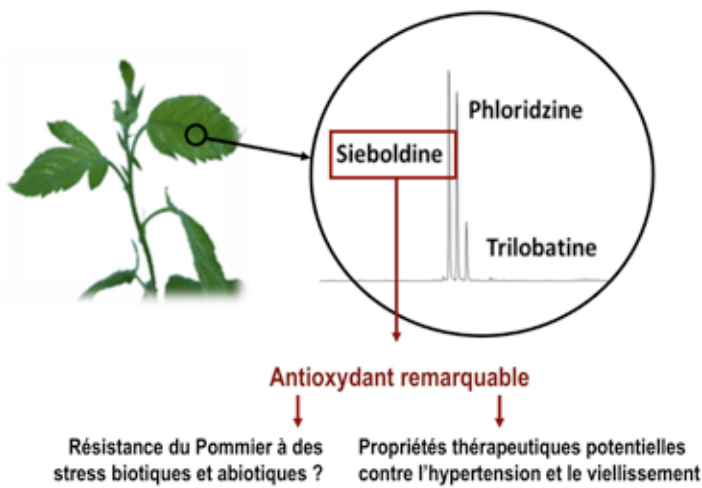
## Contacts

Tristan BOUREAU, Stéphane POUSSIER, Marie-Agnès JACQUES, UMR PaVé, 42 rue Georges Morel, BP 60057, F-49071 Beaucouzé Cedex.  
Méls. tristan.bureau@univ-angers.fr  
stephane.poussier@agrocampus-ouest.fr ;  
Marie-Agnes.jacques@angers.inra.fr.

| Gènes Associés à l'interaction avec la plante<br>(blanc: absent, noir: présent) |                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
|                                                                                 | <i>pv. alfalfae</i>               |
|                                                                                 | <i>pv. allii</i><br>(quarantaine) |
|                                                                                 | <i>Pv. manihotis</i>              |

Les études de distribution permettent de montrer une corrélation entre la composition des répertoires de Gènes Associés à l'Interaction avec la Plante et l'appartenance à un pathovar. Le tableau ci-dessous permet de comparer les répertoires des souches de *Xanthomonas axonopodis* pathogènes sur luzerne (pv. *alfalfae*), sur ail (pv. *allii*) ou sur manioc (pv. *manihotis*).





Identification et caractérisation biologique d'une dihydrochalcone de Pommier

## La sieboldine, antioxydant présent dans certains génotypes de Pommier.

### Objectif

Ces travaux visent à identifier et caractériser des composés actifs dans la résistance du Pommier à des stress biotiques et abiotiques. Ces composés peuvent de plus présenter des propriétés intéressantes le domaine biomédical.

### Contexte

Les métabolites secondaires du Pommier pourraient être exploités pour améliorer la protection de cette espèce contre des stress biotiques ou abiotiques, si ces composés étaient mieux connus au niveau de leur diversité et de leurs propriétés biologiques. C'est dans ce contexte que les recherches ont débuté avec l'analyse des dihydrochalcones (DHC), famille de flavonoïdes présente majoritairement dans les feuilles de Pommier. Deux génotypes, l'un sensible, et l'autre résistant au feu bactérien (*Erwinia amylovora*), et pour lesquels il existe une descendance phénotypée pour la résistance, ont été pris comme modèles.

### Résultats

Les DHC constitutives représentent près de 100 mg/g de matière sèche (et environ 95% des produits phénoliques) dans les feuilles de Pommier, et se sont révélées être de composition différente entre les deux génotypes. Le génotype sensible ne possède qu'un composé majoritaire, la phloridzine, alors que le génotype résistant possède deux composés supplémentaires, la sieboldine et la trilobatine. La comparaison des activités antioxydantes de ces trois composés a mis en évidence une activité remarquable de la sieboldine comme piègeur de radicaux libres (test DPPH), alors que la phloridzine se caractérise plutôt comme un bloqueur d'oxydations en

chaîne par les radicaux peroxy (test ORAC). Sachant qu'*E. amylovora* induit un choc oxydant nécessaire au développement de la maladie, ces résultats suggèrent l'implication de la sieboldine dans le blocage de l'initiation de ce choc, et donc dans la limitation de l'avancée du pathogène. Mais l'analyse ultérieure de la descendance a montré que ce composé peut également être présent en quantité importante dans des individus sensibles, indiquant que ce composé ne joue pas de rôle direct dans la résistance au feu bactérien.

### Perspectives

L'implication des DHC dans la résistance du Pommier à d'autres stress biotiques ou abiotiques reste à démontrer mais nos résultats suggèrent déjà une participation importante dans le maintien de l'homeostasie redox des tissus foliaires. Par ailleurs des résultats complémentaires obtenus dans le domaine du biomédical ont révélé une action potentielle de la sieboldine contre l'hypertension (test d'activité vasorelaxante sur artères mésentériques de rat) et contre certains mécanismes du vieillissement (test d'inhibition de la formation de produits avancés de glycation ou AGEs). Ces résultats très encourageants incitent à la poursuite des recherches dans une perspective de valorisation de ce composé dans les domaines du biomédical, du cosmétique ou de l'agro-alimentaire.

### Partenaires

Sylvain Guyot, URC-BFL, INRA Rennes,  
Pascal Richomme, David Guilet et Séverine Derbré, SONAS, Université d'Angers.  
Daniel Henrion, DR, et Laurent Loufrani, UMR CNRS 6214/INSERM 771, Faculté de Médecine, Angers.

### Bibliographie

- Dugé de Bernonville T., Guyot S., Paulin J.-P., Gaucher M., Loufrani L., Henrion D., Derbré S., Guilet D., Richomme P., Dat J and Brisset M.-N., 2010. Dihydrochalcones: implication in resistance to oxidative stress and bioactivities against advanced glycation end-product and vasoconstriction. *Phytochemistry*, 71:443-452.
- Dugé de Bernonville T., 2009. Caractérisations histologique, moléculaire et biochimique des interactions compatible et incompatible entre *Erwinia amylovora*, agent du feu bactérien, et le Pommier (*Malus x domestica*). Thèse de l'Université d'Angers, n° ordre 1006, 216 pages.

### Contact

Marie-Noëlle BRISSET, INRA UMR PaVé, 42 rue G. Morel, BP 60057, 49071 Beaucouzé cedex.  
Mél : Marie-Noelle.Brisset@angers.inra.fr



## Revue scientifique à comité de lecture

■ Benichou, S. ; Dongo, A. ; Henni, D.E. ; Peltier, D. ; Simoneau, P. 2009. Isolation and characterization of microsatellite markers from the phytopathogenic fungus *Alternaria dauci*. *Molecular Ecology Resources*. 9 (1): 390-392.

■ Darsonval, A. ; Darrasse, A. ; Durand, K. ; Bureau, C. ; Cesbron, S. ; Jacques, M.A. 2009. Adhesion and Fitness in the Bean Phyllosphere and Transmission to Seed of *Xanthomonas fuscans* subsp *fuscans*. *Molecular Plant Microbe Interactions*, 22 (6): 747-757.

■ Dongo, A. ; Bataillé-Simoneau, N. ; Campion, C. ; Guillemette, T. ; Hamon, B. ; Iacomini-Vasilescu, B. ; Katz, L. ; Simoneau, P. 2009. The Group III Two-Component Histidine Kinase of Filamentous Fungi Is Involved in the Fungicidal Activity of the Bacterial Polyketide *Ambruticin*. *Applied and Environmental Microbiology*. 75 (1): 127-134.

■ Durel, C.E. ; Denance, C. ; Brisset, M.N. 2009. Two distinct major QTL for resistance to fire blight co-localize on linkage group 12 in apple genotypes 'Evereste' and *Malus floribunda* clone 821. *Genome*. 52 (2): 139-147.

■ Grondeau, C. ; Samson, R. 2009. Detection of *Acidovorax valerianellae* in corn-salad seeds, seed transmission of the pathogen and disease development in the field. *Plant Pathology*. 58 (5): 846-852.

■ Hajri, A. ; Brin, C. ; Hunault, G. ; Lardeux, F. ; Lemaire, C. ; Manceau, C. ; Boureau, T. ; Poussier, S.A. 2009. "Repertoire for Repertoire" hypothesis : Repertoires of type three effectors are candidate determinants of host specificity in *Xanthomonas*. *Plos One*. 4 (8): e6632.

■ Jacques, M.A. ; Luçon, N. ; Houdault, S. 2009. Clove-transmissibility of *Pseudomonas salomonii*, the causal agent of 'Café au lait' disease of garlic. *European Journal of Plant Pathology*. 124(4): 695-700.

■ Johanet, A. ; Picard, D. ; Garner, T.W.J. ; Dawson, D.A. ; Morales-Hojas, R. ; Jehle, R. ; Peltier, D. ; Lemaire, C. 2009. Characterization of microsatellite loci in two closely related *Lissotriton* new species. *Conservation Genetics*. 10 (6): 1903-1906.

■ Lecoq, H. ; Wipf-Scheibel, C. ; Chan-deysson, C. ; Le Van, A. ; Fabre, F. ; Desbiez, C. 2009. Molecular epidemiology of Zucchini yellow mosaic virus in France: an historical overview. *Virus Research*. 141 (2): 190-200.

■ Moignot, B. ; Lemaire, C. ; Quinchard, S. ; Lapied, B. ; Legros, C. 2009. The discovery of a novel sodium channel in the cockroach *Periplaneta americana* : evidence for an early duplication of the para-like gene. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*. 39 (11): 814-823.

■ Pieretti, I. ; Royer, M. ; Barbe, V. ; Carrière, S. ; Koebnik, R. ; Cociancich, S. ; Couloux, A. ; Darrasse, A. ; Gouzy, J. ; Jacques, M.A. ; Lauber, E. ; Manceau, C. ; Mangenot, S. ; Poussier, S. ; Segurens, B. ; Szurek, B. ; Verdier, V. ; Arlat, M. ; Rott, P. 2009. The complete genome sequence of *Xanthomonas albilineans* provides new insights into the reductive genome evolution of the xylem-limited *Xanthomonadaceae*. *BMC Genomics*. 10: 616-630.

■ Pogany, M. ; von Rad, U. ; Grun, S. ; Dongo, A. ; Pintye, A. ; Simoneau, P. ; Bahnhweg, G. ; Kiss, L. ; Barna, B. ; Durner, J. Dual 2009. Roles of Reactive Oxygen Species and NADPH Oxidase RBOHD in an *Arabidopsis-Alternaria* Pathosystem. *Plant Physiology*. 151 (3): 1459-1475.

■ Pruvost, O. ; Savelon, C. ; Boyer, C. ; Chiroleu, F. ; Gagnevin, L. ; Jacques, M.A. 2009. Populations of *Xanthomonas citri* pv. *mangiferaeindicae* from Asymptomatic Mango Leaves Are Primarily Endophytic. *Microbial Ecology*. 58 (1): 170-178.

■ Ryan, R.P. ; Koebnik, R. ; Szurek, B. ; Boureau, T. ; Bernal, A. ; Bogdanove, A. ; Dow, J.M. 2009. Passing GO (gene ontology) in plant pathogen biology : a report from the *Xanthomonas* Genomics Conference. *Cellular Microbiology*. 11 (12): 1689-1696.

■ Sapoukhina, N. ; Durel, C.E. ; Le Cam, B. 2009. Spatial deployment of gene-for-gene resistance governs evolution and spread of pathogen populations. *Theoretical Ecology*. 2 (4) : 229-238.

## Communications colloques

### Communications orales

■ Boedo, C. ; Georgeault, S. ; Chevalier, M. ; Simoneau, P. ; Poupard, P. 2009. Etude histo-cytologique du cycle infectieux d'*Alternaria dauci*, agent de la brûlure foliaire de la carotte, en vue de la création de variétés résistantes à la maladie. Journées des doctorants du département Santé des Plantes et Environnement de l'INRA, 2009/09/01-02, Rennes.

■ Bousset-Vaslin, L. ; Chèvre, A.M. ; Fabre, F. ; Lannou, C. ; Lo-Pelzer, E. ; Sapoukhina, N. ; Sèche, I. 2009. Un cadre conceptuel pluridisciplinaire pour la gestion durable des résistances variéta-

les dans un écosystème agricole. Colloque National de la Société Française de Phytopathologie, 2009/06/08-11, Lyon, 1 p.

■ Bus, V. ; Rikkerink, E. ; Aldwinckle, H. ; Caffier, V. ; Durel, C.E. ; Gardiner, S. ; Gessler, C. ; Groenwold, R. ; Laurens, F. ; Le Cam, B. ; Luby, J. ; Meulenbroek, B. ; Kellerhals, M. ; Parisi, L. ; Patocchi, A. ; Plummer, K. ; Schouten, H.J. ; Tartarini, S. ; van de Weg, W.E. A proposal for the nomenclature of *Venturia inaequalis* races. 12, Eucarpia Symposium on Fruit Breeding and Genetics, 2007/09/16-20, Zaragoza (Esp.). Socias I Company. Acta Horticulturae. 2009, 814 ; 739-746

■ Calmes, B. ; Guillemette, T. ; Simoneau, P. 2009. Rôle du mannitol dans la protection contre les stress oxydatifs chez le champignon phytopathogène *Alternaria brassicicola*. Journées des doctorants du département Santé des Plantes et Environnement de l'INRA, 2009/09/01-02, Rennes.

■ Didelot, F. ; Parisi, L. ; Orain, G. ; Lemarquand, A. ; Le Cam, B. ; Laurens, F. ; Caffier, V. 2009. Situation actuelle en France du contournement de la résistance Vf par *Venturia inaequalis* - propositions de méthodes de lutte adaptées. Journées Techniques Nationales Fruits et Légumes Biologiques, 2009/12/08-09, Paris (Fra), ITAB, Institut Technique de l'Agriculture Biologique, p.65-68.

■ Duge De Bernonville, T. ; Guyot, S. ; Dat, J. ; Paulin, J.P. ; Brisset, M.N. 2009. Les dihydrochalcones sont impliquées dans la résistance du pommier à *Erwinia amylovora* par leurs activités antibactériennes et antioxydantes. Colloque National de la Société Française de Phytopathologie, 2009/06/08-11, Lyon, 1 p.

■ Fargier, E. ; Fischer-Le Saux, M. ; Manceau, C. 2009. A multilocus sequence analysis of *Xanthomonas campestris* reveals a complex structure within crucifer-attacking pathovars or this species. *Xanthomonas Genomic Conference 2009*, 2009/07/13-15, Pingree Park, Colorado (USA), Book of Abstracts, 1 p.

■ Guillemette, T. ; Joubert, A. ; Sellam, A. ; Simoneau, P. 2009. P. Mode d'action antifongique de la camalexine, principale phytoalexine d'*Arabidopsis thaliana*, et réponse du champignon phytopathogène *Alternaria brassicicola*. Colloque National de la Société Française de Phytopathologie, 2009/06/08-11, Lyon, 1 p.

■ Hajri, A. ; Brin, C. ; Hunault, G. ; Lemaire, C. ; Manceau, C. ; Poussier, S. ;



Boureau, T. 2009. The "Repertoire for Repertoire", hypothesis of type three effectors may explain host specificity in *Xanthomonas*. *Xanthomonas Genomic Conference 2009*, 2009/07/13-15, Pingree Park, Colorado (USA), Book of Abstracts, 1 p.

■ Jacques, M.A.; Darsonval, A.; Darrasse, A.; Durand, K.; Bureau, C.; Manceau, C. 2009. Role of type III secretion system and adhesins in the fitness of *Xanthomonas fuscans* subsp. *fuscans* in bean phyllosphere and its transmission to seeds. *Xanthomonas Genomic Conference 2009*, 2009/07/13-15; Pingree Park, Colorado (USA), Book of Abstracts, 1 p.

■ Joubert, A.; Guillemette, T.; Simoneau, P. 2009. Réponse du champignon *Alternaria brassicicola* à l'effet fongitoxique de la camalexine, principale phytoalexine d'*Arabidopsis thaliana*. Journées des doctorants du département Santé des Plantes et Environnement de l'INRA, 2009/09/01-02, Rennes.

■ Le Saux, M. Développement des infrastructures de la Collection Française de Bactéries Phytopathogènes (CRB certifié ISO9001:2000) et génotypage de ses ressources. Séminaire AIP Bio Ressources Séquençage et Ressources Génétiques, 2009/10/29-30, Toulouse, 2009.

■ Le Van, A.; Gladioux, P.; Caffier, V.; Durel, C.E.; Le Cam, B. 2009. Origine de la tavelure du pommier et changements évolutifs liés à la domestication de son hôte. Colloque National de la Société Française de Phytopathologie, 2009/06/08-11, Lyon, 1 p.

■ Manceau, C.; Gironde, S. 2009. Specific detection on *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* pathogen on walnut. COST 873 Annual Meeting, 2009/10/26-29, Cetara (Ita.).

■ Moura, L. Darrasse, A.; Jacques, M.A.; Duclos, J. 2009. Differential colonization patterns of tomato by tomato pith necrosis agents. 2, International Symposium on Tomato Diseases, 2007/10/08-12, Kusadasi (Tur.).

Saygili, H. (Editeur); Sahin, F. (Editeur); Aysan, Y. (Editeur) 2009. *Acta Horticulturae*, 2009 808, 235-241.

■ Paulin, J.P.; Brisset, M.N. 2009. Utilisation des stimulateurs de défenses naturelles des plantes pour la lutte contre les agents pathogènes. Colloque National de la Société Française de Phytopathologie, 2009/06/08-11, Lyon, 1 p.

■ Paulin, J.P.; Tharaud, M.; Brisset, M.N. 2009. Les stimulateurs de défense prendront-ils une place dans la lutte contre les maladies des plantes. Colloque National de la Société Françaises

de Phytopathologie, 2009/06/08-11, Lyon.

■ Pieretti, I.; Royer, M.; Barbe, V.; Carrere, S.; Koebnik, R.; Cociancich, S.; Couloux, A.; Darrasse, A.; Gouzy, J.; Jacques, M.A.; Lauber, E.; Manceau, C.; Mangenot, S.; Poussier, S.; Segurens, B.; Szurek, B.; Verdier, V.; Arlat, M.; Rott, P. 2009. La séquence complète du génome de *Xanthomonas albilineans* apporte un éclairage nouveau sur l'évolution des *Xanthomonadaceae* dont l'habitat est limité au xylème. Colloque National de la Société Française de Phytopathologie, 2009/06/08-11, Lyon, 1 p.

■ Portier, P.; Bonneau, S.; Le Saux, M.; Manceau, C. 2009. Outil pour la détection et l'étude de l'épidémiologie de *Pseudomonas syringae* pathovar *porri*, agent de la graisse du poireau. Colloque National de la Société Française de Phytopathologie, 2009/06/08-11, Lyon, 1 p.

## Posters

■ Anzala, F.; Portier, P.; Manceau, C. 2009. L'agent causal des broussins de la vigne, *Agrobacterium vitis*, est une espèce bactérienne génétiquement homogène sans écotype régional, en France. Colloque National de la Société Française de Phytopathologie, 2009/06/08-11, Lyon, 1 p.

■ Benichou, S.; Simoneau, P.; Hamon, B.; Peltier, D. 2009. Identification moléculaire de l'espèce pathogène *Alternaria dauci* au sein du groupe d'espèces morphologiques "porri" et variabilité intraspécifique. Colloque National de la Société Française de Phytopathologie, 2009/06/08-11, Lyon, 1 p.

■ Boedo, C.; Berruyer, R.; Chevalier, M.; Georgeault, S.; Bersihand, S.; Briard, M.; Simoneau, P.; Poupard, P. 2009. Mesure de la biomasse in planta d'*Alternaria dauci* et description du cycle infectieux en fonction du niveau de résistance de la carotte. International Conference on Plant Diseases, 2009/12/08-09, Tours.

■ Boedo, C.; Berruyer, R.; Lecomte, M.; Bersihand, S.; Briard, M.; Le Clerc, V.; Simoneau, P.; Poupard, P. 2009. Comment mesurer la résistance quantitative de la carotte à *Alternaria dauci*? Comparaison de différentes méthodes. Colloque National de la Société Française de Phytopathologie, 2009/06/08-11, Lyon, 1 p.

■ Darsonval, A.; Darrasse, A.; Durand, K.; Bureau, C.; Manceau, C.; Jacques, M.A. 2009. Role of type III secretion system and adhesins in the fitness of *Xanthomonas fuscans* subsp. *fuscans* in bean phyllosphere and in transmission to seeds. International Congress on

Molecular Plant-Microbe Interactions, 2009/07/19-23, Québec City (Can.) 1 p.

■ Gironde, S.; Guillaumes, J.F.; Manceau, C. 2009. Specific detection on *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* pathogen on walnut. EPPO Conference on Diagnostics, 2009/05/10-15, York (GBR), 1 p.

■ Guy, E.; Chabannes, M.; Hajri, A.; Boureau, T.; Poussier, S.; Arlat, M.; Noel, L. 2009. AvrAC, a *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*-specific type III effector, triggers ETI in *Arabidopsis vasculature*. New Phytologist Symposium, 2009/09/13-16, Versailles, Effectors in plant-microbe interactions, 1 p.

■ Hajri, A.; Brin, C.; Hunault, G.; Le-maire, C.; Manceau, C.; Poussier, S.; Boureau, T. 2009. Les effecteurs de type III: de bons candidats pour expliquer la spécificité d'hôte chez les *Xanthomonas* selon une hypothèse "répertoire pour répertoire". Colloque National de la Société Française de Phytopathologie, 2009/06/08-11, Lyon, 1 p.

■ Hajri, A.; Brin, C.; Hunault, G.; Le-maire, C.; Manceau, C.; Poussier, S.; Boureau, T. 2009. The "repertoire for repertoire" hypothesis: Repertoires of type three effectors may explain host specificity in *Xanthomonas*. International Congress on Molecular Plant-Microbe Interactions, 2009/07/19-23, Québec City (Can.), 2 p.

■ Mhedbi-Hajri, N.; Darrasse, A.; Durand, K.; Manceau, C.; Jacques, M.A. 2009. Are virulence factors involved in initial host colonization processes responsible for host specificity? *Xanthomonas Genomic Conference*, 2009/07/13-15, Pingree Park, Colorado (USA), Book of Abstracts, 1 p.

■ Mhedbi-Hajri, N.; Darrasse, A.; Durand, K.; Manceau, C.; Jacques, M.A. 2009. Are bacterial virulence factors involved in initial host colonization processes responsible for host specificity? International Congress on Molecular Plant-Microbe Interactions, 2009/07/19-23, Québec City (Can.), 2 p.

■ Munoz Bodnar, A.; Durand, K.; Vernière, C.; Pruvost, O.; Jacques, M.A.; Verdier, V.; Koebnik, R. 2009. A novel molecular typing system for pathogenic *Xanthomonas*. *Xanthomonas Genomic Conference*, 2009/07/13-15, Pingree Park, Colorado (USA) Book of Abstracts, 1 p.

■ Pajot, E.; Grimault, V.; MATHIS, R.; Jacques, M.A.; Olivier, V.; Durand, F.; Bosc, B.; Germain, R.; Pelletier, B. 2009. Gestion de *Clavibacter Michiganensis* subsp. *Michiganensis*, un enjeu sanitaire





majeur pour la production de tomate en France. Colloque National de la Société Française de Phytopathologie, 2009/06/08-11, Lyon, 1 p.

■ Pieretti, I.; Royer, M.; Barbe, V.; Carrière, S.; Koebnik, R.; Cociancich, S.; Couloux, A.; Darrasse, A.; Gouzy, J.; Jacques, M.A.; Lauber, E.; Manceau, C.; Mangenot, S.; Poussier, S.; Segurens, B.; Szurek, B.; Verdier, V.; Arlat, M.; Rott, P. 2009. The complete genome sequence of *Xanthomonas albilineans* provides new insights into the reductive genome evolution of the xylem-limited *Xanthomonadaceae*. International Congress on Molecular Plant-Microbe Interactions, 2009/07/19-23, Québec City (Can), 2 p.

### Rapports d'expertise

■ Baker, R.; Caffier, D.; Choiseul, J.W.; De Clercq, P.; Dormannsne-Simon, E.; Gerowitt, B.; Karadjova, O.E.; Lövei, G.; Oude Lansink, A.; Makowski, D.; Manceau, C.; Manici, L.; Perdakis, D.; Porta Puglia, A.; Schans, J.; Schrader, G.; Steffek, R.; Strömberg, A.; Tiilikkala, K.; Van Lanteren, J.C.; Vloutoglou, I. 2009. EFSA Scientific Panel on Plant Health. Evaluation of pest risk assessments and risk management options prepared to justify requests for phytosanitary measures under Council Directive 2000/29/EC-Guidance of the Panel on Plant Health. Parma (Ita.): EFSA-European Food Safety Authority, 18 p. *EFSA Journal*, (1194).

■ Baker, R.; Caffier, D.; Choiseul, J.W.; De Clercq, P.; Dormannsne-Simon, E.; Gerowitt, B.; Karadjova, O.E.; Lövei, G.; Makowski, D.; Manceau, C.; Manici, L.; Oude Lansink, A.; Perdakis, D.; Porta Puglia, A.; Schans, J.; Schrader, G.; Steffek, R.; Strömberg, A.; Tiilikkala, K.; Van Lanteren, J.C.; Vloutoglou, I. 2009. EFSA Scientific Panel on Plant Health. Mortality verification of pinewood nematode from high temperature treatment of shavings. Parma (Ita.) EFSA-European Food Safety Authority, 19 p. *EFSA Journal*, (1055).

■ Baker, R.; Caffier, D.; Choiseul, J.W.; De Clercq, P.; Dormannsne-Simon, E.; Gerowitt, B.; Karadjova, O.E.; Lövei, G.; Oude Lansink, A.; Makowski, D.; Manceau, C.; Manici, L.; Perdakis, D.; Porta Puglia, A.; Schans, J.; Schrader, G.; Steffek, R.; Strömberg, A.; Tiilikkala, K.; Van Lanteren, J.C.; Vloutoglou, I. 2009. EFSA Scientific Panel on Plant Health. Evaluation of a pest risk analysis on *Thaumetopoea processionea* L., the oak processionary moth, prepared by the UK and extension of its scope to the EU territory. Parma (Ita.): EFSA-European Food Safety Authority, 64 p. *EFSA Journal*, (1195).

■ Baker, R.; Candresse, T.; Dormannsne-Simon, E.; Gilioli, G.; Grégoire, J.C.; Jeger, M.J.; Karadjova, O.E.; Lövei, G.; Makowski, D.; Manceau, C.; Navajas Navarro, M.; Porta Puglia, A.; Rafoss, T.; Rossi, V.; Schans, J.; Schrader, G.; Urek, G.; Van Lanteren, J.C.; Vloutoglou, I.; Winter, S.; Zlotina, M. 2009. EFSA Scientific Panel on Plant Health (Ita). Statement on the dossier for a derogation request of the US authorities concerning cold-treated strawberry plants intended for planting. Parma (Ita.): EFSA-European Food Safety Authority, 2009, 1416. *EFSA Journal*, 7 (12).

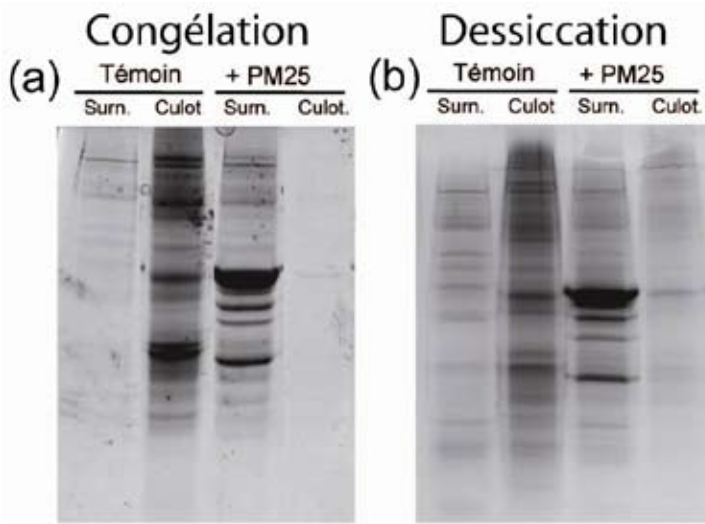
### Mémoire de thèse

■ Cesbron, S. 2009. Interaction entre des mutants hrp d'*Erwinia amylovora*, agent du feu bactérien, le parent pathogène et la plante hôte : recherche de mécanismes modulant la compatibilité. Thèse de l'Université d'Angers, 83 p.

■ Dugé De Bernonville, T. 2009. Caractérisations histologique, moléculaire et biochimique des interactions compatibles et incompatibles entre *Erwinia amylovora*, agent du feu bactérien, et le pommier (*Malus x domestica*). Thèse de l'Université d'Angers, 216 p.

■ Hajri, A. 2009. Détermination des répertoires d'effecteurs de type III chez *Xanthomonas* spp. et analyse de leur rôle dans la spécificité d'hôte. Thèse de l'Université d'Angers, 182 p.





PM25 dissout de manière rapide, efficace et non spécifique des agrégats protéiques de grande taille préalablement formés par la congélation et la dessiccation. Une solution contenant les protéines solubles extraites de radicules de *M. truncatula* sensibles à la dessiccation subit soit deux cycles de congélation/décongélation (a) ou est séchée à 42 % d'humidité relative puis réhydratée (b). De l'eau (témoin) ou PM25 (ratio massique protéines/PM25 2:1) est ensuite ajouté à la solution qui est centrifugée afin de séparer les protéines solubles (sum.) des protéines agrégées en particules de grande taille (culot). Chacune des fractions est chargée sur un gel SDS-PAGE de telle façon que la somme des teneurs en protéines présentes dans la fraction soluble et insoluble est équivalente dans l'échantillon témoin et l'échantillon traité avec PM25. En absence de PM25, la majorité des protéines sont agrégées (témoin), mais elles sont re-solubilisées après rajout de PM25. D'après Boucher et al. (2010).

## PM25, une protéine qui dissocie des agrégats protéiques formés par les stress thermomécaniques.

### Contexte et objectif

Certains organismes « anhydrobiotes » sont capables de survivre à une perte quasi-totale de l'eau cellulaire. Cette propriété remarquable est peu répandue chez les eucaryotes, mais commune chez la majorité des graines. La compréhension des mécanismes impliqués constitue un enjeu important au niveau agronomique et technologique, notamment pour ce qui concerne la qualité physiologique des graines. L'UMR Physiologie Moléculaire des Semences étudie plus particulièrement le rôle des protéines LEA (Late Embryogenesis Abundant) dans la tolérance aux stress et la longévité des semences. Ces protéines très hydrophiles à motifs répétés s'accumulent fortement pendant la maturation des graines. *In vitro*, elles exercent de multiples fonctions de protection des composants cellulaires à l'état sec, notamment en empêchant l'agrégation des protéines pendant des stress osmotiques. La caractérisation antérieure du protéome stable à la chaleur de l'embryon de *Medicago truncatula* a mis en évidence MtPM25, une protéine LEA du groupe 5 dont l'abondance est significativement corrélée à la tolérance à la

dessiccation (Boudet et al., 2006). Cependant, sa classification en tant que protéine LEA est contestée et sa fonction reste inconnue.

### Résultats

Nous avons vérifié que PM25 présente toutes les caractéristiques d'une protéine LEA. Par exemple, les données de dichroïsme circulaire ont confirmé qu'il s'agit d'une protéine intrinsèquement désordonnée à l'état hydraté. Cependant, l'analyse *in silico* de PM25 montre qu'il s'agit d'une des protéines LEA les plus hydrophobes (Boucher et al., 2010). Nous avons abordé l'étude de ses fonctionnalités d'une façon nouvelle d'une part en criblant *in vitro* ses propriétés protectrices vis-à-vis d'une large gamme de cibles moléculaires simples et complexes contre des stress induits par la congélation, le chauffage et la dessiccation, et d'autre part en comparant l'efficacité de protection avec la protéine EM6, une protéine LEA du groupe I bien décrite dans la littérature. EM6 est très hydrophile et se retrouve également dans le protéome stable à la chaleur associé à la tolérance à la dessiccation (Boudet et al., 2006). Les résultats montrent que EM6 et PM25 interagissent peu ou pas avec les têtes polaires de deux phospholipides testés (POPC et DOPG). Contre toute attente, PM25 déstabilise les liposomes à l'état hydraté et est incapable de maintenir leur intégrité membranaire après séchage. En revanche, PM25 et EM6 sont capables d'empêcher l'agrégation de protéines modèles ou issues d'extraits de graines germées soumises un stress thermique ou à la dessiccation. Cependant, cette inhibition est significativement plus élevée pour PM25 que pour EM6. Lorsque PM25 est ajoutée à une solution de protéines solubles préalablement soumise à une lyophilisation ou congélation, elle dissout très rapidement les agrégats protéiques de manière non spécifique (figure). En revanche, EM6 n'en est pas capable, suggérant ainsi une spécificité de fonction de la part de PM25.

Ces résultats qui sont tout à fait originaux, satisfont les deux modèles mécanistiques décrits dans la littérature qui permettent d'expliquer l'action protectrice des protéines LEA contre l'agrégation, à savoir une fonction de chaperon moléculaire ou un rôle de « bouclier moléculaire ». Ceci nous amène à penser que ces deux modèles ne sont probablement pas aussi exclusifs que l'on pense. Par ailleurs, ils ne permettent pas d'expliquer

l'action de déstabilisation de PM25 vis-à-vis des membranes ou des particules agrégées de grande taille. Nous avons constaté qu'au delà d'une humidité relative de 85%, valeur correspondant à la structure désordonnée de la protéine, PM25 absorbe 2,7 fois plus d'eau que EM6. Il semble donc que les protéines LEA peuvent, selon leur nature, moduler de manière différente les propriétés physico-chimiques du milieu et exercer ainsi différentes fonctions protectrices.

### Perspectives

Ces travaux ouvrent de nouvelles pistes de recherche sur la fonction protectrice des protéines LEA et des perspectives biotechnologiques pour la protection et la stabilisation de protéines propices à l'agrégation sous l'effet de traitement thermomécaniques existant dans l'industrie (thermisation, séchage, dispersion, congélation). Ces résultats sont également précurseurs pour la mise en œuvre de nouveaux outils de contrôle de la qualité des semences. Afin de tester cette hypothèse, nous avons entrepris de caractériser *in vivo* la fonction de PM25 grâce aux mutants Tnt1 *pm25* de *Medicago truncatula* (collaboration Samuel Noble Foundation, USA).

### Partenaires

Prof. F.A. Hoekstra, Department of Plant Physiology, Wageningen University, 6703BD Wageningen, Pays-Bas.

D. Renard, Assemblage des Protéines Végétales, UR Biopolymères, Interactions, Assemblages, Centre Angers-Nantes.

### Bibliographie

■ Buitink J., Leprince O. 2008. Intracellular glasses and seed survival in the dry state. *Comptes rendus Biologies* 331, 788 -795.

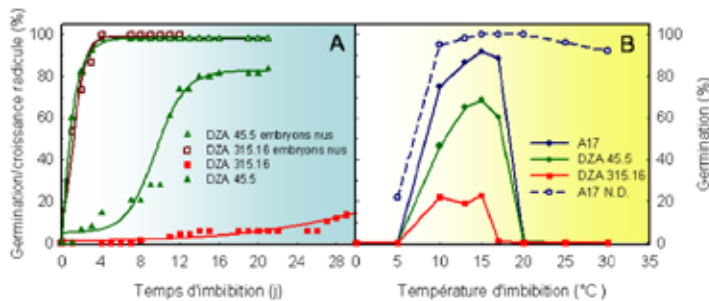
■ Boucher V., Buitink J., Lin X., Boudet J., Hoekstra F.A., Hundertmark M., Renard D., Leprince O. 2010. MtPM25 is an atypical hydrophobic late embryogenesis-abundant protein that dissociates cold and desiccation-aggregated proteins. *Plant Cell & Environment* 33, 418-430.

■ Tunnacliffe A., Hinch D.K., Leprince O., Machereel D. 2010. LEA proteins : versatility of forms and function. *Topics in Current Genetics*, sous presse.

### Contact

Olivier LEPRINCE, UMR 1191 Physiologie moléculaire des semences (INRA/Université d'Angers, Agrocampus Ouest), ARES, 16 bd Lavoisier, 49045 Angers cedex 01.

Mél : Olivier.leprince@agrocampus-ouest.fr



Courbes de germination de graines scarifiées de *Medicago truncatula* de différents géotypes (DZA315.16 ; DZA 45.5 ; A17). A. Effet de la durée de l'imbibition à l'obscurité à 20°C sur des graines intactes ou d'embryons disséqués juste après récolte. B. Effet de la température d'imbibition à l'obscurité sur la germination de graines dormantes. Des graines A17 non dormantes (A17 N.D.) servent de témoin afin de montrer d'une part la contrainte des faibles températures (< 10°C) sur la vitesse de germination et d'autre part l'effet de la thermodormance à des températures > 20°C.

## La graine de *Medicago truncatula* : un nouveau modèle génétique pour comprendre la dormance.

### Objectif

La graine de *Medicago truncatula* est largement étudiée en relation avec sa qualité nutritionnelle et physiologique. Cependant, il n'existe pas de données précises concernant la dormance chez cette espèce. Constitue-t-elle un modèle alternatif par rapport aux graines d'*Arabidopsis* ? Comment contourner la dormance lorsque cet état physiologique constitue un obstacle méthodologique ?

### Contexte

Un consortium international a fait de *Medicago truncatula* le modèle génomique et génétique de légumineuses en vue d'étudier notamment la qualité nutritionnelle et physiologique de la graine. La grande taille de la graine qui permet de disséquer ses différents organes et sa composition en font un modèle intéressant par rapport à *Arabidopsis*. La dormance chez *Medicago* est classée comme une dormance combinée peu profonde de type « PY+PD » (c-à-d une combinaison de dormances physique et physiologiques). Ce type de dormance correspond à une classe restreinte sur le plan phylogénétique et constitue probablement une stratégie d'adaptation à des habitats très spécialisés. Cependant, la dormance de *Medicago truncatula* est très peu caractérisée tant sur le plan physiologique que moléculaire. Cette étude détermine les différents facteurs environnementaux qui participent d'une part à la levée de la dormance physique qui se caractérise par une imperméabilité des enveloppes (dureté des graines) et d'autre part à la dormance physiologique qui peut être levée par le froid ou par une post-maturation à sec.

### Résultats

L'acquisition de la dormance physique, (c-à-d l'incapacité de la graine à s'imbiber, « graines 'dures' »), dépend de l'humidité relative (HR) à laquelle les graines sont séchées. Ainsi, le pourcentage de graines dures augmente progressivement lorsque HR diminue de 75% à 5%. De plus, la vitesse à laquelle la dureté des graines est perdue au cours du temps dépend également de l'HR au cours du séchage : plus celle-ci est faible et plus le temps nécessaire pour lever la dormance physique est long. La dormance physiologique est acquise en fin de maturation lorsque la graine commence à perdre sa chlorophylle. Une étude de la variabilité génétique montre une forte différence de dormance, notamment entre le génotype DZA45.5 et DZA315.16 (Figure). Si on dénude les graines de leurs enveloppes, la différence observée entre les génotypes s'estompe, indiquant ainsi l'importance de l'albumen dans le contrôle de la dormance (Figure). L'étude des effets de la température sur la germination de graines dormantes démontre qu'elles sont soumises à un phénomène de thermodormance au-delà de 20°C (Figure). La dormance est levée de manière très efficace par un traitement à la fluridone, un inhibiteur de la synthèse de l'ABA. Contrairement à *Arabidopsis*, la lumière blanche a un impact négatif sur la germination de graines dormantes de *M. truncatula*. De plus, la levée n'est pas affectée par des traitements aux GA et nitrate comme chez *Arabidopsis*. L'ensemble de nos résultats suggère que la levée de dormance chez *M. truncatula* semble être régulée de manière différente par rapport à d'*Arabidopsis*.

### Perspectives

Les résultats obtenus permettent de proposer un nouveau modèle d'étude pour comprendre la dormance des graines d'intérêt économique dont le comportement diffère de celui d'*Arabidopsis* (laitue, *Bromus* ssp, orge, toutes les espèces concernées par des problèmes de dureté).

### Bibliographie

- Bolingue W, Ly-Vu B, Leprince O, Buitink J. 2010. Characterization of dormancy behaviour in seeds of the model legume *Medicago truncatula*. *Seed Science Research*, sous presse.
- Bolingue WW, 2009 : Rôle de la protéine MtSNF4b dans la post maturation de graines de *Medicago truncatula*, Thèse de doctorat, Université d'Angers.

### Contact

Julia Buitink, UMR PMS (INRA/Université d'Angers, Agrocampus Ouest), ARES, 16 bd Lavoisier, 49045 Angers cedex 01.  
Mél : Julia.Buitink@angers.inra.fr

## Revue scientifique à comité de lecture

- Atkin Owen K., Macherel D. 2009. The crucial role of plant mitochondria in orchestrating drought tolerance. *Annals of Botany*, 103, 581-597.
- Brunel S., Teulat-Merah B., Wagner M.H., Huguet T., Prosperi J.M., Dürr C. (2009) Using a model-based framework for analysing genetic diversity during germination and heterotrophic growth of *Medicago truncatula*. *Annals of Botany*, 1-15.
- Gardarin A., Dürr C., Colbach N. (2009) Which model species for weed seedbank and emergence studies? A review. *European Weed Research Society Weed Research*, 49, 117-130.
- Gimeno-Gilles C., Lelièvre E., Viau L., Malik-Ghulam M., Ricoult C., Niebel A., Leduc N., Limami A.M. (2009) ABA-Mediated inhibition of Germination Is Related to the Inhibition of Genes Encoding Cell-Wall Biosynthetic and Architecture: Modifying Enzymes and Structural Proteins in *Medicago truncatula* Embryo Axis. *Molecular Plant*, 2/1, 108-119.
- Montrichard F., Alkhaloui F., Yano H., Vensel W.H., Hurkma W.J., Buchanan B.B. 2009. Thioredoxin targets in plants: The first 30 years. *Journal of Proteomics*, 72, 452-474.

## Communications colloques

### Communications orales

- Avelange-Macherel M.H., Payet N., Lallanne D., Tolleter D., Burstin J., Macherel D. 2009. Variabilité génétique des protéines de stress LEAM et HSP22 s'accumulant dans les mitochondries de graines de pois. Graines 2009, 2<sup>ème</sup> Colloque National du Réseau Français de Biologie des Graines, Paris, 4-5 juin.
- Bove J., Godin B., Ogé L., Jullien M., Grappin P. 2009. Contrôle de la germination et protéines DELLA : ce que nous apprend *Nicotiana glauca*. Graines 2009, 2<sup>ème</sup> Colloque National du Réseau Français de Biologie des Graines, Paris, 4-5 juin.
- Buitink J. 2009. Royal Gardens Kew – Séminaire à la Millennium Seed Bank, Kew Gardens, Londres, le 28 octobre.
- Châtelain E., Ly Vu B., Buitink J., Montrichard F. 2009. Etat redox des protéines et longévité des graines de *Medicago truncatula*. GDR redoxines. Perpignan, 19-21 août.
- Gallardo K., Bordat A., Le Signor C., Aubert G., Aimé D., Sasoi V., Verdenaud M., Gouzy J., Prosperi J.M., Huguet T., Vandecasteele C., Buitink J., Thompson R., Burstin J. 2009. Génétique et post-génomique chez la légumineuse modèle *Medicago Truncatula* pour disséquer le déterminisme Moléculaire de la com-

position protéique des graines de légumineuses. Graines 2009, 2<sup>ème</sup> Colloque National du Réseau Français de Biologie des Graines, Paris, 4-5 juin.

- Leprince O., Avelange-Macherel M.H., Buitink J., Boucher V., Tolleter D., Mangavel C., Renard D., Macherel D. 2009. Le rôle énigmatique des protéines LEA dans la survie à l'état sec. Colloque de restitution du programme, Construction et Santé du Végétal, Angers, 11 décembre.
- Planchet E., Rannou O., Chevalier C., Ricoult C., Léger J., Küster H., Limami A.M. 2009. Regulatory metabolic processes and signaling in drought stress and/or abscisic acid responses during post-germination of *Medicago truncatula* seedlings. Journée Ouest-Genopole® ; Projet Fédérateur STRESS : Etudes des Métabolismes, Métabolomique et Fluxomique. Rennes, 5 Mai.
- Planchet E., Rannou O., Ricoult C., Limami A.M. 2009. Unravelling the involvement of ABA in the drought-induced modulation of nitrogen metabolic processes during post-germination of *Medicago truncatula* seedlings, Congrès SFBV (Société Française de Biologie Végétale), Strasbourg, 8-10 juillet.
- Raveneau M.P., Coste F., Benamar A., Dürr C., Macherel D. 2009. Effet de la température sur la germination de pois d'hiver et de printemps. Graines 2009, 2<sup>ème</sup> Colloque National du Réseau Français de Biologie des Graines, Paris, 4-5 juin.
- Vandecasteele C., Teulat-Merah B., Buitink J. 2009. Déterminisme génétique de la qualité physiologique des graines chez *Medicago truncatula*. Graines 2009, 2<sup>ème</sup> Colloque National du Réseau Français de Biologie des Graines, Paris, 4-5 juin.

### Posters

- Châtelain E., Buitink J., Ly Vu B., Montrichard F. 2009. Protein redox state and legume seed quality. Graines 2009, 2<sup>ème</sup> Colloque National du Réseau Français de Biologie des Graines, Paris, 4-5 juin.
- Châtelain E., Ly Vu B., Buitink J., Montrichard F. 2009. Protein redox state and legume seed quality. ROS Meeting. Helsinki, 8-10 juillet.
- Dürr C., Mary B., Brunel S. 2009. Nitrogen supply during heterotrophic seedling growth of *Medicago truncatula*. Les réserves végétales et leur importance agronomique et sylvicole. Colloque INRA-UCBN, Caen, 9-10 juin.
- Larrainzar E., Alibert B., Limami A.M., Arrese-Igor C., González E.M. 2009. Involvement of nodule sulfur metabolism in the response of *Medicago truncatula* to drought and recovery. Model Legume Congress (MLC 2009). Asilomar Ground Conference, CA, USA., juillet.
- Pierre J., Dürr C., Teulat-Merah B. 2009. Bases moléculaire et cellulaire

de la croissance hétérotrophe de l'hypocotyle à basses températures chez *Medicago truncatula*. Graines 2009, 2<sup>ème</sup> Colloque National du Réseau Français de Biologie des Graines, Paris, 4-5 juin.

- Pierre J., Dürr C., Teulat-Merah B. 2009. Molecular factors explaining heterotrophic hypocotyl growth differences at low temperature in *Medicago truncatula* contrasting accessions. Plant Genomics and Beyond Conference, Evry, 5-8 juillet.

## Mémoire de thèse

- Bolingue William, Université d'Angers « Elucidation du rôle de Snf4b dans la vigueur germinative des graines de *Medicago truncatula* ».
- Boucher Virginie, Université d'Angers « Analyse fondamentale de protéines de stress de type LEA impliquées dans la tolérance à la dessiccation et l'aptitude à la conservation chez la légumineuse *Medicago truncatula* ».
- Gimeno-Gilles Christine, Université d'Angers « Identification de gènes impliqués au cours de la germination de la légumineuse modèle *Medicago truncatula* ».

## Mémoire de HDR

- Macherel Marie-Hélène, Agrocampus-Ouest, Centre d'Angers, INHP, « Contribution à l'étude du métabolisme des plastides et des mitochondries: impact de stress abiotiques ».
- Teulat-Merah Béatrice, Agrocampus-Ouest, Centre d'Angers, INHP, « Recherche de déterminants génétiques de caractères d'intérêt agronomique : tolérance aux stress abiotiques et qualité des semences ».

## Mémoires de stage

- Candat Adrien, M2 Biologie Végétale Intégrative BioViGPA, Université d'Angers: « Caractérisation fonctionnelle de deux gènes paralogues codant des protéines LEA impliquées dans la tolérance à la dessiccation chez *Arabidopsis* ».
- Deguercy Xavier, M1 Biologie et technologie du végétal, Université d'Angers: « Caractérisation moléculaire des graines de *Castanospermum Australe* récalcitrantes à la dessiccation ».
- Delahaie Julien, M1 Biologie et technologie du végétal, Université d'Angers: « Analyse comparative de la réponse à la dessiccation de graines orthodoxes et récalcitrantes de légumineuses modèles ».
- Losser Etienne, M1 Biologie et Technologie du Végétal, Université d'Angers: « Etude de la longévité de graines de *Medicago truncatula* – Hypothèse de lien entre état redox des protéines et longévité ».



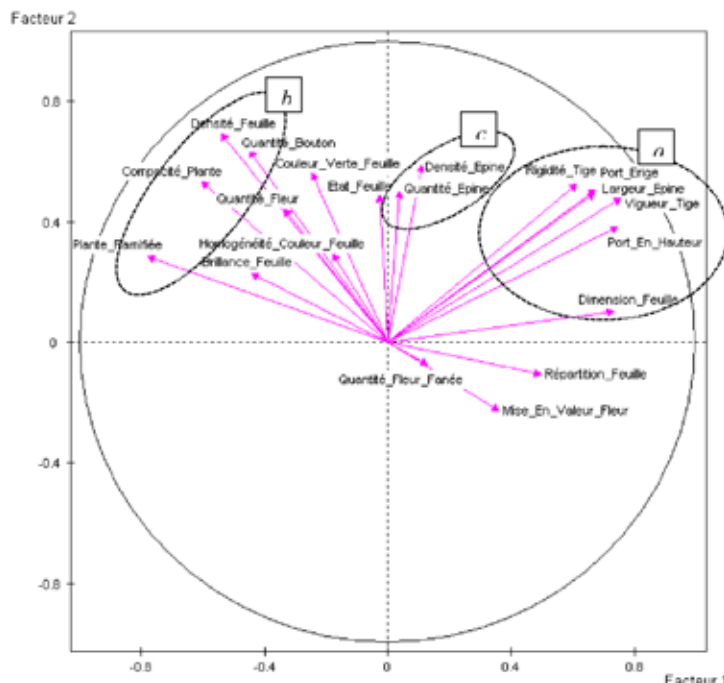


Figure 1 : Premier plan principal de l'analyse en composantes principales des notes moyennes des 37 produits sans les descripteurs des organes floraux (fleurs et boutons). Les deux premiers facteurs expliquent respectivement 26 et 20% de l'inertie totale. Les groupes de descripteurs dépendants (a, b et c) sont entourés par des ellipses.

## Caractérisation de la qualité visuelle du rosier buisson.

### Contexte

En horticulture ornementale, la qualité des plantes intègre comme pour tout végétal la tolérance aux stress abiotiques et aux bioagresseurs mais aussi un critère plus spécifique à l'ornement : la qualité esthétique. L'UMR Sagah a donc développé une méthode et des outils de caractérisation de la qualité visuelle des plantes ornementales avec pour plante modèle d'études le rosier buisson. Le rosier est en effet le produit phare de l'horticulture ornementale avec approximativement 80 millions de plantes en pots et 220 millions de rosiers de jardin vendus chaque année. Enfin, le rosier buisson a un poids important dans l'économie locale, la région de Doué la Fontaine étant le 1<sup>er</sup> bassin de production de plantes greffées en France.

### Objectif

Afin d'écarter tout caractère hédonique dans la mesure de la qualité visuelle, il est nécessaire de développer une méthode objective de mesure qui soit d'une part répétable et reproductible, et d'autre part capable de discriminer les produits au moyen de caractéristiques les plus indépendantes possible. Cette méthode permet de définir les descripteurs visuels pertinents utilisables ensuite pour l'appréciation de la qualité visuelle d'un produit horticole par analyse sensorielle.

## Résultats

A partir d'une liste de plus de 200 descripteurs, obtenue à l'issue de 26 entretiens libres basés sur la description de l'apparence physique d'un ou deux rosiers buissons, une étude préliminaire a permis d'extraire 44 descripteurs en regroupant les termes différents désignant une même caractéristique visuelle et en excluant toute caractéristique hédonique. 37 rosiers (12 lots de 3 rosiers + 1 rosier témoin, commun à l'ensemble des lots) ont alors été caractérisés pour ces 44 descripteurs (échelle à 6 niveaux) ; chaque lot a été évalué par un jury de 3 personnes.

Des traitements statistiques visant à vérifier les propriétés de non ambiguïté, de discrimination et d'indépendance de ces descripteurs ont été effectuées séquentiellement pour sélectionner les descripteurs pertinents. L'ambiguïté d'un descripteur est révélée par le fait que les notes attribuées par les 36 juges au rosier témoin, présentent soit une distribution uniforme, soit une distribution bimodale à deux modes séparés. Sur la figure 2, la distribution présente 2 pics de notation : 40% attribuent la note 2 de couleur nuancée des fleurs et 40% attribuent la note 5 ; un tel descripteur est considéré ambigu et donc non retenu. Le pouvoir discriminant d'un descripteur est estimé par la proportion de lots de plantes significativement différents (test de Friedman). Un descripteur qui ne produit que 3 lots différents ou moins parmi les 12 lots, est considéré non discriminant et n'est donc pas retenu. La propriété d'indépendance entre descripteurs pris 2 à 2 est examinée au moyen des coefficients de corrélation linéaire. La figure 1 montre les 3 groupes de descripteurs les plus fortement corrélés.

A l'issue de ces traitements statistiques, une liste de 18 descripteurs a été sélectionnée. Elle constitue le noyau central de la caractérisation de la qualité visuelle des rosiers buissons. La figure 3 présente les scores extrêmes (notes 1 et 9) pour 12 de ces descripteurs ; ces 12 descripteurs et ces scores ont servi pour noter des rosiers dans un travail en préparation. Cette publication décrit une démarche possible à entreprendre pour valider des descripteurs de qualité esthétique sur rosier buisson, démarche pouvant être reprise pour caractériser d'autres plantes ornementales.

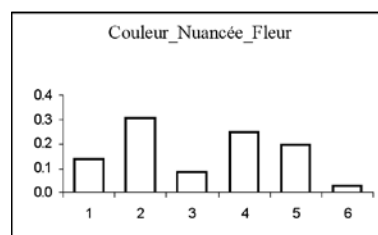
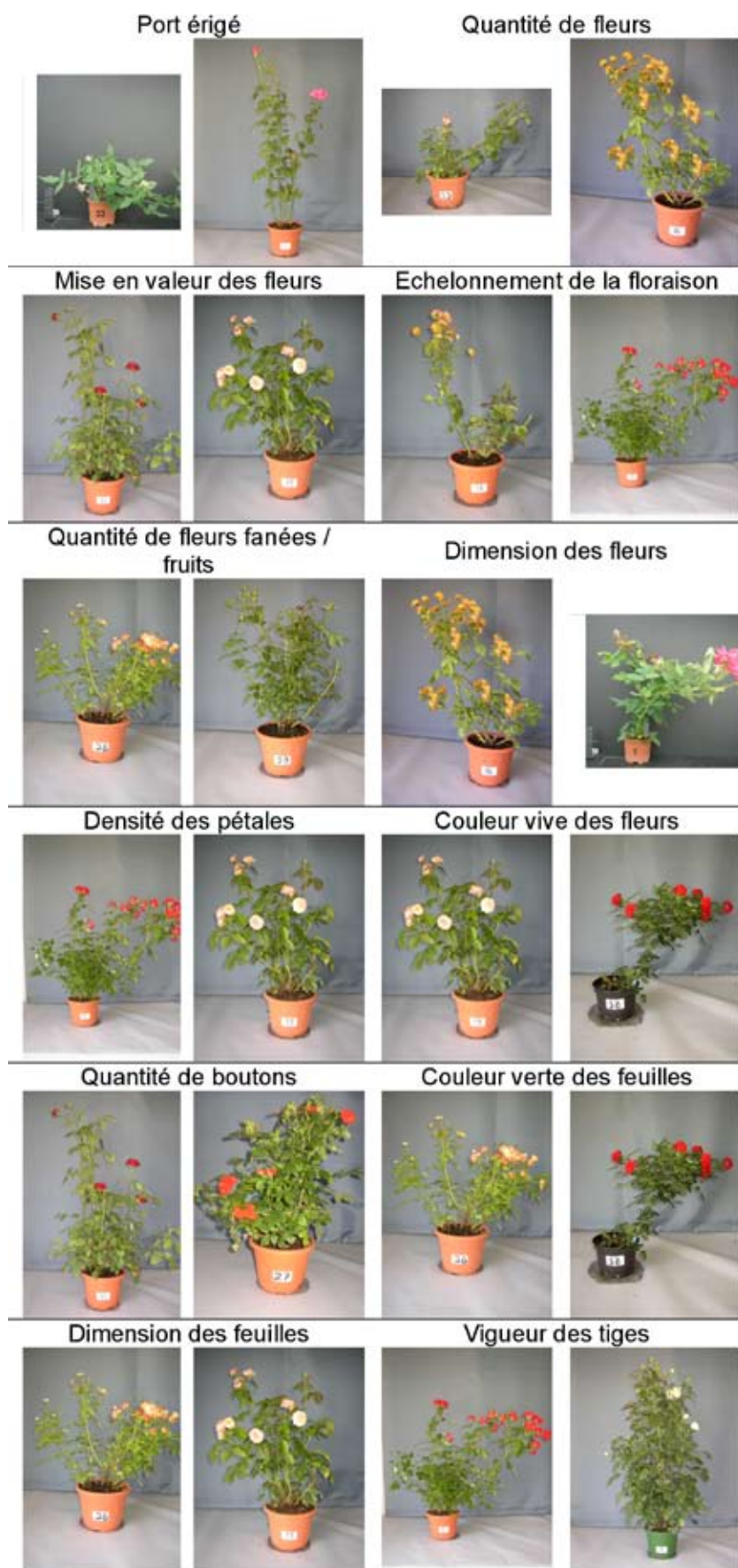


Figure 2 : Exemple de répartition bimodale des notes attribuées au rosier témoin par les 36 juges pour le descripteur couleur nuancée de la fleur.



## Perspectives

La génération d'un nombre limité de descripteurs, en vue de décrire la plante aussi exhaustivement que possible, est une première étape pour l'extension des méthodes classiques d'analyse sensorielle à l'appréciation visuelle des plantes ornementales. Deux applications de ce travail sont en cours de valorisation : (1) l'évaluation de l'impact de la nutrition azotée sur la qualité visuelle du rosier et (2) la détermination des caractéristiques visuelles pouvant expliquer les préférences de consommateurs.

## Partenaire

R. Symoneaux (labo Grappe – ESA), formateur du jury de 12 personnes.

## Bibliographie

■ Boumaza R, Demotes-Mainard S, Huché-Thélier L, Guérin V. 2009. Visual characterization of the esthetic quality of the rosebush. *J. of Sensory Studies*, 24: 774-796.

## Contact

Rachid BOUMAZA, UMR Sagah, Agrocampus-Ouest INHP, 2 rue Le Nôtre, 49045 Angers Cedex 01.

Mél : rachid.boumaza@agrocampus-ouest.fr

Figure 3. Rosiers correspondant aux scores extrêmes des 12 descripteurs choisis par un jury parmi 44 descripteurs testés



## Revues scientifiques à comité de lecture

- Boumaza R., Demotes-Mainard S., Guérin V., Huché-Thélier L. 2009. Visual characterization of the esthetic quality of rose bush. *Journal of Sensory Studies*, 24: 774-796.
- Boutebtoub W., Chevalier M., Maugé JC., Sigogne M., Morel P., Galopin G. 2009. Localising starch reserves in *Mandevilla sanderi* (Hemsl.) Woodson Using a Combined Histochemical and Biochemical Approach. *Hort. Science*, 44(7): 1-5.
- Dusotoit-Coucaud A., Brunel N., Franchel J., Granet F., Chrestin H., Sakr S. 2009. Molecular characterization of sucrose transporter HbSUT6 in relation with rubber production in laticiferous cells. *Journal of Rubber Research*, 12(3), 125-139.
- Dusotoit-Coucaud A., Brunel N., Maurousset L., Kongsawadworakul P., Viboonjun U., Lacoite A., Lemoine R., Julien J. L., Chrestin H., Sakr S. 2009. Sucrose importation into laticiferous cells of *Hevea brasiliensis*, in relation with ethylene stimulation of latex yield. *Annals of Botany*, 104(4): 35-47.
- Mathot M., Thélier-Huché L., Lambert R. 2009. Sulphur and nitrogen content as sulphur deficiency indicator for grasses. *Europ. J. Agronomy*, 30: 172-176.
- Morel P., Galopin G., Donès N. 2009. Using architectural analysis to compare the shape of two hybrid tea rose genotypes. *Scientia Horticulturae*, 120: 391-398.

## Revues techniques

- Morel P., Galopin G., Boutebtoub W., Gardet R., Laquerre A. 2009. Réalisation d'une chambre de culture à faible coût pour la conduite d'une plante hortico- le exigeante en lumière. *Le Cahier des techniques de L'INRA*, 67: 17-30.

## Communications colloques

### Communications orales

- Bergougnot V., Girault T., Henry C., Rolcik J., Huché-Thélier L., Viémont J. D., Leduc N., Pelleschi-Travier S. 2009. DRM and its relation with auxin during bud burst in *Rosa x hybrida* L. 3rd International Symposium on Auxins and Cytokinins in Plant Development; 10-14 juin, Prague, République Tchèque.
- Dusotoit-Coucaud, N., Brunel, J., Franchel, H., Chrestin, F., Granet, S., Sakr 2008. Molecular characterization of sucrose transporter HbSUT6 in relation with rubber production in laticiferous cells.
- Boumaza R., Demotes-Mainard S., Guérin V., Huché-Thélier L., Le Coz E. 2009. Qualité esthétique du rosier buisson. Les 5èmes Rencontres du Végétal, 13-14 janvier 2009, Angers, France.
- Boumaza R., Demotes-Mainard S., Guérin V., Huché-Thélier L., Le Coz E., Pelleschi-Travier S., Symonneaux R. 2009. Qualité esthétique du rosier buisson. 5èmes Rencontres du végétal : Quelle qualité pour demain, quels moyens mettre en œuvre pour l'atteindre ? 13-14 janvier, Agrocampus-Ouest INHP, site d'Angers, p.113-114.

- Boumaza R., Demotes-Mainard S., Guérin V., Huché-Thélier L., Le Coz E., Pelleschi-Travier S., Symonneaux R. 2009. Caractérisation esthétique du rosier et préférences des consommateurs. 5èmes Rencontres du végétal: Quelle qualité pour demain, quels moyens mettre en œuvre pour l'atteindre ? 13-14 janvier Agrocampus-Ouest INHP, site d'Angers, p.117-118.

- Kapusta V., Boumaza R., Cadic A., Guérin V. 2009. Formalisation du concept de qualité dans les filières horticoles d'ornement. 5èmes Rencontres du végétal: Quelle qualité pour demain, quels moyens mettre en œuvre pour l'atteindre? 13-14 janvier Agrocampus-Ouest INHP, site d'Angers, p.97-98.

## Mémoires de thèse

- Boutebtoub W. 2009. « Gestion du métabolisme carboné de *Mandevilla sanderi* (Hemsl.) Woodson en réponse à une taille répétée ». Thèse de Doctorat de l'Université d'Angers, 131 p.

## Mémoires de stage

- Le Coz E. 2009. « Etude des effets de la restriction hydrique sur le rosier buisson ». Mémoire de fin d'études Ingénieur ESA, 62 p., soutenu le 23 octobre 2009.



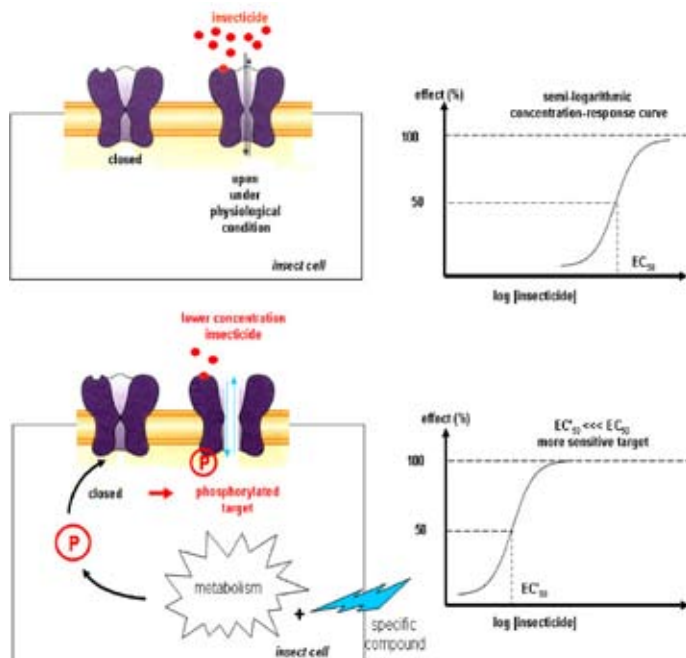


Figure modifiée d'après Lapied et Coll. Trends in Biotechnology, 2009

L'activation d'une voie de signalisation intracellulaire spécifique provoque un changement de conformation de la cible membranaire par phosphorylation ou déphosphorylation. Dans ces conditions, il est possible d'augmenter l'efficacité d'un insecticide donné tout en réduisant les doses utilisées

## Augmenter l'efficacité des insecticides tout en réduisant les doses utilisées

### Objectif

Proposer une nouvelle stratégie de lutte contre les insectes ravageurs basée sur l'utilisation d'un virus insecte comme agent « synergisant » pour activer une voie de signalisation intracellulaire (phosphorylation / déphosphorylation) impliquée dans la régulation des cibles membranaires aux insecticides afin d'augmenter leurs sensibilités tout en réduisant les doses d'insecticides utilisées

### Contexte

Le laboratoire RCIM UPRES EA 2647 / USC INRA 2023 est spécialisé dans l'étude du mode d'action des insecticides pour proposer des nouvelles stratégies de lutte contre les insectes ravageurs des cultures. Suite au Grenelle de l'Environnement, qui recommande une réduction de 50 % de l'usage des pesticides et dans le cadre du programme EcoPhyto 2018, il a été développé un programme de recherche portant sur l'augmentation de l'efficacité des insecticides tout en réduisant les doses utilisées.

## Résultats

Cette année, les études électro-pharmacologiques réalisées au sein du laboratoire ont permis de mettre en évidence que les cibles des insectes sont régulées par des mécanismes intracellulaires de phosphorylation (protéines kinases de type PKA, PKC, CamKinase II) et/ou déphosphorylation (protéines phosphatases de type PPIA, calcineurine). Ces voies de signalisations spécifiques toutes calcium-dépendantes, une fois activées, induisent des changements de conformations de la cible. Ces modifications fonctionnelles favorisent une meilleure interaction molécule-cible responsable de l'augmentation de l'efficacité d'un insecticide donné d'un facteur 100, tout en réduisant les doses utilisées de façon significative. Cette caractéristique physiologique originale nous permettrait de proposer une stratégie basée sur l'utilisation d'un virus spécifique insecte comme agent « synergisant » pour activer spécifiquement, via une augmentation du calcium intracellulaire, une voie de signalisation intracellulaire spécifique afin d'obtenir des cibles plus sensibles aux insecticides tout en diminuant les doses.

### Perspectives

Les impacts d'une telle stratégie sont doubles : 1) scientifique car elle permet d'obtenir un effet synergique par l'association d'un agent synergisant et d'une substance active insecticide utilisée à faible et 2) socio-économique puisqu'elle est en parfaite adéquation avec le programme EcoPhyto 2018 (réduction de la dose tout en augmentant l'efficacité) avec des perspectives de développement industriel intéressant.

### Partenaires

Arysta-LifeSciences – NPP (Pau).  
Laboratoire Inserm U646 Ingénierie de la Vectorisation Particulaire (Angers).

### Bibliographie

■ Lapied B, Penetier C, Apaire-Marchais V, Licznar P, Corbel V. 2009. Innovative applications for insect viruses: towards insecticide sensitization. *Trends in Biotechnology*, 27, 190-8 IF 8.212.

### Contact

Bruno Lapied  
Mel : bruno.lapied@univ-angers.fr



### Revues scientifiques à comité de lecture

- Es-Salah Z, Lapied B, Le Goff G, Hamon A. 2008. RNA editing regulates insect gamma-aminobutyric acid receptor function and insecticide sensitivity. *Neuroreport*. 2008 Jun 11;19(9):939-943.
- Gautier H., Auger J., Legros Ch. & Lapied B. 2008. Calcium-activated potassium channels in insect pacemaker neurons as unexpected target site for the novel fumigant dimethyl disulfide. *J. Pharmacol. Exp. Ther.*, 324, 149-159.
- Lapied B, Penetier C, Apaire-Marchais V, Licznar P, Corbel V. 2009. Innovative applications for insect viruses: towards insecticide sensitization. *Trends Biotechnol.*, 27(4):190-8.
- Lavalie-Defaix C, Moignot B, Legros C, Lapied B. 2010. How does calcium-dependent intracellular regulation of voltage-dependent sodium current increase the sensitivity to the oxadiazine insecticide indoxacarb metabolite, DCJW, in insect pacemaker neurons? *J Pharmacol Exp Ther*. 2010 Jan 7. [Epub ahead of print].

### Communications colloques

- Moignot B., Lavalie-Defaix C., Lapied B., et Legros C. Modulation de l'efficacité des insecticides de la famille des oxadiazines dans un modèle neuronal d'insecte. 39ème congrès du groupe Français des pesticides, Toulouse, 13-15 mai 2009
- Legros C. Ingénierie de « minicanaux potassium Kv1.X »: Etudes des relations structure-fonction des canaux potassium humains. Sanofi-Aventis, sanofi-aventis recherche & développement, Centre de recherche, Vitry-sur-Seine. 21 octobre 2009.
- Lavalie-Defaix C., Legros C., Apaire-Marchais V., Licznar P, & Lapied B. «Le neurone de moustique : un nouveau modèle clé dans la stratégie de lutte anti-vectorielle» Journée Scientifique du SCIAM (Service Commun d'Imagerie et d'Analyses Médicales), Angers, janvier 2009.
- Bodereau B., Thany S.H. & Lapied B. An atypical insect alpha-bungarotoxin-insensitive nAChR2 express different sensitivity to neonicotinoids. 10<sup>ème</sup> Colloque «Club de Neurobiologie des Invertébrés» Dijon, 22-23 mai 2009.
- Mohamed A., Thany S.H., & Lapied B. Unexpected dual neurotoxic effects of the most commonly used repellent DEET on insect central nervous system. 10<sup>ème</sup> Colloque «Club de Neurobiologie des Invertébrés» Toulouse, 22-23 mai 2009.

### Mémoires de stage

- Bourdin Céline : M2 Recherche Alérations des Systèmes Biologiques – Angers.
- Steinmetz Amandine : M2 Recherche Alérations des Systèmes Biologiques – Angers.
- Bouabid Safa : M2 Recherche Alérations des Systèmes Biologiques – Angers.

## Revues scientifiques à comité de lecture

- Alomar K., Khan M.A., Allain M., Bouet G. 2009. Synthesis, crystal structure, and characterization of 3-thiophene aldehyde thiosemicarbazone and its complexes with cobalt(II), nickel(II) and copper(II). *Polyhedron*, 28, 1273-1280 (2009).
- Bertrand S., Larcher G., Landreau A., Richomme P., Duval O., Bouchara J.-P. 2009. Hydroxamate siderophores of *Scedosporium apiospermum*. *Biometals*, 22, 1019-1029.
- Bouet G., Khan M.A. : "Vitamin D3 and analogs and their complexes with metal ions". in "Molecular and Supramolecular Bioinorganic Chemistry. Applications in Medical Sciences". ISBN 978-1-60456-679-6. Nova Sciences Publishers, Hauppauge, New-York, USA (2009).
- Colin-Henrion M., Mehinagic E., Renard C., Richomme P., Jourjon F. 2009. From apple to applesauce: processing effects on dietary fibres and cell wall polysaccharides. *J. Food Chem.*, 117(2), 254-260 (2009).
- Derbre S., Lecat-Guillet N., Pillon F., Ambroise Y. 2009. Synthesis and evaluation of photoreactive probes to elucidate iodide efflux in thyrocytes. *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, 19(3), 825-827.
- Djedouani A., Boufas S., Bendaas A., Allain M., Bouet G. 2009. Bis(3-acetyl-6-methyl-2-oxo-2H-pyran-4-olato)bis(dimethyl sulfoxide)nickel(II). *Acta Cryst.* E65, m1205-m1206.
- Dulac A., Guilet D., Gonnet J.-F., Lambert C., Richomme P. 2009. Genus *Hydrangea* : diversity of pigments and phenolic compounds. *Planta Med.*, 75, 931-931.
- Ferchichi L., Le Ray Am A.-M., Guilet D., Litaudon M., Awangt K., Hamid A., Hadi A., Richomme P. 2009. Bio-active secondary metabolites from two Malaysian Clusaceae: *Calophyllum flavo-ratum* and *C. wallichianum*. *Planta Med.*, 75, 912-912.

- Makhloufi-Chebli M., Hamdi M., Silva A.M.S., Duval O., Helesbeux J.-J. 2009. 2H-pyran-2-one-3-carbothioamide derivatives: Synthesis and reaction with hydrazine hydrate. *J. Heterocyclic Chem.*, 46,1, 18-22.
- Mezache N., Derbre S., Akkal S., Laouer H., Séraphin D., Richomme P. 2009. Fast counter current chromatography of *n*-butanolic fraction from *Senecio giganteus* (Asteraceae). *Nat. Prod. Res.*, 4(10), 1357-1362.
- Morel S., Landreau A., Litaudon M., Derbre S., Fournier S., Richomme P. 2009. Phytochemical study and biological evaluation of the stem of *Derris ferruginea* Benth. *Planta Med.*, 75, 949-949.
- Nicolle E., J. Boccard, Guilet D., David, Dijoux-Franca M.-G., Zelefac F., Macalou S., Grosselin J., Schmidt J., Carrupt P.-A., Di Pietro A. 2009. Breast cancer resistance protein (BCRP/ABCG2): New inhibitors and QSAR studies by a 3D linear solvation energy approach. *Eur. J. Pharm. Sci.*, 38(1), 39-46.
- Queiroz E., Zanolari F., Marston A., Guilet D., Burgener L., De Queiroz Paulo M., Hostettmann K. 2009. Two new tropane alkaloids from the bark of *Erythroxylum vacciniifolium* Mart. (Erythroxylaceae). *Nat. Prod. Comm.*, 4(10), 1337-1340.
- Ramalho-Mercê A.L., Nicolini J., Khan M.A., Bouet G. 2009. Qualitative study of supramolecular assemblies of  $\beta$ -cyclodextrin and cholecalciferol and the cobalt (II), copper (II) and zinc (II) ions. *Carbohydrate Polymers*, 77, 402-409.
- Thi Bao Nguyen V., Darbour N., Bayet C., Doreau A., Raad I., Imad, Binh Phung H., Dumontet C., Di Pietro A., Dijoux-Franca M.-G., Guilet D. 2009. Selective modulation of P-glycoprotein activity by steroidal saponins from *Paris polyphylla*. *Fitoterapia*, 80(1), 39-42.
- Zelefac F., Guilet D., David, Fabre N., Bayet C., Chevalley S., Ngouela S., Ndjakou Lenta B., Valentin A., Tsamo E., Dijoux-Franca M.-G. 2009. Cytotoxic and antiplasmodial xanthenes from *Pentadesma butyracea*. *J. Nat. Prod.*, 72(5), 954-957.

## Ouvrage et chapitre d'ouvrage

- Bouet G., Khan M.A. 2009. Vitamin D<sub>3</sub> and analogs and their complexes with metal ions. in "Molecular and Supramolecular Bioinorganic Chemistry. Applications in Medical Sciences". ISBN 978-1-60456-679-6. Nova Sciences Publishers, Hauppauge, New-York, USA.

## Communications colloques

### Communications orales

- Richomme P. 2009. Innovative Techniques for Plant Analysis, « Biology, Chemistry, Pharmacology and Industrial Applications of Plants of the Americas », 8-11 novembre, Vina del Mar, Chili (conférence sur invitation).

## Mémoire de thèse

- Bertrand S. : « Les sidérophores de *Scedosporium apiospermum* : identification, synthèse et applications ». Thèse de doctorat de l'Université d'Angers soutenue le 28 septembre 2009.

## Mémoires de stage

- Blanchet Elodie, M2 : Valorisation des Ressources Végétales, Strasbourg.
- Leroux Gaël, M2 : Bio-signalisation Cellulaire et Moléculaire, Angers.
- Toure Kaatio, M2 : Génomique et Productivité Végétale, Paris VII.



© LBPV, Université de Nantes, P. Delavault

Poussière de graines d'orobanche

## Un test TaqMan pour évaluer les contaminations des semences et des sols par les graines d'Orobanche.

### Objectif

L'objectif est de développer une méthode d'identification et de quantification des graines d'orobanche dans des matrices de nature relativement différente, utilisable pour l'évaluation de la contamination de lots de semences et des sols. Cet outil doit être très sensible et conçue pour l'analyse d'un grand nombre d'échantillons. La stratégie TaqMan couplée à la PCR quantitative en temps réel répond à ses objectifs.

### Contexte

Enrayer l'expansion de l'orobanche en Europe est un véritable challenge, en raison notamment du taux de reproduction élevé du parasite (jusqu'à 500 000 graines par plante) et de la forte dissémination de ses graines minuscules (200-300  $\mu\text{m}$ , cf. photo, Holm et al., 1997). L'homme, les animaux et les machines agricoles participent à cette dissémination. Les fourrages et les lots de semences contaminés sont également suspectés comme vecteurs de dissémination. La diagnose d'orobanche est rendue difficile par la petite taille des graines. Une méthode conventionnelle repose sur l'isolement des graines et leur observation sous loupe binoculaire. Des marqueurs moléculaires sont également disponibles pour des diagnostics PCR (Schneeweiss et al., 2004 ; Roman et al., 2007), qui sont néanmoins lourds à mettre en place, très consommateurs de temps, non quantitatifs, et inadaptés pour un débit élevé d'analyses. En parallèle, la PCR quantitative en temps réel est une méthode PCR (sondes fluorescentes) très sensible qui est désormais largement utilisée pour l'identification d'OGM et de stades précoces de maladies infectieuses. L'efficacité d'une telle méthode a été évaluée vis-à-vis d'échantillons bruts de semences (colza, tournesol).

### Résultats

Les séquences ITS de colza, de tournesol et des orobanches, *Phelipanche ramosa* et *Orobanche cumana*, ont été séquencées. Avec une similarité de 86%, les séquences des deux orobanches sont suffisamment divergentes pour permettre leur différenciation. Malheureusement, il n'a pas été possible de développer un seul et même set d'amorces ITS/sonde pour les deux espèces d'orobanche. Ainsi, deux sets spécifiques ont été développés pour quantifier séparément *P. ramosa* et *O. cumana* dans des extraits d'ADN de colza et de tournesol. La spécificité du test TaqMan a été validée vis-à-vis de l'ADN, potentiellement contaminant, d'adventices majeurs des cultures. Son seuil de détection est de 0,1 mg d'orobanche dans 20g de semences (taux de contamination : 0,0005%), ce qui équivaut à un niveau de contamination de 1250 graines d'orobanche par kg de semences. Avec un semis de 2,5 kg ha<sup>-1</sup> (recommandation), une telle contamination engendre une entrée d'au plus 3125 graines par ha, soit 0,3 graine par m<sup>2</sup>. Kebreab et Murdoch (2001) ont prédis par modélisation qu'une gestion durable du parasite était possible en maintenant le stock grainier du sol à un niveau de 1000-2000 graines par m<sup>2</sup>. On peut ainsi s'interroger sur le risque potentiel d'aggravation de l'infestation avec un apport d'au plus 0,3 graine d'orobanche par m<sup>2</sup>. Le seuil de détection peut être réduit d'un facteur 1000 (12 graines d'orobanche par kg de semences) si le test est réalisé sur les résidus obtenus après filtration des lots de semences. Ce protocole n'est cependant plus compatible avec une exploitation à haut débit du test TaqMan.

### Perspectives

Le transfert du test TaqMan à la filière semencière a été réalisé avec succès et y constitue désormais un outil à la décision concernant les lots de semences potentiellement contaminés par l'orobanche. Ce test est également efficace pour une quantification des graines d'orobanche dans le sol. Une étape d'isolement des graines par flottaison est néanmoins nécessaire. Le transfert du test au CETIOM est à l'origine d'un programme CASDAAR (2010-2012) visant à évaluer l'efficacité de diverses pratiques culturales (plantes faux hôtes et plantes pièges) sur la gestion des stocks grainiers (orobanche) des sols.

### Partenaires

Oléosem et CETIOM : partenaire scientifique et technique.

### Contact

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



## Revues scientifiques à comité de lecture

- Abbes Z., Kharrat M., Delavault P., W. Chaïbi and Simier P. 2009. Nitrogen and carbon relationships between the parasitic weed *Orobancha foetida* and susceptible and tolerant faba bean lines. *Plant Physiology and Biochemistry*, 47, 153-159.
- Abbes Z., Kharrat M., Delavault P., Chaïbi W. and Simier P. 2009. Osmoregulation and nutritional relationships between *Orobancha foetida* and faba bean. *Plant Signaling and Behavior*, 4(4), 336-338.
- De Zélicourt A., Montiel G., Pouvreau J.-B., Thoiron S., Delgrange S., Simier P. and Delavault P. 2009. Susceptibility of *Phelipanche* and *Orobancha* species to AAL-toxin. *Planta*, 230, 1047-1055.
- Pérez-de-Luque A., Fondevilla S., Perez-Vich B., Aly R., Thoiron S., Simier P., Castillejo MA, Fernandez JM, Jorin J., Rubiales D and Delavault P. 2009. Understanding broomrape-host plant interaction and developing resistance. *Weed Research*, 49, 8-22.
- Véronési C., Delavault P. and Simier P. 2009. Acibenzolar-S-methyl induces resistance in oilseed rape (*Brassica napus* L.) against branched broomrape (*Orobancha ramosa* L.). *Crop Protection*, 28, 104-108.

## Communications colloques

### Communications orales

- Abbes Z., Kharrat M., Chaïbi W. and P. Simier 2009. Effect of *Orobancha foetida* parasitism on carbohydrates and organic acid composition in faba bean. p31, 10<sup>th</sup> World congress on Parasitic Plants (International Parasitic Plants Society, IPPS), 8-12 Juin (Kusadasi, Turquie).

- Gauthier M., Dauvergne X., Voisin M., Leflon M., Micaelli L., Quenouille J., Duffé P., Manzanares-Dauleux, M., Véronési C., Delavault P., Delourme R. and P. Simier 2009. Broomrapes in the French agriculture: state of the art concerning levels of infestation, aggressiveness and genetic diversity of the parasite, breeding and host resistance. 7<sup>ème</sup> Colloque National de la Société Française de Phytopathologie, 8-11 juin (Lyon, France).
- Peron T., Draie R., Pouvreau J.B., Véronési C., Thoiron S., Delavault P. and P. Simier 2009. Molecular, biochemical and histological characterization of the sucrose-degrading enzymes involved in the sink-strength of *Phelipanche ramosa*. 10<sup>th</sup> World congress on Parasitic Plants (International Parasitic Plants Society, IPPS), 8-12 Juin (Kusadasi, Turquie).
- Thoiron S., De zélicourt A., Montiel G., Mainson D., Pouvreau J.B., Simier P. and P. Delavault 2009. Implication of HaDEF1 defensin in sunflower resistance to *Orobancha cumana*. p. 142, 10<sup>th</sup> World congress on Parasitic Plants (International Parasitic Plants Society, IPPS), 8-12 Juin (Kusadasi, Turquie).

## Mémoires de thèse

- Draie, Rida, Université de Nantes : « Effet du greffage sur la productivité de la tomate en conditions de non infestation et d'infestation par l'orobanche. Caractérisation d'une invertase acide, enzyme majeure de la force de puits du parasite ». Septembre 2009. Directeur de thèse : Philippe Simier ; co-encadrant : Séverine Thoiron.

## Mémoires de stage

- Bouteloup Adeline, Master I Biologie de l'Environnement, Université de Nantes : « Etude de la sensibilité à l'orobanche rameuse du blé et de quelques adventices associées ». Encadrant : Christian Boulet.
- Charpentier Arnaud, Master I Biologie de l'Environnement, Université de Nantes : « Etude de la sensibilité à l'orobanche rameuse du maïs, du pois d'hiver, du lin, de la féverole et de quelques adventices associées ». Encadrant : Christian Boulet.
- Cherie Clément, Master I Biologie de l'Environnement, Université de Nantes : « Etude de la sensibilité à l'orobanche rameuse de l'orge d'hiver, du triticale et de quelques adventices associées ». Encadrant : Christian Boulet.
- Gaudin Zachary, Master 2 Recherche BioVIGPA, Université de Nantes : « Etude de la place de l'azote dans l'interaction colza-orobanche rameuse ». Encadrant : Jean-Bernard Pouvreau.
- Lohoux David, Master I Biologie-Santé Université de Nantes : « Etude de la diversité génétique des populations françaises de la plante parasite *Phelipanche ramosa* ». Encadrant : Marie Voisin.
- Quenouille Julie, Master 2 Recherche BioVIGPA, « Etude de la diversité génétique de l'Orobanche rameuse, plante parasite du colza ». Encadrant : Régine Delourme (UMR APBV, Inra Rheu).
- Robert, Laetitia, Master I Biologie de l'Environnement Université de Nantes : Etude de la sensibilité à l'orobanche rameuse de l'orge de printemps et de quelques adventices associées. Encadrant : Christian Boulet.



## Rubrique libre

### UMT VINITERA, prolongation de la labellisation jusqu'en 2011

#### Résumé

Les UMT (Unités Mixtes Technologiques) ont été instaurées par le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, en application de la loi d'orientation agricoles du 5 janvier 2006 ; elles mettent en œuvre de nouvelles modalités de coopération entre les établissements d'enseignement supérieur et de la recherche agronomique et les organismes professionnels de Recherche – Développement ou de Développement agricoles.

Sur le site d'Angers, sont regroupés des personnels de l'INRA, de l'IFV, de l'ESA et de la CTV, engagés pour une fraction importante de leur temps dans la réalisation d'un programme commun de R&D sur la thématique de la différenciation des vins par l'origine et les pratiques. Au terme d'une première phase - 2006-2009 – l'habilitation de l'UMT Vinitera a été reconduite jusqu'en 2011. La seconde phase prend en compte les évolutions du contexte.

#### Contexte de la réalisation

L'UMT VINITERA a été labellisée en 2006. Elle a bénéficié pendant 3 ans d'un financement CASDAR. En 2009, une évaluation a permis de faire un bilan de cette première phase.

#### Résultats

La dynamique de mise en place de l'UMT s'est traduite par le démarrage d'un travail en partenariat bien avant la reconnaissance officielle du Ministère. Cette collaboration a permis à différentes équipes constitutives de l'UMT de participer à des projets d'envergure nationale et d'accéder à diverses sources de financement, tant régionales que nationales. Elle a aussi permis de développer des projets et des actions qui n'auraient jamais vu le jour sans la mise en commun de compétences dans les domaines des sciences biotechniques et des sciences sociales.

A l'issue des 3 premières années de l'UMT Vinitera, un bilan scientifique et technique de la première phase a été réalisé. Les principaux résultats de la phase I peuvent être résumés ainsi :

- Développement de méthodes innovantes d'analyse de la maturité des raisins et de la qualité et typicité organoleptique des vins.
- Mise en évidence des caractéristiques et des savoirs permettant de définir la typicité d'un vin.
- Observation des pratiques agro viticoles et œnologiques mises en œuvre par les viticulteurs pour la production de vins de terroir.
- Définition d'un nouveau concept « d'itinéraire sociotechnique ».
- Meilleure compréhension de la construction de la typicité par les acteurs et confrontation à la perception de la typicité par les consommateurs.
- Pistes de stratégie marketing pour une valorisation du terroir sur les différents marchés.
- Éléments de compréhension de l'approche sociologique de construction d'un bassin de production par les différents acteurs.
- Analyse, à travers la valorisation faite par les acteurs des études terroirs, de l'étude de l'impact et du transfert des innovations.

#### Perspectives

Le bilan de la première phase a permis, en collaboration avec le conseil scientifique, de réfléchir à une évolution des projets et des actions en fonction des acquis et du contexte actuel. Une seconde phase a été engagée à l'automne 2009. Celle-ci prend en compte l'évolution du contexte, en particulier le Grenelle de l'environnement et ses corollaires (plan EcoPhyto 2018, produits respectant l'environnement et la santé humaine, etc.), la gestion par bassins de production et la mise en place des AOP et IGP, les préoccupations engendrées par le changement climatique ainsi que les aspects économiques. Ces évolutions se traduisent par des aspects organisationnels au niveau de la production mais aussi par des aspects réglementaires. « Le lien à l'origine » devra être désormais inscrit dans les cahiers des charges des AOP françaises ; c'est une obligation communautaire issue de l'OMC. Il va donc falloir argumenter les liens entre les facteurs naturels de l'environnement, les pratiques des acteurs et les caractéristiques des vins produits.

Cette démarche permettra d'une part d'apporter une aide à la caractérisation des produits ainsi qu'à la définition de leur identité, et d'autre part une aide à la construction d'une segmentation des vins grâce à une meilleure prise en compte de l'attente des consommateurs et à une communication adaptée au produit.

#### Partenaires

Unité Vigne et Vin (UE 1117), Centre INRA Angers-Nantes ; Institut français de la Vigne et du Vin (IFV, Val de Loire) ; Ecole Supérieure d'Agriculture d'Angers (Groupe ESA) ; Association « Cellule Terroirs Viticoles » (CTV).

#### Valorisation

Présentation de l'UMT lors d'une conférence de presse au Sival 2007.

Présence de l'UMT dans des contrats - ANR, CASDAR, Leader +

Présentation de l'UMT dans diverses revues techniques nationales et régionales, ainsi que sur le site technique de l'interprofession.

Synthèse des travaux de l'UMT au colloque euroviti du SIVAL 2009.

#### Contacts

Laurence GUERIN, Institut Français de la Vigne et du Vin, Pôle Val de Loire-Centre. Mél. [laurence.guerin@vignevin.com](mailto:laurence.guerin@vignevin.com)

Gérard BARBEAU, INRA, Unité Expérimentale Vigne et Vin – Centre d'Angers. Mél. [gerard.barbeau@angers.inra.fr](mailto:gerard.barbeau@angers.inra.fr)

Frédérique JOURJON, Ecole Supérieure d'Agriculture d'Angers. Mél. [f.jourjon@groupe-esa.com](mailto:f.jourjon@groupe-esa.com)

Etienne GOULET, Cellules Terroirs Viticoles. Mél. [etienne.goulet@vignevin.com](mailto:etienne.goulet@vignevin.com)



## Revues scientifiques à comité de lecture

■ Battaglini A., Barbeau G., Bindi M., Bader F.-W. 2008-2009. European winegrowers' perceptions of climate change impact and options for adaptation. *Regional Environmental Change*: Volume 9, Issue 2 (2009), Page 61.

■ Carey V., Archer E., Barbeau G., Saayman D. 2009. Viticultural terroirs in Stellenbosch, South Africa. III. Spatialisation of viticultural and oenological potential for Cabernet Sauvignon and Sauvignon blanc by means of a preliminary model. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 2009, 43, n° 1, 1-12.

■ Coulon C., Quénel H., García de Cortázar Atauri I., Barbeau G. 2009. La modélisation : un outil de pilotage du couple climat – vigne ? *Revue française d'œnologie*. N° 235, avril-mai 2009. p 15-22.

■ Thiolllet-Scholtus M., Symoneaux R., Thibault C., Morlat R. 2009. Relation entre les caractéristiques sensorielles et les conditions de production de vins rouges haut de gamme du Val de Loire (France). *Revue française d'œnologie*. Décembre 2008-Janvier 2009. N° 233, 1-5.

## Ouvrages et chapitres d'ouvrage

■ Morlat R. 2009. Le sol, la qualité et la typicité des produits : l'exemple du vin (p 100-101). In « Le sol ». *Dossier INRA. Editions Quae c/o INRA*, RD 10, 78026 Versailles Cedex. 183 pp

## Communications colloques

■ Barbeau G. 2009. Changement climatique et changement de pratiques au vignoble : quelles stratégies pour les rouges de Loire ? AG Syndicat rouges, 17 juillet 2009, Tigné (49).

■ Barbeau G. 2009. De la cepa al vino: construcción de la calidad. 2ª jornadas de Viticultura y Enología, Tarija, Bolivia. 10-12 Junio 2009.

■ Barbeau G. 2009. Effets de l'interaction porte-greffe – enherbement sur le comportement agonomique de la vigne (Cabernet franc et Chenin). *Journée technique Interloire*. Tours, 13 mars 2009.

■ Bonnefoy C., Quenol H., Barbeau G. et Madelin M. 2009. Analyse multi scalaire des températures dans le vignoble du Val de Loire. XXIIème Colloque

de l'Association Internationale de Climatologie. Roumanie, août 2009. Actes dans *Geographia Technica*. Numéro spécial 2009, p 85-90.

■ Cadot Y. 2009. Comment choisir sa date de récolte en fonction du produit à élaborer ? *Rendez-vous techniques ligériens « Rouges de Cabernet franc : adapter son itinéraire technique au marché ciblé »*, Fontevraud, 09/07/2009

■ Cadot Y. 2009. La maturité phénologique du Cabernet franc : les enjeux et les pistes à explorer. *Colloque EURO-VITI : contribution de l'innovation viticole, œnologique et du marketing*. 23ème salon SIVAL, Angers, 15 janvier 2009.

■ Cadot Y., Caillé S., Samson A., Barbeau G., Cheynier V. 2009. Sensory dimension of wine typicality related to a terroir by Quantitative Descriptive Analysis, Just About Right analysis and typicality assessment. Colloque international "In Vino Analytica Scientia". Angers, 2-4 juillet 2009.

■ Cadot Y., Champenois R., Chevalier M., Cheynier V. 2009. Extractable and non-extractable flavonoids during winemaking in relation with stage of ripening in grapes of *Vitis vinifera* L. var. Cabernet franc. Colloque international "In Vino Analytica Scientia". Angers, 2-4 juillet 2009.

■ Cadot Y., Cheynier V., Caillé S., Samson A., Barbeau G., Thiolllet-Scholtus M., Chevalier M. 2009. Typicité liée au terroir : de la représentation conceptuelle à la représentation sensorielle. Etude des liens avec les pratiques œnologiques. Séminaire UMR SPO, Supagro Montpellier, 22 octobre 2009.

■ Coulon C., Barbeau G. 2009. Assessment of factors affecting berries composition and wine characteristics by CHAID analysis. 16th international symposium GIESCO. University of California, Davis, USA. July 12-16, 2009.

■ Coulon C., Quénel H., García de Cortázar Atauri I., Barbeau G. 2009. La modélisation : un outil de pilotage du couple climat-vigne ? 49ème Congrès National des œnologues de France. Journée technique 5 juin 2009, Nantes.

■ Delpuech, X., Celette, F., Ripoché, A., Barbeau, G. and Gary, C. 2009. Evaluation of a water balance model for cover cropped vineyards in Mediterranean and Atlantic climate conditions. VIth International Symposium on

Irrigation of Horticultural Crops. Vina del Mar, Chili, 2-6 novembre 2009.

■ Jourjon F., Barbeau G., Siret R., Thiolllet-Scholtus M., Goulet E. 2009. Bilan projet ADAR-VINITERA : Production et qualification des vins, des terroirs aux consommateurs. Documents power-point. ESA Angers, 13 octobre 2009.

■ Scholtus M. 2009. Quels itinéraires agro-viti-œnologiques pour quelles familles de vins ? Exemple de l'AOC Anjou-Villages Brissac. Colloque EUROVITI : contribution de l'innovation viticole, œnologique et du marketing. 23ème salon SIVAL, Angers, 15 janvier 2009.

■ Thiolllet-Scholtus M., Coulon C., Morlat R. 2009. Relationships between practices and terroir for high quality grapes. 16th international symposium GIESCO. University of California, Davis, USA. July 12-16, 2009.

■ Thiolllet-Scholtus M., Sarrazin F., Badié M., Barbeau G. 2009. Design of a participatory research to study the contributive factors in the building of wines fame. *IFSA International Conference "Farming systems design 2009"*. Monterey, Ca, USA. August 23-26, 2009.

## Documents de transfert et animation de la recherche

■ Barbeau G. 2009. La vigne en Anjou-Saumur, Biodiversité, paysages et terroirs. Exposition organisée par Terre des Sciences à la maison de la Technopole. Angers. 12 janvier au 6 mars 2009.

■ Barbeau G. 2009. Rapport d'activités 2008 de l'UEVV. Rapport interne. Février 2009, 52 p.

■ Barbeau G., Vital C. 2009. 2009, un grand cru ? Emission 7 à dire Viticulture, Angers 7. [http://www.dailymotion.com/video/xazbmy\\_7-a-dire-sem-44\\_news](http://www.dailymotion.com/video/xazbmy_7-a-dire-sem-44_news).

■ Desrues M-A. 2009. Approche sociologique des savoirs et savoir-faire viticoles : de l'itinéraire technique à l'itinéraire sociotechnique. Rapport UMT Vinitera. Février 2009, 46 p.

■ Drugeon P. 2009. Contribution critique à l'étude des savoirs et des savoir-faire viticoles liés à la typicité du terroir. Rapport UMT Vinitera. Février 2009, 91 p.



- Jourjon F., Barbeau G., Siret R., Thiolllet-Scholtus M., Goulet E. 2009. Compte-rendu final du projet : Production et qualification des vins, des terroirs aux consommateurs. Rapport UMT Vinitera. Septembre 2009, 89 p.
- Morlat R. 2009. Etude de la construction de la qualité et de la typicité, à travers une enquête sur la chaîne de production de vins AOC médaillés en Val de Loire. *Rapport d'étude*, 54 p.
- Morlat R. 2009. Etude des terroirs viticoles rétais en 2008 : Suivi climatique, composition des baies et terroirs, résultats de l'essai des Filattes. *Rapport d'étude*, 34 p.
- Morlat R. 2009. Sol, vigne, raisin et vin : effets des apports de matières organiques. *Ad Litteram*, 22, p 2.
- Thiolllet-Scholtus M., Coulon C., Cadot Y., Sarrazin F., Morlat R. 2009. Une recherche sur la typicité des vins et ses liens avec les terroirs : application à l'AOC Anjou-Villages Brissac. Rapport d'étape année 2008. Avril 2009. 12 p.
- Vaillant JF., Quénot H., Barbeau G. 2009. Le changement climatique menace la qualité du vin (pays de la Loire). TFI, Journal de 20 heures – Rubrique Sciences et techniques. 2009-07-15.
- Neethling E. 2009. Etude de la différenciation de maturité du raisin en relation avec le milieu et les pratiques agro-viticoles des viticulteurs, millésime 2009. M1 européen Vintage de l'ESA d'Angers, juillet-août 2009.
- Scapin-Rosa R. 2009. Comparaison des cahiers des charges viticoles. M1 européen Vintage de l'ESA d'Angers, juin-août 2009, 28 p.
- Tonus A. 2009. Adaptation des indicateurs viti-environnementaux aux conditions du vignoble du Val de Loire pour établir un diagnostic environnemental des parcelles. M2 Espace Rural et Environnement, Université de Bourgogne, mars-octobre 2009, 38p.
- Tonus A. 2009. Adaptation des indicateurs viti-environnementaux aux conditions du vignoble du Val de Loire pour établir un diagnostic environnemental des parcelles. M2 Espace Rural et Environnement, Université de Bourgogne, mars-octobre 2009, 38p.

### Mémoires de stage

- Bordeaux M. 2009. Traitements statistiques d'une enquête socioéconomique et agroviticoenologique concernant des vins AOC médaillés en moyenne Vallée de la Loire. M1 Mathématiques et Informatique appliquées à l'Actuariat. Institut de Mathématiques Appliquées, Université Catholique de l'ouest, Angers, 106 p.
- Chassaing T. 2009. Résistance durable au mildiou et à l'oïdium chez la vigne. Mémoire de stage de M1 biologie et technologie du végétal de l'Université des sciences et techniques d'Angers.
- Gasneau A. 2009. Structures et paysages viticoles dans le Banat et la Crișana (Roumanie). M1 Géographie-Dynamiques des territoires et paysages. UFR Lettres et Sciences humaines, Université d'Angers. 83 p.

## Rubrique libre

### Unité Expérimentale Horticole

L'année 2009 a été pour l'unité expérimentale horticole une année de transition tant d'un point de vue de son fonctionnement que de celui des essais mis en places.

Faisant suite à son évaluation d'une part et à l'achèvement de l'opération maîtrise des risques d'autre part, certains chantiers ont vu leur aboutissement en 2009.

Sur le site de la Rétuzière, à Querré, la construction d'une installation dédiée au stockage des produits phytosanitaires, à leur préparation, au rinçage et à la gestion des effluents est effective. La conception de ce local, qui se veut pilote, réalisée avec le soutien d'un ergonome nous a permis de mettre en place un système proche de la marche en avant des industries agroalimentaires permettant aux applicateurs de spécialités phytosanitaires de minimiser les risques de contacts et ou de contaminations par ces produits. Cette innovation, d'un point de vue de l'équipement, demande maintenant à être validée en routine par les utilisateurs à travers une organisation du travail adaptée.



Angelys

En terme de personnel, Valentin Fallais agent sur le site de la Rétuzière, est parti à la retraite, et 2 nouveaux collègues sont arrivés :

Jérôme Porcher recruté par concours externe au 1<sup>er</sup> septembre 2009 sur le site de la Rétuzière.

Jocelyn Maquaire qui a réintégré l'INRA le 1<sup>er</sup> novembre 2009 sur le site de Bois l'Abbé.



Abeille sur Ariane

En terme d'essais, le programme Agriculture et Développement Durable Gedupic (accepté par l'ANR en juillet 2006) a pris fin.

GEDUPIC « La protection intégrée des cultures : construire et favoriser une gestion écologique de la santé des plantes » se proposait de construire et d'évaluer des systèmes de protection intégrée prenant en compte les objectifs de gestion écologique selon des méthodes permettant d'explorer des options radicales comme moyen d'investigation. L'UE a participé à ce programme dans la « tâche 3.1.a du WP 3 » : Conception de nouveaux vergers permettant de réduire l'impact des principales maladies du pommier : modélisation et démarche expérimentale. Trois types d'innovations ont été expérimentées et évaluées : la prophylaxie, les variétés partiellement résistantes et les mélanges variétaux. Deux

dispositifs expérimentaux ont été utilisés dans le cadre de ce projet :

- un dispositif « Méthodes à effet partiel » de 1 ha géré par l'UE. Ce dispositif est « multisites », l'UERI de Gotheron-Drôme ayant un dispositif analogue. Les données de ces essais sont en cours d'exploitation.
- un dispositif « Raisonement protection fongicide sur variété peu sensible » de 0,5 ha piloté par l'UMR PaVé en collaboration avec l'UE et l'UERI de Gotheron. Ce dispositif a permis de montrer avec la variété Reine des Reinettes (présentant une résistance partielle à la tavelure), qu'en associant une technique de réduction de l'inoculum primaire l'on pouvait réduire de moitié les traitements fongicides par rapport à la référence Production fruitière intégrée en restant avec une incidence sur fruit tolérable (moins de 2% de pommes tavelées).

L'UE a mis en place durant l'hiver 2006 un verger expérimental dédié à l'étude des « inducteurs de défenses » avec pour objectif d'étudier les possibilités d'intégration des éliciteurs 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, avec quelques résultats qui demandent désormais à être confirmés dans les années à venir. Cet essai est mené conjointement entre l'UE et l'UMR PaVé (chercheurs INRA et Agrocampus Ouest).

Enfin 2009 est l'année du démarrage de l'opération Ecophyto (appel à projet de la Direction Scientifique Econat) qui conjugue à la fois une réflexion sur les méthodologies de conception et d'évaluation des idéotypes végétaux (en particulier pommier) et une expérimentation terrain avec en ligne de mire la réduction de 50% des pesticides en 10 ans. Partant du matériel génétique existant, compte tenu de la longueur des processus de sélection, il s'agit donc, dans un verger déjà établi d'analyser le comportement d'une gamme de variétés, qui présentent des niveaux de sensibilités différents à la tavelure, dans un système de culture à faible intrants en fongicides. Les résultats de cette première année d'expérimentation sont en cours d'exploitation et seront complétés par un nouveau jeu de données en 2010. Sur le site Angevin, cet essai associe l'équipe fruit de l'UMR GenHort, l'équipe tavelure de l'UMR PaVé et l'UE.





1. Pois protéagineux – 2. Marquage du pois à l'urée enrichie au  $^{15}\text{N}$  sous serre – 3. Marquage isotopique du pois en plein champ.

## Les facteurs de variation de la rhizodéposition azotée.

### Objectifs

Notre objectif était de tester l'impact de facteurs tels qu'un stress hydrique, les sources d'azote de la plante, et l'indice de récolte azoté sur la quantité d'azote apporté au sol par le système souterrain du pois protéagineux (*Pisum sativum* L.).

### Contexte

Les légumineuses enrichissent le pool d'azote du sol par leurs parties souterraines laissées après récolte, et par des composés organiques déposés par les racines au cours de la culture. Ces rhizodépôts sont composés d'exsudats, de débris cellulaires, de mucilages, de racines et nodules sénescents. La quantification de la rhizodéposition azotée chez les protéagineux est utile pour mieux raisonner les apports de fertilisants. Cependant, les valeurs de rhizodéposition azotée rapportées dans la bibliographie varient d'un auteur à l'autre, y compris pour le pois protéagineux, espèce la plus étudiée à ce sujet. Cela peut provenir des conditions de culture ou des variétés utilisées. L'impact de ces facteurs sur la rhizodéposition n'a que très peu été mesuré.

### Résultats

Deux expérimentations utilisant l'isotope stable  $^{15}\text{N}$  ont permis de mettre en évidence une forte corrélation entre la teneur en azote de la plante et la quantité d'azote rhizodéposé (Mahieu *et al.*, 2009). Sous serre, la rhizodéposition azotée représente ainsi environ 15% de sa teneur en azote. L'utilisation de mutants de pois non nodulants a montré que la source d'alimentation azotée (minérale et/ou atmosphérique) n'a pas d'impact sur ce résultat. En revanche, des géotypes à indice de récolte élevé peuvent allouer des proportions d'azote sensiblement plus faibles à la rhizodéposition, en comparaison d'autre variétés.

Les stress hydrique a un impact sur la teneur en azote de la plante ; de ce fait, il diminue sensiblement la quantité d'azote rhizodéposé (Mahieu *et al.*, 2009). Chez cette espèce à croissance indéterminée, le stress hydrique effectué au moment de la floraison a plus d'effet sur la teneur en azote de la plante et la rhizodéposition qu'au moment de la production de graines (Mahieu *et al.*, 2009b). Dans les deux cas, le stress hydrique ne modifie ni l'indice de récolte azoté, ni la répartition de l'azote entre les parties aériennes et souterraines du pois.

### Perspectives

Ces résultats peuvent d'ores et déjà être pris en compte dans les calculs de bilans azotés, même s'ils nécessiteraient d'être approfondis et affinés avec de nouvelles expérimentations en conditions de plein champ. Après sa quantification, nous étudions maintenant la rhizodéposition des légumineuses sous l'angle de ses fonctions dans les interactions biotiques souterraines à différents niveaux trophiques. En particulier, nous cherchons à mieux comprendre le rôle de la rhizodéposition dans les interactions plante-microorganismes et plante-microorganismes-plante, en lien avec l'alimentation azotée des cultures dans le cadre des rotations ou encore des associations à base de légumineuses.

### Partenaire

Cette étude a été réalisée en partenariat avec Risoe DTU (Danemark), l'INRA Dijon, et INRA de Laon. Elle a été financée par l'Union européenne (programme intégré GLIP) et l'UNIP. Elle a bénéficié d'une allocation doctorale (S. Mahieu, UE/Région Pays de la Loire).

### Bibliographie

- Mahieu S, Fustec J., Jensen E.S., Crozat Y. 2009. Does labelling frequency affect N rhizodeposition assessment using the cotton-wick method. *Soil Biology & Biochemistry*, 41, 2236–2243.
- Mahieu S, Germon F, Aveline A, Hauggaard-Nielsen H., Ambus P., Jensen E.S. 2009. The influence of water stress on biomass and N accumulation, N partitioning between above and below ground parts and on N rhizodeposition during reproductive growth of pea (*Pisum sativum* L.). *Soil Biology & Biochemistry*, 41, 380-387.

### Contact

Joëlle FUSTEC - Anne AVELINE, UP-SP LEVA, Groupe ESA, 55 rue Rabelais, BP 30738, 49007 Angers cedex 01.  
Mel : j.fustec@groupe-esa.com

## Revues scientifiques à comité de lecture

- Aveline A., M.L. Rousseau, L. Guichard, M. Laurent and C. Bockstaller 2009. Evaluating an environmental indicator: Case study of MERLIN, a method for assessing the risk of nitrate leaching. *Agricultural Systems*, 100: 22-30.
- Corre-Hellou G., M. Faure, M. Launay, N. Brisson and Y. Crozat 2009. Adaptation of the STICS intercrop model to simulate crop growth and N accumulation in pea-barley intercrops. *Field Crops Research*, 113: 72-81.
- Granger S., J. Fustec and D. Orth 2009. Enseignement et formation en matière de fourrages. Enjeux et analyse des pratiques. *Fourrages*, 200: 547-564.
- Hauggaard-Nielsen H., M. Gooding, P. Ambus, G. Corre-Hellou, Y. Crozat, C. Dahlmann, A. Dibet, P. von Fragstein, A. Pristeri and M. Monti 2009. Pea-barley intercropping and short-term subsequent crop effects across European organic cropping conditions. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 85: 141-155.
- Hauggaard-Nielsen H., M. Gooding, P. Ambus, G. Corre-Hellou, Y. Crozat, C. Dahlmann, A. Dibet, P. Von Fragstein, A. Pristeri and M. Monti 2009. Pea-barley intercropping for efficient symbiotic N<sub>2</sub>-fixation, soil N acquisition and use of other nutrients in European organic cropping systems. *Field Crops Research*, 113: 64-71.
- Launay M., N. Brisson, S. Satger, H. Hauggaard-Nielsen, G. Corre-Hellou, E. Kasynova, R. Ruske, E. S. Jensen and M. J. Gooding 2009. Exploring options for managing strategies for pea-barley intercropping using a modeling approach. *European Journal of Agronomy*, 31: 85-98.
- Mahieu S., F. Germon, A. Aveline, H. Hauggaard-Nielsen, P. Ambus and E. S. Jensen 2009. The influence of water stress on biomass and N accumulation, N partitioning between above and below ground parts and on N rhizodeposition during reproductive growth of pea (*Pisum sativum* L.). *Soil Biology and Biochemistry*, 41: 380-387.
- Mahieu S., J. Fustec, E.S. Jensen and Y. Crozat 2009. Does labelling frequency affect N rhizodeposition assessment using the cotton-wick method ? *Soil Biology and biochemistry*, 41: 2236-2243.

- Malézieux E., Y. Crozat, C. Dupraz, M. Laurant, D. Makowski, H. Ozier-Lafontaine, B. Rapidel, S. de Tourdonnet and M. Valantin-Morison 2009. Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models. *Agronomy for Sustainable Development*, 29: 43-62.
- Peigné J., H. Védie, J. Demeusy, M. Gerber, J.F. Vian, Y. Gautronneau, M. Cannavacciuolo, A. Aveline, L.L. Giteau and D. Berry 2009. Techniques sans labour en agriculture biologique. *Innovations Agronomiques*, 4: 23-32.
- Peigné J., J.-F. Vian, M. Cannavacciuolo, B. Bottollier and R. Chaussod 2009. Soil sampling based on field spatial variability of soil microbial indicators. *European Journal of Soil Biology*, 45: 488-495.
- Peigné J., M. Cannavacciuolo, Y. Gautronneau, A. Aveline, J.L. Giteau and D. Cluzeau 2009. Earthworm populations under different tillage systems in organic farming. *Soil & Tillage Research*, 104: 207-214.
- Protin P.V., G. Corre-Hellou, C. Naudin and R. Trochard 2009. Impact des pratiques de fertilisation sur la productivité des prairies et mélanges céréales-protéagineux et la qualité du fourrage. *Fourrages*, 198: 115-130.

## Autres revues scientifiques

- Cluzeau D., G. Perez, M. Guernion, R. Chaussod, J. Cortet, M. Fargette, F. Martin-Laurent, T. Mateille, C. Perrin, J.F. Ponge, N. Ruiz, C. Villenave, L. Rougé, V. Mercier, A. Bellido, M. Cannavacciuolo, D. Piron, D. Arrouays, L. Boulonne, C. Jolivet, P. Lavelle, E. Velasquez, O. Plantard, C. Walter, B. Lermecier-Foucault, S. Tico, J.L. Giteau and A. Bispo 2009. Intégration de la biodiversité des sols dans les réseaux de surveillance de la qualité des sols : exemple du programme-pilote à l'échelle régionale, le RMQS BioDiv. *Etude et Gestion des Sols*, 16: 187-202.
- Naudin C. 2009. Nitrogen nutrition of winter pea-wheat intercrops (*Pisum sativum* L.-*Triticum aestivum* L.): analysis, modelling, and propositions for N-management strategies. *Grain Legumes*: 31.

## Communications colloques

- Carof M. 2009. Les conduites culturales sans travail de sol et avec associations de plantes sont-elles durables ? Eléments de réponse agronomique. Colloque Jeunes Chercheurs - Innovation et agriculture durable, 4 juin 2009.
- Corre-Hellou G., C. Naudin, P. Magoli and M. H. Jeuffroy 2009. Fertilisation azotée d'association céréale-légumineuse. International Workshop: L'Europe de la fertilisation, 3-4 février 2009.
- Corre-Hellou G., M. H. Jeuffroy, B. Carrouée and A. Schneider 2009. Bénéfices environnementaux des protéagineux dans les systèmes de culture innovants. Journée nationale APCA-UNIP-Relance des protéagineux, 23 juin 2009.
- Fustec J. and G. Corre-Hellou 2009. Les associations annuelles céréales-protéagineux : quels potentiels agronomiques et environnementaux ? Colloque régional 'Agriculture & Biodiversité', Chambre d'Agriculture Poitou-Charente / INRA, 7 avril 2009.
- Granger S., J. Fustec and D. Orth 2009. Enseignement et formation en matière de fourrages. Enjeux et analyse des pratiques. Journée AFPP, 50 ans, 10 dec. 2009.
- Justes E., L. Bedoussac, H. Hauggaard-Nielsen, M. H. Jeuffroy, G. Corre-Hellou, J. M. Nolot and E. S. Jensen 2009. Designing and evaluating prototypes of arable cropping systems with intercrops including legumes or legume sole cropping aimed at improving N use efficiency in low inputs farming. Farming Design System Symposium, 23-29th August 2009.
- Lopez-Ridaura S., L. Bernard, J. P. Cohan, G. Corre-Hellou, D. Desclaux, J. Fustec, M. Haefliger, E. Justes, C. Villenave and P. Hinsinger 2009. Designing alternative cropping systems based on durum wheat intercrops in the south of France. PerCom, an interdisciplinary project for integrated multi-scale analysis. Farming Design System Symposium, 23-29th August 2009.

■ Raveneau M. P. 2009. Effet de la température sur la germination de pois d'hiver et de printemps. 2<sup>ème</sup> colloque national du réseau français de biologie des graines - Graines 2009, 4 et 5 juin 2009.

■ Raveneau M. P., F. Coste, A. Benamar, C. Durr and D. Macherel, 2009, Effet de la température sur la germination de pois d'hiver et de printemps. Journées d'information et d'échanges des laboratoires d'analyse de la qualité des semences GEVES, 17-18 septembre 2009.

### Mémoire de thèse

■ Naudin C. Nutrition azotée des associations pois-blé d'hiver (*Pisum sativum* L.-*Triticum aestivum* L.) : analyses, modélisation et propositions de stratégies de gestion », 10 décembre 2009, Université d'Angers.

### Mémoires de stage

■ Denis Emilie, M2 Biovigpa – Agro-Campus-Ouest. « Evaluation de la durabilité agri-environnementale et propositions d'amélioration des pratiques culturales pour des exploitations du projet «Grandes Cultures Economies» ».

■ Gouzy David, MFE Agrocampus-Ouest INHP. « Contribution à l'optimisation de l'association entre deux espèces, le pois et la fêtuque porte-graine : caractérisation de la levée et de la croissance précoce ».

■ Armal Noémie, M1 Agrocampus-Ouest INHP. « Caractérisation de la germination et de la croissance hétérotrophe du pois (*Pisum sativum* L.). Effet de la température pendant la maturation de la graine ».

■ Delmas Mélanie, M1 Agrocampus-Ouest INHP. « Caractérisation de la germination et de la levée du blé dur, de la carotte et de la minette et comparaison au regard des traits des espèces ».

■ Cortes Mora Felipe, stage Recherche & Innovation, Groupe ESA. "Screening of the root development and nitrogen transfer between forage *Brassicaceae* and *Fabaceae* grown intercropped in a minirhizotron system".

### Autre action de communication

■ Naudin C., P. Malagoli and G. Corre-Hellou 2009. Compréhension de l'effet de dynamiques de nutriments azotés sur les associations blé-pois en vue de proposer des stratégies de raisonnement de la fertilisation azotée. Séminaire dans le cadre de l'animation scientifique de l'UMR Agronomie INRA-AgroParitech, Grignon (France), 9 février.





Dégustation de pommes sous lumière rouge dans les cabines d'analyse sensorielle du laboratoire GRAPPE

## Variabilité de la texture et de la composition des parois dans les tissus charnus de la pomme.

### Objectif

L'objectif de ce travail est d'étudier l'évolution des composés des parois cellulaires des pommes au cours des différentes étapes de leur développement et en période de post-récolte dans le but de rechercher d'éventuels marqueurs permettant de prédire la qualité d'usage des pommes.

### Contexte

La variabilité de la texture des fruits constitue un frein à l'essor de leur consommation et affecte leurs procédés de transformation. Une meilleure connaissance de l'origine de cette variabilité est nécessaire pour mettre en œuvre des stratégies raisonnées d'amélioration variétale et de conduite de culture ou d'itinéraires post-récoltes.

Etudier l'origine de cette variabilité sur les pommes constitue l'un des objectifs du projet régional structurant COSAVE (2006-2009, Construction et Santé du végétal) qui rassemble la quasi-totalité des unités de recherche travaillant sur le végétal en région Pays de Loire et dans l'axe « Construction de la matière première végétale et de sa valeur d'usage » pour lequel la

pomme a été retenue comme modèle d'étude de fruit charnu. L'objectif du programme est d'évaluer l'impact des caractéristiques biologiques sur la définition de la maturité organoleptique et sur les caractéristiques physicochimiques inhérentes à la perception de la texture.

Les travaux menés par notre unité ont été centrés sur la recherche de marqueurs biochimiques qui pourraient être associés au développement de la farinosité des pommes au cours de leur conservation. Ils ont fait l'objet d'une étude, démarrée en avril 2008, sur la variété de pommes Braeburn, et réalisée en étroite collaboration avec les unités de recherche des UMR GenHort et BIA.

### Résultats

Le développement des fruits est évalué à différents stades : un échantillonnage est effectué à la fin de la phase de multiplication cellulaire (stade 1); 2 au cours de la phase de grandissement cellulaire (stades 2 et 3) ; 2 au cours de la phase de maturation (stades 4 et 5) et 1 au stade de maturité « optimale » (stade 6). A ce dernier stade, la moitié des fruits était analysée et l'autre moitié stockée pendant 7 semaines à 20°C de façon à exacerber l'apparition de la farinosité dans les fruits (stade 7). Les fruits sont analysés aux 7 stades par la mesure de double compression et la composition de leurs parois cellulaires est étudiée. Les fruits récoltés au stade de maturité optimale et les fruits stockés pendant 7 semaines à 20°C ont également été analysés par un panel de juges experts en analyse sensorielle (15 juges entraînés depuis 1999 pour évaluer la texture des pommes).

L'évaluation sensorielle, réalisée par le panel expert, montre que le positionnement des fruits sur l'arbre n'influence pas la perception sensorielle globale des fruits fraîchement récoltés. A l'issue du stockage ils perdent leur fermeté, leur croquant et la jutosité au profit du développement de la farinosité qui est considérée généralement comme un défaut de qualité par les consommateurs. Une évolution différenciée des caractéristiques sensorielles est observée après un stockage prolongé des fruits en position haute par rapport à ceux en position basse sur les arbres. En effet, au stade 7 (à l'issue du stockage) les fruits positionnés en haut des arbres étudiés sont notés plus croquants, plus fermes au niveau de la chair et de la peau, moins farineux et leur chair est notée moins grossière (Fig. 1).

Généralement la perte de fermeté des pommes est associée à une chute des teneurs en galactose et arabinose accompagnée d'une augmentation

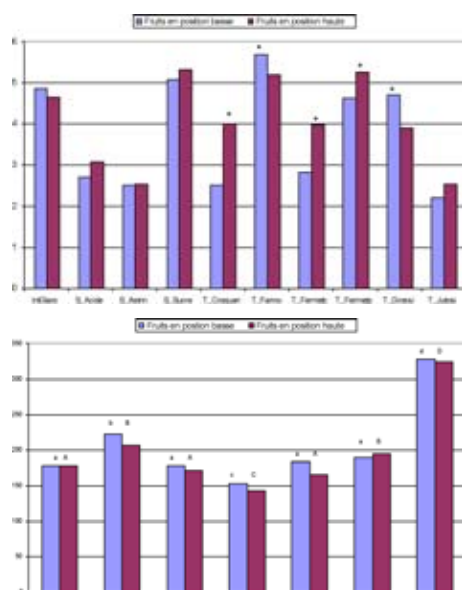


Figure 1 : Profils sensoriels moyens des fruits en position haute et basse récoltés puis stockés pendant 7 semaines à 20°C



de la fraction de pectines solubles avec une faible dépolymérisation de celles-ci (Fischer et Amado, 1994<sup>1</sup>, Redgwell et al. 1997<sup>2</sup>). Nos analyses des matières insolubles à l'alcool, confirment ce phénomène. Les résultats montrent également que quelle que soit la position des fruits sur les arbres (haute ou basse), leur teneur en acides galacturoniques évolue de façon similaire au cours du développement des fruits et augmente significativement entre la période de récolte des fruits et celle de leur stockage prolongé (Fig. 2).

La composition des parois cellulaires en oses neutres (glucose, galactose, arabinose, xylose...) est similaire en position haute et basse à la récolte : 50% de glucose, 23% de galactose, 18% d'arabinose, 5% de xylose et 4% de Rhamnose, Mannose et Fucose. La teneur en mannose augmente de façon significative uniquement pour les fruits positionnés en haut des arbres pendant que celle de xylose augmente pour les fruits en position basse. Les analyses de fractions de pectines solubles sont en cours et devrait nous permettre de comprendre si ces évolutions sont liées à la dépolymérisation et la solubilisation partielle de pectines constitutives des parois et de faire un lien entre l'évolution différenciée de ces oses neutres et les variations organoleptiques observées sur les critères de qualité texturaux. En effet ces composés pourraient constituer des marqueurs recherchés pour prédire le développement du caractère farineux de certains types de pommes.

<sup>1</sup> Fischer M. et Amado R., 1994. Changes in the pectic substances of apples during development and postharvest ripening. Part 1: Analysis of the alcohol-insoluble residue. Carbohydrate Polymers, 25 : 161-166.

<sup>2</sup> Redgwell RJ, MacRae EA, Hallett I, Fischer M, Perry J, Harker R 1997. In vivo and in vitro swelling of cell walls during fruit ripening. Planta 203: 162-173.

## Perspectives

Dans la poursuite des études engagées dans le programme régional COSAVE (2006-2009) sur les qualités d'usage des fruits, un nouveau projet est en construction en réponse à l'appel à projets structurants de la Région Pays de Loire. Ce projet vise à établir le rôle de la dynamique de la microstructure de la pomme sur plusieurs caractères de qualité tout au long de son développement et de sa conservation. L'ensemble des résultats acquis au cours du projet COSAVE et attendus dans le cadre de ce nouveau programme, contribuera à affiner les stratégies mises en œuvre pour l'amélioration variétale et les pratiques agronomiques du pommier.

## Partenaires

UMR GenHort et BIA Nantes.

## Bibliographie

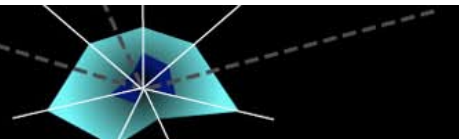
■ Mehinagic E, Delaire M, Symoneaux R. Et Guillermin P. 2009. Evaluation et analyse de facteurs de variabilité de la texture des fruits : Cas de la pomme. IIIème Colloque PONAN, Nantes, 24 et 25 Novembre 2009.

## Contact

Emira MEHINAGIC, Unité de Recherche GRAPPE, Groupe ESA, 55 Rue Rabelais, BP 30748, 49007 Angers Cedex 01, France. Mél : e.mehinagic@groupe-esa.com



Pommes



## Revues scientifiques à comité de lecture

- Bourles E., Mehinagic E., Courthaudon J.L., & Jourjon F. 2009. The impact of Vacuum Cooking Process on the Texture Degradation of Selected Apple Cultivars. *Journal of Food Science*. Vol. 74, 512-518.
- Colin-Henrion M., Mehinagic E., Renard C.M.G.C., Richomme P. Et Jourjon F. 2009. From apple to applesauce : processing effects on dietary fibres and cell wall polysaccharides. *Food Chemistry*, 117, 254-260.
- Colin-Henrion M., Mehinagic E., Patron C., And Jourjon F. 2009. Instrumental and sensory characterisation of industrially processed applesauce. *Journal of the Science of Food and Agriculture*; 89:150861518.
- Maury M., Madieta E., Le Moigne M., Mehinagic E., Siret R., Jourjon F. 2009. Development of a mechanical texture test to evaluate the ripening process of Cabernet franc grapes. *Journal of Texture Studies*. Vol. 40, Issue 5, October 2009, Pages: 511-535.
- Perrin L. & Pages J. 2009. A methodology for the analysis of sensory typicality judgments. *Journal of Sensory Studies*. Vol. 24, Issue 5, October 2009, pp.749-773.
- Perrin L., Pages J., Et Jourjon F. 2009. Construction of a product space from the ultra-flash profiling method : application to 10 red wines from the Loire Valley. *Journal of Sensory Studies*. Vol. 24, Issue 3, June 2009, pp.372-395.
- Perrin L., Symoneaux R., Maitre I., Jourjon F. 2009. Typicité et bouquet du vin. Une approche pour l'évaluation sensorielle de la typicité des vins. *Revue des Œnologues*. Juin/Juillet 2009.
- Perrin L., Symoneaux R., Maitre I., Jourjon F. 2009. Une approche pour l'évaluation sensorielle de la typicité des vins. *Revue des Œnologues*, n°132, 16 juin 2009.

## Ouvrages et chapitres d'ouvrage

- Maury C., Siret R., Letaief H., Symoneaux R., Jourjon F. 2009. Un nouvel indicateur pour définir le potentiel œnologique des raisins: la maturité texturale. *Revue Suisse de Vitic. Arboric. Hortic*. Vol. 40 (6): 359-364.
- Mehinagic E., Madieta E., Symoneaux R., Jourjon F. 2009. Comment mesurer objectivement la jutosité des pommes ? *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic*. Vol. 41 (2):127-131.
- Morlat R., Symoneaux R. Expérience menée sur le long terme d'ajouts de matières organiques dans un vignoble.

- III. Effets sur la composition du fruit, les caractéristiques chimiques et sensorielles. *INFOWINE* 2009 juin n°6/2.
- Perrin L., Symoneaux R., Maitre I., Asselin C., Pages J., Jourjon F. 2009. Apport des méthodes spontanées pour l'analyse sensorielle des vins. *Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic*. Vol 41 (3):183-187.
- Perrin L., Symoneaux R., Maitre I., Asselin C., Pages J., Jourjon F. 2009. Apport des méthodes spontanées pour l'analyse sensorielle des vins. *INFOWINE* 2009, janvier n°1/1.
- Thiollot-Scholtus M., Symoneaux R., Thibault C., Et Morlat R. 2009. Relation entre les caractéristiques sensorielles et les conditions de production de vins rouges haut de gamme du Val de Loire. *Revue Française d'œnologie*, décembre 2008/janvier 2009, n° 233.
- Wilson D., Symoneaux R., Maitre I., Miroux L., Jourjon F. 2009. La typicité sensorielle des vins d'appellation : comment l'aborder avec les consommateurs ? *INFOWINE*, Newsletter n°6/1, juin 2009.

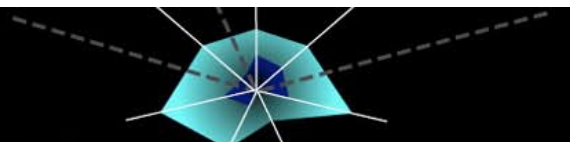
## Ouvrages et chapitres d'ouvrage

- Mehinagic E., Le Quere J.L. 2009. Chap: Traditional and new analytical methodology of aroma analysis. In: Handbook of flavour for fruits and vegetables. In Eds. Nollat L., Destech Publications, Lancaster Pennsylvania, USA.
- Symoneaux R., Perrin L., Wilson D., Maitre I., Jourjon F. 2009. La typicité sensorielle des vins d'appellation : comment la mesurer avec les professionnels, comment l'aborder avec les consommateurs. *Rhône en VO* (vol. 4), Institut Rhodanien.

## Communications colloques

- Antoce A.O., Namolosanu I., Brossaud F., Maury C. 2009. Evaluation of grape ripeness by sensory analysis for the Romanian variety Feteasca neagra. *In Vino Analytica Scientia* 2009, Angers, 2-4 July 2009.
- Antoce A.O., Namolosanu I., Siret R., Maury C. 2009. Application of an electronic nose to the differentiation of hybrid and noble wines. *In Vino Analytica Scientia* 2009, Angers, 2-4 July 2009.
- Baron A., Renard C., Markowski J., Symoneaux R. 2009. Qualité des jus issus de pommes résistantes à la tavelure. *Les 5èmes Rencontres du Végétal*, 13-14 janvier 2009, Angers.
- Boumaza R., Desmotes-Mainard S., Guerin V., Huche-Thelier L., Le Coz E., Pelleschi-Travier, Symoneaux R. 2009. Qualité esthétique du rosier. *Les 5èmes*

- Rencontres du Végétal*, 13-14 janvier 2009, Angers.
- Boumaza R., Desmotes-Mainard S., Guerin V., Huche-Thelier L., Le Coz E., Pelleschi-Travier, Symoneaux R. 2009. Caractérisation esthétique du rosier et préférences de consommateurs. *Les 5èmes Rencontres du Végétal*, 13-14 janvier 2009, Angers.
- Bourles E., Mehinagic E., Courthaudon J.L., Jourjon F. 2009. Aptitude variétale des pommes du Val de Loire à la transformation 5<sup>ème</sup> gamme. *Les 5èmes Rencontres du Végétal*, 13-14 janvier 2009, Angers.
- Bourles E., Mehinagic E., Patron C., Courthaudon J.L., Jourjon F. 2009. Impact of vacuum pasteurization on textural attributes of various apples cultivars. *The International Symposium on Food Rheology and Structure-ISFRS* 2009, Zurich/Switzerland, June 15-18, 2009.
- Bourles E., Mehinagic E., Patron C., Courthaudon J.L., Jourjon F. 2009. Impact of vacuum pasteurization on textural attributes of various apples cultivars. *International Symposium on Food Rheology and Structure*, Zurich (Suisse), juin 2009.
- Brossaud F., Symoneaux R., Le Moigne M., Chretien P., Siret R., Jourjon F. 2009. L'analyse sensorielle du raisin : méthodologies de caractérisation de la maturation. *Colloque EUROVITI sur le thème : « Adaptation des vins aux marchés, contribution de l'innovation viticole, œnologique et du marketing »*, 15 janvier 2009, Angers.
- Delaire M., Mehinagic E., Guillermin P., Patron C., Le Meurly D., Le Morvan C., Symoneaux R. 2009. Dynamique de croissance de la pomme dans l'arbre et ses conséquences sur la qualité texturale du fruit à la récolte et en conservation chez la variété Braeburn. *Séminaire COSAVE*, Angers, 10 décembre 2009.
- Franquin S., Mehinagic E., Le Meurly D., Maury C., Jourjon F. 2009. Comparative methods for extraction of polyphenols from braeburn apple fruits. *3<sup>rd</sup> International Symposium on Human Health Effects of Fruit and Vegetables*, Avignon, France, October 18-21, 2009.
- Gauzente C., Pantin-Sohier G., Miltingen C., Symoneaux R. 2009. Modification du design des fruits et acceptation alimentaire - Premiers résultats d'une application à la pomme et à l'orange. *Séminaire COSAVE*, Angers, 10 décembre 2009.
- Hmid I., Hanine H., Elothmani D., Oukbli A., Haddioui A. 2009. Diversité génétique et biochimique du grenadier au Maroc : innovations au service des boissons et produits dérivés. *Symposium*



sium sur les composés phénoliques « nutraceutiques ou médicaments ? » Agadir, Maroc, 17 et 18 décembre 2009.

■ Jesionkowska K., Konopacka D., Sijtsema S.J., Symoneaux R., Szulc M., Klewicki R., Bonazzi C. 2009. Is health information useful for dried fruit promotion ? 4th ISAFRUIT General assembly, 27-29 October 2009, Angers, Loire Valley (France).

■ Khatabi O., Hanine H., Elthmani D., Hasib A. 2009. Valorisation de la figue de Barbarie Marocaine (*Opuntia ficus indica*). Teneur en antioxydants : polyphénols totaux et pigments bêtaïnes. Symposium sur les composés phénoliques « nutraceutiques ou médicaments ? » Agadir, Maroc, 17 et 18 décembre 2009.

■ Madieta E., Jacob S., Mehinagic E., Jourjon F. 2009. Mesure des propriétés optiques des fruits par spectroscopie laser. Quels repères et quelles perspectives ? Les 5èmes Rencontres du Végétal, 13-14 janvier 2009, Angers.

■ Madieta E., Maitre I., Marnet S., Symoneaux R., Jourjon F. 2009. Caractérisation texturale des salades. Premiers résultats d'une application à la mâche. Les 5èmes Rencontres du Végétal, 13-14 janvier 2009, Angers.

■ Maitre I., Perrin L., Symoneaux R., Jourjon F. 2009. Methodologies for wine characterisation and typicality evaluation by wine professional. 8<sup>th</sup> Pangborn Sensory Science Symposium, 26-30 July 2009, Florence, Italy.

■ Maitre I., Symoneaux R., Madieta E., Le Meurlay D., Marnet S., Forgerit V. 2009. Caractérisation de légumes typiques : une approche pluri-disciplinaire originale. Les 5èmes Rencontres du Végétal, 13-14 janvier 2009, Angers.

■ Maitre I., Symoneaux R., Madieta E., Jourjon F. 2009. Typicité, une des voies de valorisation des produits agricoles et alimentaires - Processus de caractérisation des légumes typiques. Angers, SIVAL, 14-16 janvier 2009.

■ Maury C. 2009. Could instrumental texture measurements substitute a sensory method ? In *Vino Analytica Scientia*, Angers, 2-4 July 2009.

■ Maury C., C. Clark A., R. Scollary G. 2009. Analysis of the impact of bottle colour and phenolic concentration on pigment development in white wine stored under external conditions. In *Vino Analytica Scientia*, Angers, 2-4 July 2009.

■ Maury C., Siret R., Le Moigne M., Renaud C., Jourjon F. 2009. Intérêt de la maturité texturale des raisins comme nouvel indicateur de caractérisation des raisins issus de différents terroirs. Application au Cabernet Franc en Val-

lée de la Loire. Les 5èmes Rencontres du Végétal, 13-14 janvier 2009, Angers.

■ Mehinagic E. 2009. Process de fabrication d'une purée de fruits et son impact sur les qualités nutritionnelles des fruits frais. AFDN, Reims, France, Juin 2009.

■ Mehinagic E., Billy L., Jourjon F. 2009. De la molécule à la texture des pommes. Les 5èmes Rencontres du Végétal, 13-14 janvier 2009, Angers.

■ Mehinagic E., Delaire M., Symoneaux R., Guillermin R. 2009. Evaluation et analyse de facteurs de variabilité de la texture des fruits. IIIème Colloque PO-NAN, Nantes, 24-25 novembre 2009.

■ Perrin L., Symoneaux R., Maitre I., Jourjon F. 2009. Evaluation de la typicité des vins liés au terroir : proposition de méthodes pour les professionnels de la filière. Les 5èmes Rencontres du Végétal, 13-14 janvier 2009, Angers.

■ Renaud C., Paineau A., Maury C., Jourjon F. 2009. Appropriation de la notion de terroir et d'AOC par des futurs professionnels des filières vinicoles internationales. Les 5èmes Rencontres du Végétal, 13-14 janvier 2009, Angers.

■ Siret R. 2009. Comparative study of Visible/NIR and MIR spectroscopy for grape maturity analysis. In *Vino Analytica Scientia*, Angers, 2-4 July 2009.

■ Siret R., Madieta E., Symoneaux R., Jourjon F. 2009. Mesures rhéologiques de la texture et de la viscosité des vins. Corrélations avec l'analyse sensorielle. Les 5èmes Rencontres du Végétal, 13-14 janvier 2009, Angers.

■ Siret R., Maury C., Chretien P., Guerin L., Symoneaux R., Jourjon F. 2009. Méthodes et intérêts d'une approche multicritères de la qualité de la vendange. Colloque EUROVITI : « Adaptation des vins aux marchés, contribution de l'innovation viticole, œnologique et du marketing », 15 janvier 2009, Angers.

■ Siret R., Maury C., Le Moigne M., Symoneaux R., Zouid I., Jourjon F. 2009. Approche multicritères d'estimation de la qualité de la vendange. Les 5èmes Rencontres du Végétal, 13-14 janvier 2009, Angers.

■ Symoneaux R. 2009. Contribution de l'évaluation sensorielle, des études hédoniques et des études marketing pour la compréhension des consommateurs de vins. Colloque EUROVITI : « Adaptation des vins aux marchés, contribution de l'innovation viticole, œnologique et du marketing », 15 janvier 2009, Angers.

■ Symoneaux R., Boumaza R., Huchethelie L., Demotes-Mainard S., Guerin V. 2009. Assessment of the rose bush visual quality in agronomic studies. 8<sup>th</sup> Pangborn Sensory Science Symposium, 26<sup>th</sup>-30<sup>th</sup> July 2009, Florence, Italy.

■ Symoneaux R., Brossaud F., Maitre I., Jourjon F. 2009. Evaluation sensorielle, études hédonique et études marketing pour la compréhension des consommateurs de vins. 49<sup>ème</sup> Congrès des Œnologues, 3-6 juin 2009, Nantes.

■ Symoneaux R., Jesionkowska K., Mieszcakowska M., Patron C., Cayol C., Markowski J. 2009. Which balance of sweetness and sourness for blackcurrant nectar consumers. 4th ISAFRUIT General assembly, 27-29 October 2009, Angers, Loire Valley (France).

■ Wilson D., Symoneaux R., Jourjon F. 2009. Perception de la typicité des vins par le consommateur. Les 5èmes Rencontres du Végétal, 13-14 janvier 2009, Angers.

■ Zalila Z., Mehinagic E., Cuquemelle J., Profizi A.-V., Texier F., Toulgoat S., Saint-Eve A., Lorentz B. 2009. Identification and prediction of robust non linear relationships between recipes, instrumental measurements and sensory evaluation of cake texture and flavour with xtractis® fuzzy models. Application to the discovery of optimal recipes. 8<sup>th</sup> Pangborn Sensory Science Symposium, 26<sup>th</sup>-30<sup>th</sup> July 2009, Florence, Italy.

### Organisation d'un colloque international

■ Organisation par le Groupe ESA du 6<sup>ème</sup> Symposium scientifique In *Vino Analytica Scientia* 2009, du 2 au 4 juillet. Contact : Dr Chantal Maury, responsable du comité d'organisation et membre du comité scientifique. [invino@groupe-esa.com](mailto:invino@groupe-esa.com), <http://invinoanalyticascientia.groupe-esa.com>

### Mémoires de stage

■ Gauthier Lambert, stage Recherche et Innovation, Groupe ESA Angers : Création d'une aide à la formation des œnologues (apprentissage des arômes et des saveurs).

■ Grbic Rada, MFE Master Vintage 2009 : « Evolution de la texture du raisin au cours de sa maturation - Lien avec l'extractibilité des composés phénoliques ».

■ Mappe Irène, Faculté des Sciences et Techniques de Nantes, M2 Statistiques : « Traitements de données multi-spectrales issues de mesures de la qualité des fruits (pomme, raisin) ».

■ Segovia Florian, Master ISTIA Angers : « Etude des propriétés antioxydantes des polyphénols de la pomme dans les émulsions de type huile dans eau ».



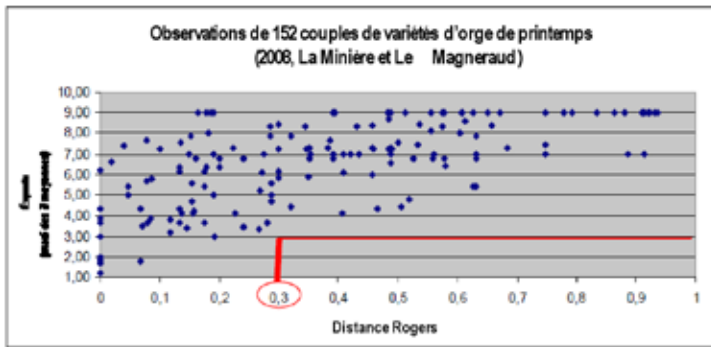


Figure 1 : Identification du seuil de distance moléculaire pour la sélection des variétés à planter en champ par comparaison des notes experts et des distances Rogers pour 152 couples de variétés d'orge de printemps.

## Combinaison des distances moléculaires aux caractéristiques phénotypiques pour l'optimisation des essais DHS en champs chez l'orge de printemps.

### Objectif

Chaque année de nombreuses parcelles de variétés d'orge de printemps sont implantées dans le cadre des études DHS (Distinction, Homogénéité, Stabilité), en vue par exemple, de l'inscription au catalogue des variétés nouvelles ou de leur protection. Les essais de distinction sont réalisés par comparaison des variétés candidates (environ 35 par an) aux variétés de la collection de référence. Afin de répondre aux obligations définies par l'OCVV, cette collection de référence devient de plus en plus importante en intégrant en masse les variétés notoirement connues. De ce fait, le nombre de parcelles des dispositifs de comparaison s'élevait à 2800 et 4000 respectivement en 2004 et 2005. Le nombre croissant de comparaisons requises a rendu ces essais techniquement et financièrement compliqués, il était devenu nécessaire de mieux trier les variétés de la collection de référence à planter pour les comparaisons.

### Contexte

L'absence avérée de corrélation linéaire entre distances morphologiques et moléculaires (calculées à partir de données microsatellites), et la volonté appuyée du GEVES, en cohérence avec la position des obtenteurs et de l'OCVV, de conserver une base phénotypique dans la distinction des variétés, ne permettait pas d'envisager de fonder le tri des variétés de la collection de référence uniquement sur des données moléculaires. L'approche choisie a donc consisté à combiner des seuils de distances morphologiques et moléculaires minima pour sélectionner les couples de variétés à planter.

### Résultats

Afin de déterminer les distances moléculaires entre variétés, trente marqueurs moléculaires SSR (Short Sequence Repeats) ont été sélectionnés à partir de 2 jeux de marqueurs SSR disponibles publiquement (Ramsay et al., 2000 ; Macaulay et al., 2001). Ils ont servi à décrire les 512 variétés de la collection de référence. L'analyse a révélé un haut niveau de polymorphisme : 234 allèles différentes ont été générées avec une moyenne de 7,83 allèles par SSR (min 6 ; max 19). Le PIC (Polymorphism Information Content) moyen des marqueurs utilisés était de 0,58. Les distances moléculaires ont été calculées pour l'ensemble des couples de variétés de la collection de référence. Il s'est avéré que 80 % des couples avaient une distance de Rogers supérieure à 0,3. Le niveau d'hétérogénéité résiduel a été estimé à 2,2 % (= % de loci encore hétérozygotes parmi les loci testés), ce qui est comparable à celui du maïs et peut être considéré comme faible. 58 % des variétés ont montré une hétérogénéité sur au moins un locus. Parmi elles, seulement 13,8 % ont montré des hétérogénéités sur plus de 2 loci.

En 2008, des essais spécifiques ont permis de déterminer le seuil minimum de distance moléculaire, à prendre en compte pour prévoir nos implantations en champs, en utilisant les notes données par un groupe d'experts à un ensemble de couples de variétés selon une échelle de notation phénotypique globale visuelle variant de 1 (variétés très proches) à 9 (variétés très distinctes). Les notes des experts (moyenne la plus élevée sur les deux dates de notations) ont ensuite été mises en correspondance avec les distances moléculaires calculées pour ces couples (Figure 1). Le seuil minimum de distance moléculaire correspond à la plus petite distance moléculaire au-delà de laquelle tous les experts ont déclarés les couples de variétés distincts (note experts  $\geq 3$ ). Cette valeur a été confirmée par une seconde notation d'experts réalisée en 2009 à la Minière sur 30 couples comprenant des variétés en étude.

En 2009, l'étude des variétés au niveau phénotypique a permis de déterminer le seuil minimum en dessous duquel il leur semble nécessaire que les couples soient mis au champ. Chaque caractéristique morphologique est associée à un poids en fonction des différences observées entre les 2 variétés. La somme des poids permet de définir une distance GAIA. Les couples de variétés ayant une distance supérieure au seuil GAIA fixé ordinairement par les experts pour définir les variétés super-



distinctes (15), ne sont pas implantés. Les couples ayant une distance GAIA inférieure au seuil minimum déterminé par les experts sont implantés systématiquement (10). Pour les couples ayant une distance GAIA comprise entre les deux précédents seuils, une distance moléculaire est calculée (distance Rogers) : les couples se situant en dessous d'un seuil minimum de distance moléculaire sont implantés (0,3) et pas les autres qui sont considérés comme distincts (Figure 2).

## Perspectives

L'approche combinée proposée promet des économies substantielles d'implantations au champ (jusqu'à 50 % de couples en moins). Elle est comparée au système actuel lors de la campagne 2010. Elle permet une meilleure gestion de la collection de référence, et d'assurer un meilleur suivi des identités variétales entre lots d'étude. De plus, elle a été validée par la section Céréales du CTPS.

## Partenaires

GEVES (SEV et BioGEVES).

## Valorisation

UPOV - Biochemical and Molecular Techniques, Eleventh session. Madrid (Spain), September 16 to 18, 2008 : Combining molecular distances to morphological Characteristics for the management of field comparisons in Spring barley.

## Bibliographie

- Macaulay M, Ramsay L, Powell W, et Waugh R. 2001. A representative, highly informative 'genotyping set' of barley SSRs. TAG. 102 : 801-809.
- Ramsay L, Macaulay M, Ivanisovich SD, MacLean K, Cardle L, Fuller J, Edwards KJ, Turesson S, Morgante M, Massari A, Maestri E, Marmiroli N, Sjakste T, Ganai M, Powell W, et Waugh R. 2000. A simple sequence repeat-based linkage map of barley. Genetics. 156(4) : 1997-2005.

## Contacts

Christelle GODIN, GEVES SNES, Rue Georges Morel, BP90024, 49071 Beaucozéd Cedex.  
Mél : joelle.lallemmand@geves.fr  
Joëlle LALLEMAND, GEVES, Saint-Pierre d'Amilly, 17700 Surgères.  
Mél : joelle.lallemmand@geves.fr

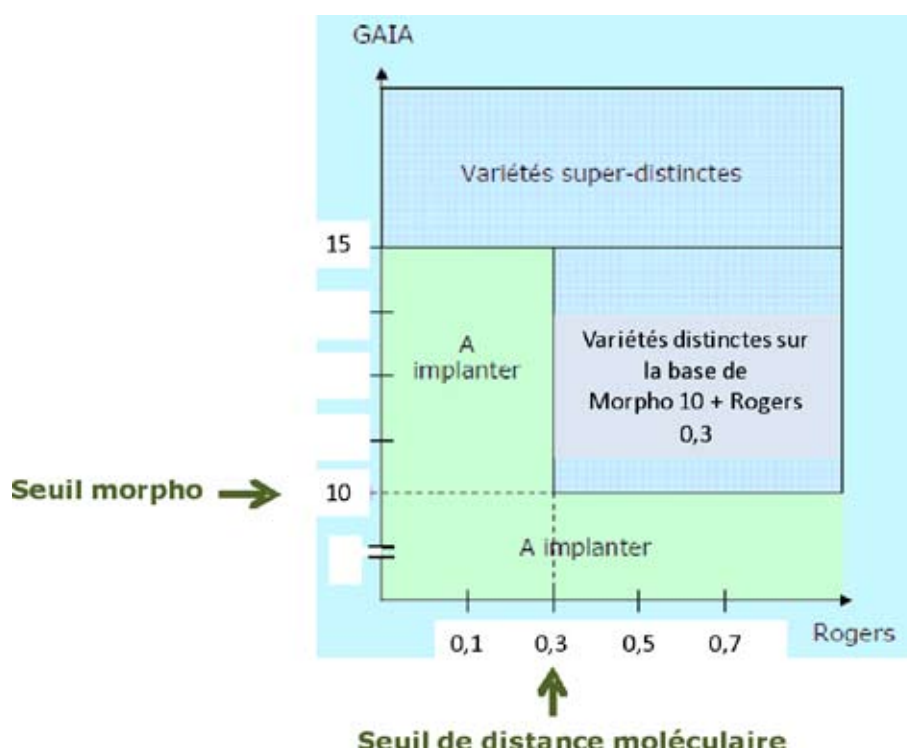


Figure 2 : Approche du GEVES pour l'optimisation des essais de DHS en champs chez l'orge de printemps en combinant les données obtenues par marquage moléculaire avec les caractéristiques morphologiques.



Plantes présentant un début de flétrissement et d'apparition de la crosse.

## Un nouveau critère pour la DHS et la VAT pour l'inscription des variétés de luzerne.

### Résumé

La mise au point d'un test de résistance de la luzerne à *Colletotrichum trifolii* a démarré à la Station Nationale d'Essais de Semences (SNES) en 2009, à la demande des experts de cultures fourragères du CTPS (Comité technique permanent de la sélection). Elle a été réalisée en collaboration avec 2 obtenteurs privés et le Secteur d'Etude des Variétés (SEV) du GEVES. Des protocoles différents ont été testés et des facteurs identifiés et comparés : souches, milieux de culture, conditions environnementales, stades d'inoculation. Une analyse statistique des résultats a été conduite. Une grille de notation et un protocole ont été définis et validés sur un panel de variétés.

### Contexte

Actuellement, une augmentation du nombre de variétés de luzerne en inscription est observée. Cependant, des difficultés pour distinguer ces variétés entre elles montrent l'importance d'ajouter de nouveaux critères de distinction. Le SEV a donc demandé au laboratoire de pathologie de la SNES d'effectuer une revue bibliographique des principales maladies de la luzerne et des résistances variétales qui y sont associées, pour dégager des priorités sur de nouveaux critères de DHS (Distinction Homogénéité Stabilité) et VAT (Valeur Agronomique et Technologique) à introduire dans les études pour l'inscription des variétés. Cette revue a été présentée lors de la réunion des experts de cultures fourragères du 11 septembre 2008 et le critère de la résistance à *Colletotrichum trifolii* a été priorisé pour être

mis en place systématiquement pour la DHS et la VAT. Ce projet a été intégré dans le front méthodologique 3 correspondant à l'un des axes prioritaires de la politique scientifique du GEVES.

### Résultats

Les protocoles, témoins et souches fournis par les obtenteurs ont été obtenus et comparés à ceux de la littérature et à une souche transférée par l'INRA à la SNES. Après avoir comparé les différents protocoles, différents paramètres ont été étudiés pour la mise au point du protocole final : agressivité des souches, comparaison des milieux de culture (Potato Dextrose Agar et Oatmeal), de deux conditions environnementales (serre et module) et de deux stades d'inoculation (1<sup>ère</sup> feuille et 6-7 feuilles).

La grille de notation a été définie selon 3 classes :

- Plantes vivantes.
- Plantes présentant un début de flétrissement et d'apparition de la crosse (photo du haut).
- Plantes mortes.

Les tests ont été réalisés sur 3 répétitions de 100 plantes ou 6 répétitions de 50 plantes. Les résultats ont été exploités par analyse de variance et test des étendues multiples, sur le nombre de plantes mortes.

La souche maintenue à la SNES (photo de droite), plus agressive que celle de FLORIMOND DESPREZ a été choisie pour la suite de l'étude.



Aucune différence significative n'a été observée entre les deux milieux de culture. Le milieu de culture PDA, moins coûteux que le milieu Oatmeal et déjà utilisé dans d'autres tests à la SNES, a donc été retenu dans le protocole.

Les résultats entre les conditions environnementales en serre et en module ont montré que le test était plus agressif en module climatique qu'en serre avec une plus forte proportion de plantes mortes observée.

De même, l'inoculation au stade 1<sup>ère</sup> feuille est plus efficace avec une plus forte proportion de plantes mortes observée en module climatique respectivement chez les témoins Kali (témoin sensible) et Marshall (témoin résistant). Ce test, plus rapide, plus facile et moins coûteux que celui à 6-7 feuilles a donc été retenu dans le protocole final.

Sur l'ensemble des tests, les témoins sensibles étaient significativement différents des témoins résistants. Les témoins résistants présentent

néanmoins une certaine proportion de plantes mortes et de plantes à des états intermédiaires montrant que la résistance à *Colletotrichum trifolii* est partielle.

Le protocole ainsi mis au point a été validé sur un panel de variétés fourni par le SEV en comparant les témoins actuels et ceux des obtenteurs (fig. 1). Les témoins fournis par les obtenteurs Marshall (R) et Everest (R), d'une part, et Kali (S), d'autre part, ont montré respectivement le même comportement que les témoins actuels Arc (R) et Saranac (S). Les témoins actuels correspondent à des variétés qui ne sont pas cultivées en France et qui sont difficiles à se procurer ; il a été proposé de les remplacer par Marshall (R) et Kali (S). Trois tests indépendants ont permis de confirmer le comportement des témoins proposés et de définir un témoin intermédiaire (Alexis) pour les futurs tests d'inscription des variétés par le CTPS.

## Perspectives

Un nouveau critère de DHS et VAT sera proposé en 2010 au CTPS, qui permettra de faire évoluer les cotations, faisant ainsi prendre de l'avance par rapport aux autres pays en VAT.

Il reste maintenant à définir des notes attendues pour les témoins identifiés dans cette étude. Les critères de classement en résistant ou sensible pour le CTPS seront également à préciser.

La question du besoin de suivi des races sur le territoire français, de l'évaluation de la résistance à *Colletotrichum trifolii* et de la collection de référence a été abordée avec les experts CTPS. Il a été décidé, comme suite aux recommandations du conseil scientifique du GEVES, d'effectuer une étude des races présentes sur les différents bassins de production, afin de pouvoir adapter les études de DHS et VAT, en utilisant des races représentatives des populations de *Colletotrichum*.

## Partenaires

SEV Anjouère, FLORIMOND DESPREZ et BARENBRUG.

## Bibliographie

■ PERROT S., BROCHARD C., GRIMAULT V. 2010. Vers un nouveau critère de Valeur Agronomique et Technologique (VAT) pour l'inscription des nouvelles variétés de luzerne au catalogue officiel. Evaluation de la résistance de la luzerne à *Colletotrichum trifolii*. Journées Jean Chevaugnon, 8èmes rencontres de phytopathologie, mycologie. Aussois 25-29 Janvier 2010 (poster de présentation).

## Contact

Valérie GRIMAULT, GEVES-SNES, Rue Georges Morel, BP90024, 49071 Beaucouzé Cedex.  
Mél. valerie.grimaault@geves.fr

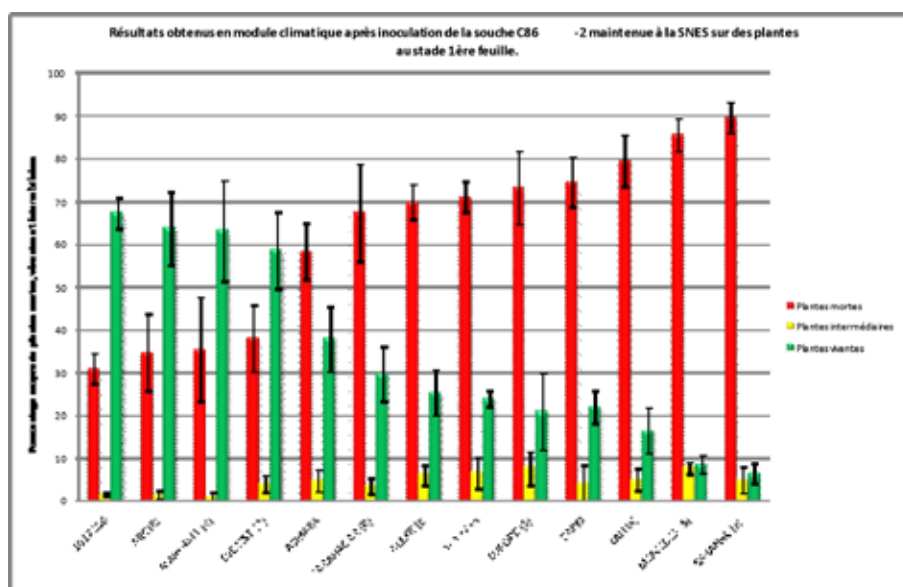


Fig. 1 : validation de la résistance d'un panel de variétés de luzernes à *Colletotrichum*



Fig.1 : Catalogue des espèces étudiées (part d'analyse en % des 83 000 semences analysées)

des travaux de recherche soutenus par le CER 2000-2006 (Ducournau *et al.*, 2005 ; Demilly, 2007), un premier banc multi-caméras acquis en 2005 a permis d'augmenter significativement le nombre d'échantillons analysés dupliqué en 2007 afin d'étendre le catalogue des espèces analysées (Fig. 1) et de travailler à différentes températures. Le suivi individualisé par analyses d'images a permis d'augmenter les effectifs analysés (jusqu'à 400 semences par caméra) et a stabilisé ainsi le nombre de prises de vues malgré la duplication du matériel.

## Utilisation des cinétiques de germination pour caractériser la vigueur des lots de semences.

### Objectif

Montrer l'intérêt de mesurer la dynamique de germination en complément d'un essai de germination standard et automatiser la procédure de mesure pour fiabiliser les points de mesure et phénotyper à haut débit les lots de semences.

Mettre en place les éléments de base de la constitution de la plateforme de phénotypage des semences.

### Contexte

Très utilisées dans les programmes de recherche en biologie des semences, les courbes de germination permettent de quantifier la viabilité d'un lot de semences, son homogénéité et sa vigueur. Pour être utilisables par les laboratoires d'entreprises ou de recherche, elles nécessitent un soin dans le dénombrement des semences ayant germé que l'analyse d'images permet d'obtenir à moindre coût. Les bancs de germination de la SNES sont constitués d'automates d'acquisition d'images, greffés sur des dispositifs de germination (tables de Jacobsen). Ils permettent de suivre en continu les cinétiques de germination des semences. Issu

### Résultats

Longtemps utilisés pour les programmes de recherche (Brunel, 2008), les bancs servent également à répondre à des demandes de professionnels. L'année 2009 est un tournant dans cette évolution puisque les deux bancs tournent à plein régime sur 6 mois à des fins de prestations pour des semenciers. C'est l'année où la part entre essais pour des projets de recherche et prestations de service s'est inversée en faveur de ces dernières (Fig. 2). 155 échantillons d'espèces potagères et de colza ont ainsi fait l'objet de cinétiques par analyse d'images sur 200 à 400 semences par analyse. Ces demandes de prestations croissantes ont incité le laboratoire de germination à former davantage de personnel à l'utilisation de cet outil.

### Perspectives

Intégrer les bancs de germination à la plateforme de phénotypage des semences, utiliser les cinétiques en analyse de routine pour caractériser la vigueur des lots de semences.

### Partenaires

IFR Quasav ; UMR physiologie moléculaire des semences (Equipe EDGML) ; ESEO ; Entreprises semencières (dont Vilmorin).

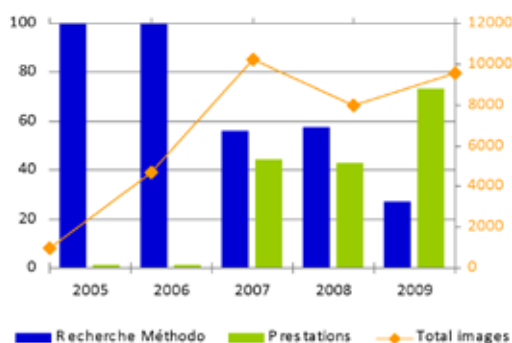
### Bibliographie

■ Brunel S. 2008. Caractérisation écophysio-logique de différents génotypes de *Medicago truncatula* au cours des phases de germination et de croissance hétérotrophe. Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques, Université d'Angers, 105 p.

### Contact

Sylvie DUCOURNAU, GEVES, Station Nationale d'Essais de Semences, rue Georges Morel, BP90024, 49071 Beaucouzé Cedex.  
Mél. Sylvie.Ducournau@geves.fr

Fig.2 : Evolution sur 5 ans de l'utilisation des bancs de germination en proportion du nombre total d'images acquises par an.







Paysage autour d'un point rural (à gauche) et d'un bois urbain (à droite).

## Mesurer la diversité biologique – Application d'une nouvelle méthode à la végétation des bois urbains.

### Objectif

Un des enjeux actuels en écologie est d'améliorer les méthodes d'évaluation de la biodiversité en dépassant la simple mesure du nombre d'espèces. Ce travail vise à mieux comprendre la réponse des communautés végétales à des modifications du milieu telles que celles engendrées par l'urbanisation en prenant en compte les caractéristiques biologiques des espèces.

### Contexte

L'urbanisation engendre des modifications environnementales pouvant avoir des conséquences sur le fonctionnement des écosystèmes. Une des approches actuelles utilisée en écologie pour évaluer les réponses des espèces à ces changements passe par l'étude des traits biologiques des espèces qui permet de comprendre si les espèces sont sélectionnées par les changements environnementaux selon leurs caractéristiques de régénération, de dispersion, de persistance ou leurs préférences écologiques. Les méthodes statistiques existantes ne permettant pas toujours d'analyser de telles données nous avons choisi d'engager une collaboration avec une biostatisticienne (Sandrine Pavoine du Muséum National d'Histoire Naturelle) pour mettre au point une nouvelle méthode d'analyse, dans le cadre d'un concours jeunes chercheurs de l'Institut Français de la Biodiversité.

Cette méthode a été utilisée pour étudier la réponse des espèces des bois à l'urbanisation dans le cadre de la thèse de Jeanne Vallet, en comparant la végétation de petits bois situés le long de gradient d'urbanisation à Rennes, Nantes et Angers.

### Résultats

Les résultats sont d'une part méthodologiques et d'autre part permettent de mieux comprendre des processus écologiques :

- *Une nouvelle méthode pour mesurer la ressemblance des espèces*

La méthode permet de calculer une matrice de distance entre les espèces à partir de variables qui peuvent être : quantitative (ex : poids des graines), qualitative (ex : ligneuse/herbacée), ordinale (ex : optimum de niveau de luminosité en 9 classes), circulaire (ex : mois de floraison), à choix multiple (ex : annuelle/bisannuelle/pérenne, une même espèce pouvant présenter des individus annuels ou bisannuels), floues (pour reprendre l'exemple précédent, coder le fait qu'en moyenne dans l'espèce, 80% des individus sont annuels et 20% bisannuels). La possibilité d'utiliser des variables à choix multiples et floues permet de coder la plasticité phénotypique des espèces ce qui est un atout non négligeable dans ce type d'étude. La méthode permet aussi d'intégrer des variables comportant des données manquantes (caractéristique fréquente des bases de données de traits biologiques). Plusieurs outils ont été proposés pour exploiter les résultats ; ainsi la figure 1 illustre la ressemblance des espèces selon certains de leurs traits biologiques.

- *Etude de la réponse des espèces des bois à l'urbanisation*

Nous avons pu mettre en évidence que les traits biologiques des espèces jouaient un rôle très important dans leur réponse à l'urbanisation. Les espèces favorisées par l'urbanisation ont des préférences pour des sols plus fertiles, des adaptations aux perturbations du milieu (cycle de vie court, production de nombreuses graines, présence d'une rosette...) voire à un climat local plus chaud (période de floraison précoce, feuillage persistant). Les traits liés aux capacités de dispersion ne semblent pas impliqués dans la réponse des espèces à l'urbanisation.

### Perspectives

Ce travail permet de mieux comprendre les mécanismes de réponse de la flore au milieu urbain et servira de base pour tester de façon plus précise certains mécanismes écologiques (programmes PIR Ville et Environnement, ANR-trame verte urbaine).

## Partenaires

Chercheurs du programme Ecorurb (Ecologie à l'interface urbain/rural : 3.rennes.inra.fr/ecorurb/).  
UMR 7204 «Conservation des espèces, Restauration et Suivi des Populations» du Muséum National d'Histoire Naturelle.

## Bibliographie

■ Pavoine, S., Vallet, J., Dufour, A.-B., Gachet, S. & Daniel, H. 2009. On the challenge of treating various types of variables: application for improving the measurement of functional diversity. *Oikos*, 118: 391-402.

■ Vallet J., Daniel H., Beaujouan V., Rozé F., Pavoine S. Using biological traits to assess how urbanization filters plant species of small woodlands. *Applied Vegetation Science*, DOI: 10.1111/j.1654-109X.2010.01087.x.

■ Vallet, J. 2009. Gradient d'urbanisation et communautés végétales d'espaces boisés – Approche à plusieurs échelles dans trois agglomérations du Massif armoricain. Thèse de doctorat de l'Université d'Angers, soutenue le 9 juin 2009, téléchargeable sur : <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00409694/fr/>.

## Contact

Hervé DANIEL, UPSP Paysage, Agrocampus Ouest INHP, 2 rue Le Nôtre, 49045 Angers Cedex.  
Mél : [Herve.daniel@agrocampus-ouest.fr](mailto:Herve.daniel@agrocampus-ouest.fr)

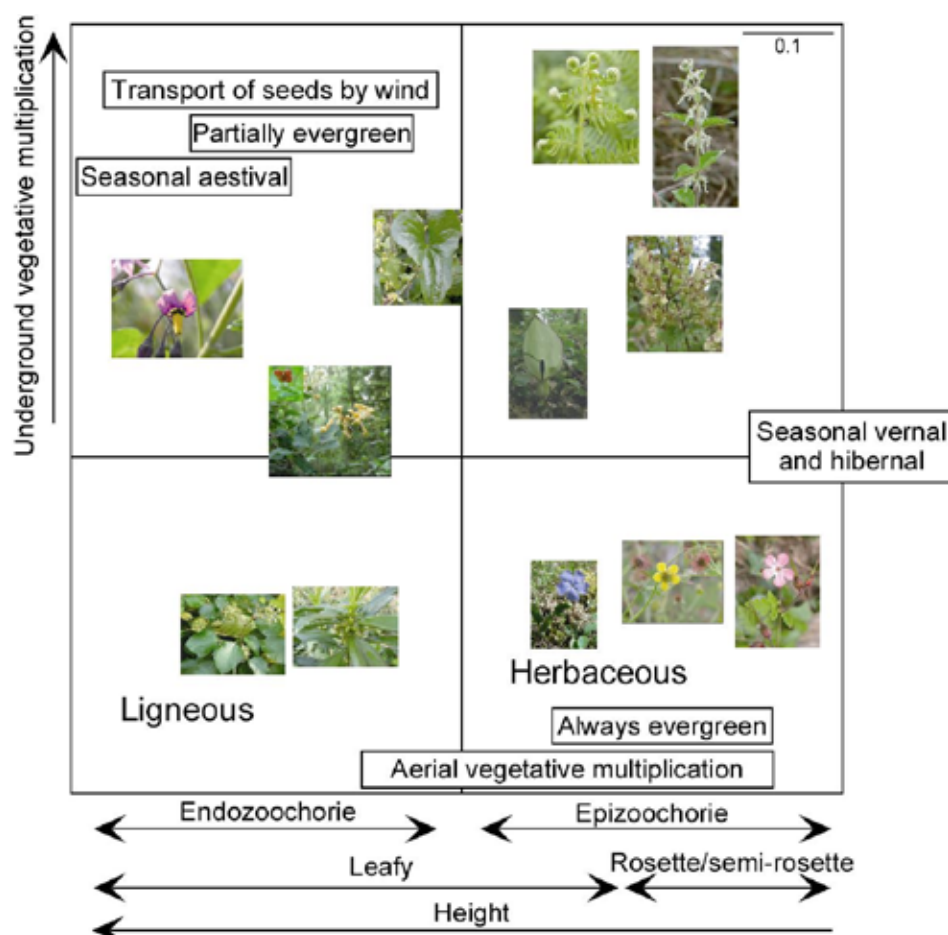
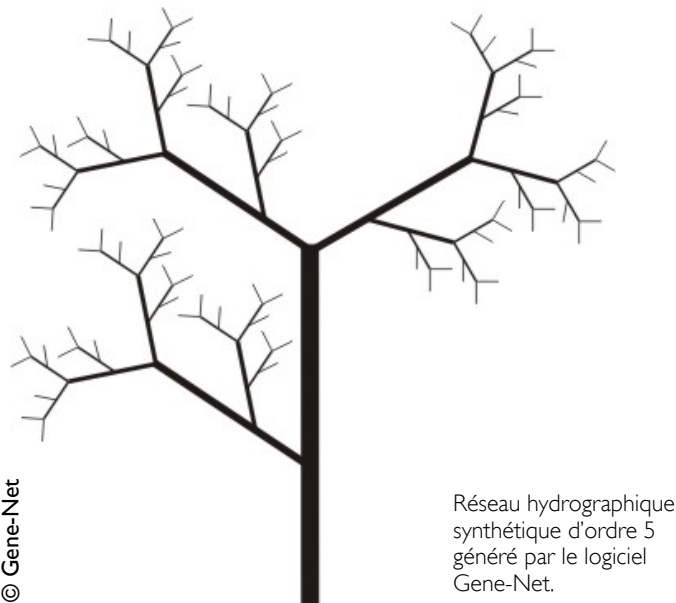


Figure 1 : Relations entre espèces selon leurs traits biologiques (plan factoriel d'une analyse en coordonnées principales sur la matrice de distance). Les photos illustrent la position de quelques-unes des espèces analysées.



du réseau peut également être modélisée. Dans Gene-Net, les caractéristiques du réseau hydrographique sont calculées à partir des lois théoriques de Horton-Strahler; de l'angle de bifurcation, et d'un facteur d'échelle. Le facteur d'échelle est utilisé pour générer des réseaux de tailles très variées. Le modèle génétique est de type individu-centré et prend donc en considération l'individu avec toutes ses caractéristiques de son cycle de vie : gènes, distance de déplacement ou encore natalité-mortalité.

## Résultats

Des simulations ont été effectuées sur des réseaux hydrographiques théoriques. Chaque nœud du réseau est connecté à un ou deux nœuds en amont et un nœud en aval pour permettre une dispersion bidirectionnelle. Parmi les organismes qui dispersent, une fraction, qui varie entre 0 et 1, peut se déplacer sur le réseau et une autre peut se disperser en dehors du réseau, c'est à dire entre les branches du réseau. La valeur 0 de cette fraction indique que seule la dispersion des flux se produit le long du réseau. Lorsque cette fraction vaut 1, tous les individus dispersent en dehors du réseau. Chaque nœud est un site de reproduction potentiel. Suivant la distance maximale de dispersion de l'espèce, les individus peuvent disperser de un à plusieurs nœuds. L'angle de bifurcation entre deux affluents peut également être modifié. Ce paramètre a une influence sur la structure génétique spatiale que lorsque la fraction est strictement supérieure à 0. Initialement une population d'individus est positionnée sur le nœud « exutoire » du réseau, puis les individus colonisent l'ensemble du réseau. Conformément au cycle de vie, la fécondité des individus suit une loi logistique. Les individus sont caractérisés par leurs génotypes. L'utilisateur choisit le nombre d'allèles, le taux de mutation et le niveau d'hétérozygotie. Une population est définie par ses individus présents sur un nœud donné. Le sexe des nouveaux individus est tiré au hasard et chaque population est soumise à l'équilibre de Hardy-Weinberg.

Lors de simulations, Gene-Net affiche le processus de colonisation du réseau, le nombre de mâles et de femelles dans chaque population, la variation des indices de fixation (FIS, FIT et FST) ainsi que l'indice  $FST / (1 - FST)$ . Cet indice mis en relation avec la distance le long du réseau et de la distance euclidienne permet de mettre en évidence un isolement par la distance (Fig. 1).

# GENE-NET : Un modèle démogénétique spatialisé pour simuler la dispersion des gènes.

## Objectif

Les réseaux hydrographiques sont des éléments complexes du paysage, où les organismes doivent faire face à de forts gradients écologiques et variations spatio-temporelles. La structure topologique des réseaux hydrographiques contraint la dispersion et le flux de gènes des organismes inféodés à ces cours d'eau. Les objectifs de cette étude sont de déterminer les effets de l'architecture des réseaux hydrographiques sur la dispersion des individus et le flux de gènes.

## Contexte

Les réseaux hydrographiques contraignent les mouvements des organismes qui leurs sont inféodés. On peut donc s'attendre à ce qu'il y ait une relation entre la dispersion génétique et la structure des réseaux hydrographiques, mais cette relation entre flux de gènes et structure spatiale n'est pas si évidente (Chaput-Bardy, 2008). Le modèle Gene-Net a été conçu pour explorer cette relation. Ainsi Gene-Net permet principalement d'étudier l'effet de la géométrie du réseau, de la taille des biefs, du nombre de ramifications ou encore des angles de bifurcation, sur la structure génétique spatiale des organismes. Dans Gene-Net, la dispersion ne se produit pas seulement entre deux sites adjacents, mais peut également être prise en compte entre plusieurs nœuds amont et aval du réseau. En outre, la dispersion hors-réseau

## Perspectives

Il s'agit maintenant de « caler » le modèle. Pour cela il faut comparer les processus simulés par Gene-Net avec ceux observés dans la réalité. Cette étape franchie, nous pourrions passer à une étape exploratoire du modèle : influence des variables, mise en place de scénarii. L'objectif étant de comprendre, de façon détaillée, les relations entre les processus génétiques et les dynamiques spatiales.

## Partenaires

Audrey Chaput-Bardy, Chercheure, UMR-CNRS 7179, Muséum d'Histoires Naturelles.  
Jean Secondi, Enseignant-Chercheur, Laboratoire d'Etudes Environnementales des Systèmes Anthropisés, Université d'Angers.  
Christophe Lemaire, Enseignant-Chercheur, Pathologie Végétale, INRA et Université d'Angers.

## Bibliographie

- Chaput-Bardy A., Fleurant C., Lemaire C. and J. Secondi 2009. Modelling the effect of in-stream and overland dispersal on gene flow in river networks, *Ecological Modelling*, 220(24), p. 3589-3598.
- Chaput-Bardy A. 2008. Structure des populations sur un réseau hydrographique dendritique, Thèse de Doctorat, Université d'Angers, 146 pages.

## Contact

Cyril FLEURANT, Département Paysage, Agrocampus-Ouest INHP, 2 rue Le Nôtre, 49045 Angers Cedex. Mél : cyril.fleurant@agrocampus-ouest.fr

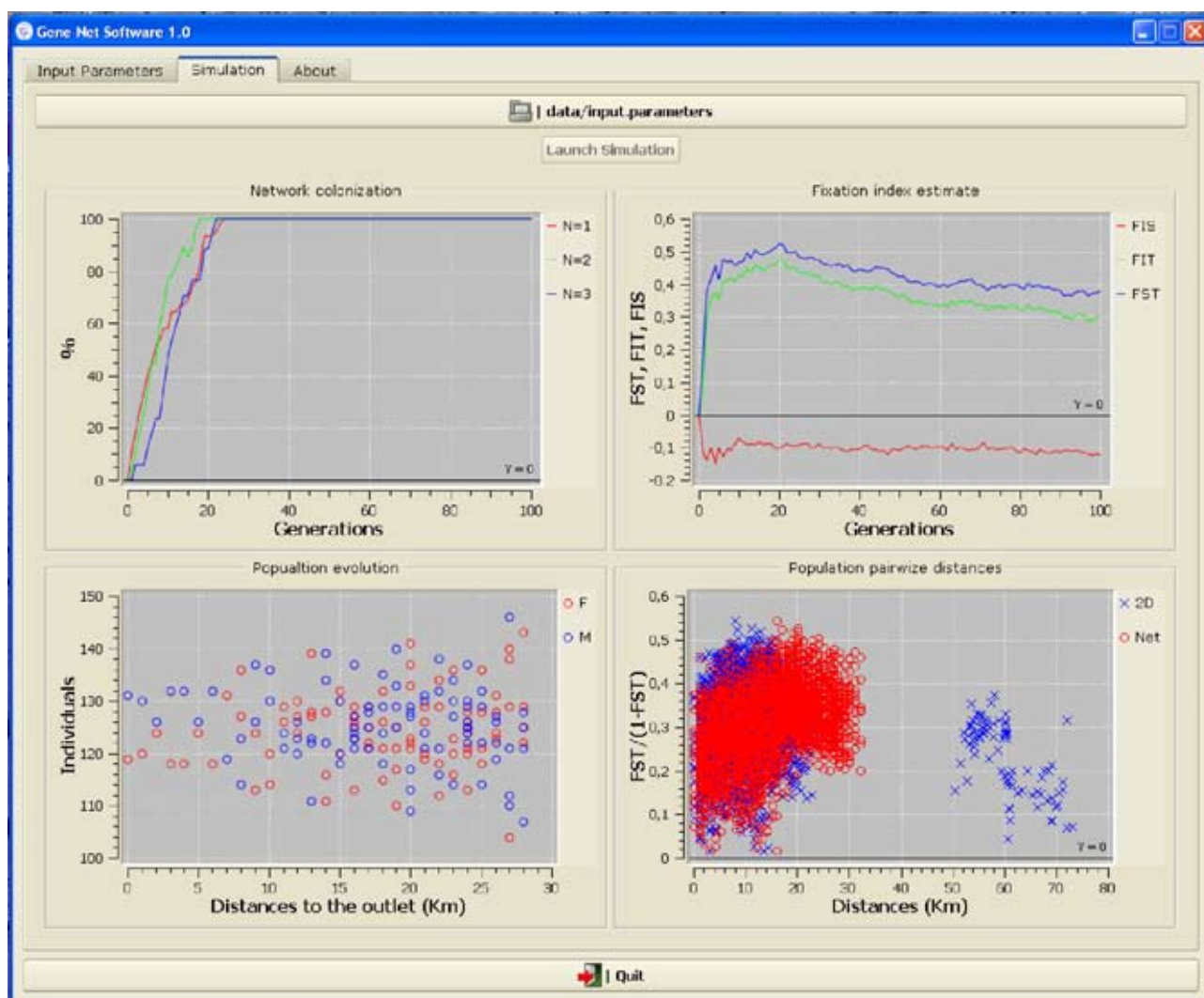


Figure 1 : Présentation générale du modèle Gene-Net. L'onglet « Input Parameters » permet de renseigner les caractéristiques du réseau, de la population initiale ou encore de la simulation. L'onglet « Simulation » affiche les résultats de la simulation sur différents processus démo-génétiques et spatiaux.



## Revues scientifiques à comité de lecture

- Burnouf, J., Carcaud, N., Garcin, M. 2009. Nouvelle histoire pour la Loire entre nature et société. *Géosciences*, 9, p. 72-79.
- Chaput-Bardy A., Fleurant C., Lemaire C. and J. Secondi 2009. Modelling the effect of in-stream and overland dispersal on gene flow in river networks, *Ecological Modelling*, 220(24), p. 3589-3598.
- Cormier, L., Carcaud, N. 2009. Les trames vertes : discours et/matérialité, quelles réalités ? *Projets de paysage*, 2.
- Daniel H. 2009. Agriculture en zones péri-urbaines et biodiversité. Approche écologique. *Innovations agronomiques*, 5, p. 83-89.
- Davodeau H. 2009. Les atlas de paysages français ou les difficultés de concilier l'approche sensible et l'approche scientifique, *Rivista Geografica Italiana*, 2, p. 173/194.
- Davodeau H. 2009. Les atlas de paysages français ou les difficultés de concilier l'approche sensible et l'approche scientifique, *Rivista Geografica Italiana*, 16(2), p. 173-194.
- Davodeau H. Donadieu P. et G. Fleury 2009. La transition périurbaine, 2, *Projets de paysage*.
- Dionne S. et Gourbilière C. 2009. Le béluga du saint-Laurent, *Encyclopédie du Patrimoine Culturel de l'Amérique Française*.
- Fleurant C., Burley J.B., Loures L., Lehman W. and J. Mchugh 2009. Inverse Box-Counting Method and Application: A Fractal-Based Procedure To Reclaim a Michigan Surface Mine, *WSEAS Transactions on Environment and Development*, 1(5), p.76-85.
- Guérin M., Gutleben C., et Daniel H. 2009. Possibilités de restauration de végétation herbacée à partir des surfaces sablées des villes, Bilan d'expériences de gestionnaires d'espaces verts, *Ingénierie EAT*, 41-53.
- Joliet F. et Jacobs P. 2009. Le Wilderness, une manière de voir et d'être à la nature sauvage. Le prisme paysage de Tremblant (Québec), *Cahier de Géographie du Québec*, p. 27-46.

- Pavoine, S., Vallet, J., Dufour, A.-B., Gachet, S. and Daniel, H. 2009. On the challenge of treating various types of variables: application for improving the measurement of functional diversity. *Oikos*, 118, 391-402.
- Vallet J., Daniel H., Beaujouan V. and Rozé F. 2009. Plant species response to urbanization: comparison of isolated woodland patches in two cities of North-Western France; *Landscape Ecology*, 23, 1205-1217.
- Vallet J., Daniel H., Beaujouan V. et Rozé F. 2009. Quelle biodiversité végétale dans les espaces boisés urbains ? Exemple des villes d'Angers et Rennes. *Symbioses*, 24, p.33-38.

## Revues techniques

- Daniel H. 2009. Biodiversité en ville : enjeux et perspectives. *De ville en ville, revue de l'association française des directeurs de jardins et espaces verts publics*, 35, p. 22-23.
- Davodeau H. 2009. L'évaluation paysagère, premier acte des politiques paysagères, 2, *Projet de paysage*.
- Davodeau H. 2009. Les atlas de paysage en France et la question de l'évaluation paysagère dans les politiques publiques, In: revue électronique, 1, *Projet de paysage*.

## Communications colloques

- Davodeau H. 2009. Le paysage ment ? Les paysages du paysagement. 3ème Colloque national: Végétal et médiations culturelles, Angers 9-10 février.
- Joliet F. 2009. Un paysage du Grand Nord à partager ? Le « donné à voir ». In *Le Nunavik*, Gouvernance, culture, société.

## Mémoires de stage

- Barbero C. 2009. « Qui sont les paysagistes formés dans les écoles du paysage françaises ? Concepteur, gestionnaire, médiateur, réflexion sur un modèle interprétatif ». Master2 Théories et démarches du projet de paysage, ENSP Versailles.

- Chantelot A. S. 2009. « Etude diachronique de l'évolution de l'occupation du sol sur l'AOC Saumur Champigny ». Master1, Agrocampus Ouest INHP, 10p + annexes.
- De Graeve Boudlay S. 2009. « L'intégration de la démarche développement durable dans les PLU: le paysage support de l'action ». Master2 Paysages et médiation, Université d'Angers-Agrocampus Ouest INHP.
- Gault C. 2009. « Influence du gradient d'urbanisation et de l'intensité de gestion sur la biodiversité des espaces boisés: étude de la flore et de l'avifaune sur des stations d'Angers et de Nantes ». Master2, ENSAIA, 35p + annexes.
- Gomes Sant'Anna C. « Le processus participatif dans le projet de paysage, le cas de la France et du Brésil ». Master2 Théories et démarches du projet de paysage, ENSP Versailles.
- Gourbilière C. 2009. « Savoir-faire traditionnels liés à l'entretien du paysage de bocage dans le sud du PNR Brenne : pratiques d'hier, représentations d'aujourd'hui, réinterprétations de demain ? » Mémoire de fin d'études Ingénieur Paysagiste, option "Ingénierie des Territoires", Agrocampus Ouest INHP.
- Guittet C. 2009. « Actions de médiation autour du paysage urbain ». Master2 Paysages et médiation, Université d'Angers - Agrocampus Ouest INHP.
- Mathieu M.-E. 2009. « Création d'un système d'information spatialisé dans le cadre d'un projet de recherche interdisciplinaire ». Master2 CRENAM, Université Jean Monnet 71p. + annexes.
- Senghor M.-W. 2009. « Typologie des espaces boisés dans les villes de l'ouest de la France : exemple de la commune d'Angers et de sa première couronne ». Master1, Université d'Angers. 47p.
- Sylla S. 2009. « Optimisation d'un logiciel de calcul appliqué à la génétique spatialisée des populations ». Master 1, Université d'Angers, 25 p.
- Vincent A. 2009. « Etude des pratiques des viticulteurs sur les espaces productifs et les espaces interstitiels non productifs de leur territoire d'exploitation : enquête auprès de viticulteurs de l'AOC Saumur-Champigny ». Master2 ESA, 107p. + annexes.

## Rubrique libre

### Actualités

En 2009, les réflexions sur la construction du futur plateau technique INEM (Installations Expérimentales Mutualisées) ont été poursuivies. Le positionnement définitif des installations devraient être arbitré début 2010 et intégré à un projet urbain et d'aménagement développé autour du futur Campus du Végétal. En attendant, ces opérations immobilières les différentes équipes d'installations expérimentales, UMR GenHort, UMR PaVé, UMR Sagah et domaine pédagogique et expérimental d'Agrocampus Ouest ont échangé sur leurs pratiques respectives et visités d'autres installations expérimentales pour préparer l'avenir (cf. photo de groupe au Potager du Roi à Versailles).



Les différentes équipes des installations expérimentales d'Angers rassemblées pour une visite à Versailles, photo sous la statue de Jean Baptiste de la Quintinie au potager du Roi et visite du centre INRA équipé d'une nouvelle serre S3

Comme chaque année le domaine pédagogique et expérimental a accueilli plus d'une centaine d'essais et cultures dans ses installations expérimentales, 60% des UMR de l'IFR QUASAV (UMR GENHORT, SAGAH, PMS et PaVé), 10% des unités Agrocampus Ouest (Ephor, Paysage et Bio3P), 10% des départements d'enseignement d'Agrocampus Ouest et 10% de partenaires publics et privés.

Ainsi en 2009 le domaine pédagogique et expérimental a loué ses services (construction de dispositifs expérimentaux et suivi cultural et surface d'installations expérimentales) à des partenaires extérieurs : Valinov, Plante et Cité, SNES GEVES (Station nationale d'essai de semence du Groupe d'Etude et de Contrôle des Variétés et des Semences), Fleuron d'Anjou, GIE IFO (International Fruit Obtention), BHR (bureau horticole régional), MKS (Magnus Khals Seeds).

### Accueil de stagiaires

Aly Gueye, Etudiant de l'ISTIA (Institut des Sciences et Techniques de l'Ingénieur d'Angers) en M1 Ingénierie Automatique & Informatique d'Entreprise, Caractérisation des enceintes climatiques (3 mois).

### Bibliographie

P. Morel, G. Galopin, W. Boutebtoub, R. Gardet, A. Laquerre 2009. Réalisation d'une chambre de culture à faible coût pour la conduite d'une plante horticole exigeante en lumière. Cahier technique de l'INRA, n°67.

### Contact

Rémi GARDET, Responsable du domaine pédagogique et expérimental, Agrocampus Ouest INHP, 2, rue Le Nôtre, 49000 Angers cedex.

Mél : Remi.Gardet@agrocampus-ouest.fr

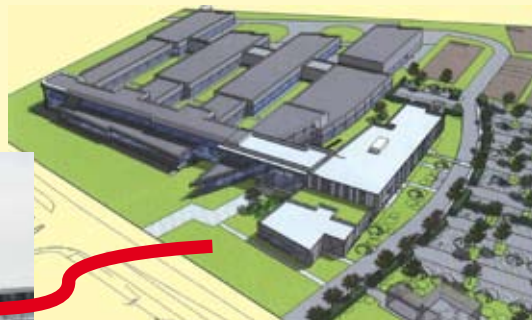
## Rubrique libre

### Le GEVES (Groupe d'Etude et de contrôle des Variétés Et des Semences) relocalisé en Anjou

Depuis le 1<sup>er</sup> septembre 2009, le siège du GEVES est officiellement transféré de La Minière (78) vers Beaucouzé (49).

Toute l'année 2009 a été consacrée à la construction du bâtiment du siège dont la réception a eu lieu le 20 janvier 2010. Pour l'unité expérimentale de l'Anjouère, les travaux s'achèveront fin 2010, le domaine ayant cependant permis l'implantation des premiers essais en 2009.

#### Le siège social



Le siège créé à côté de la SNES (Station Nationale d'Essais de Semences), déjà en Anjou depuis 1993, rue G. Morel à Beaucouzé.

L'unité du SEV (Secteur d'Etude des Variétés) de l'Anjouère a pour mission principale de conduire des études DHS (Distinction Homogénéité Stabilité) d'espèces de grandes cultures afin d'établir leur carte d'identité et cela en vue de leur inscription au catalogue officiel français. 60ha sur les 200ha du domaine sont ainsi consacrés aux différents essais, chaque année.

#### L'unité expérimentale de l'Anjouère

*L'unité de l'Anjouère en devenir*



#### Bilan

**Avec sa relocalisation, le GEVES** représente désormais 165 emplois permanents en Anjou dont 110 à Beaucouzé (2/3 à la SNES), 35 sur l'unité expérimentale de l'Anjouère et 15 sur celle de Brion sachant que plus de 40 personnes ont été mutées, et près de 40 embauchées.

#### Contact

Mél : [contact@geves.fr](mailto:contact@geves.fr) ; tél : 02.41.22.58.00



# NOUVELLES DES UNITES

## UMR GenHort

**La composition de l'UMR** a évolué favorablement en 2009, avec un peu plus d'arrivées que de départs. Quatre collègues ont pris leur retraite cette année : Jean Michel Boré, Colette Cesbron, Noëlle Dorion et Jean Paul Taglioni. Six nouveaux collègues ont pris leur fonctions dans l'année : Camille Lebras et Vanessa Soufflet à Agrocampus-ouest, Marjorie Juchaux accueillie par GenHort sur le plateau d'analyse d'images de l'IFR, Patricia Berthelot, Julien Jeauffre et Patricia Vandaele à l'INRA.

**Trois nouvelles thèses** ont été engagées cette année : sur la qualité de la pomme (Cindy Verdu), sur les relations hôtes-pathogène sur la carotte (Mickaël Lecomte) et sur la floraison du rosier (Marie Randoux). Enfin, Amélie Dulac a pris un poste d'ATER à l'IUT, sur un profil recherche en biochimie des pigments de la carotte.

**Six nouveaux contrats de recherche** impliquant l'UMR ont commencé en 2009 :

- MAP Contrat de branche : Valorisation ressources génétiques sauvages de carotte » (2009-2011)
- Région + Collectivités : PHENOTIC « Conception de méthodes automatisées de phénotypage dédiées au végétal spécialisé » (2009-2011) : avec autres UMR du Centre et le secteur des STIC
- AO Région Emergence Collective « COSIVEG : Méthodologies COgnitives et Sensorielles Innovantes adaptées à la valorisation du matériel Végétal » (2009-2013) : piloté par l'ESA
- AO Région Paris scientifiques « Modélisation mathématique appliquée à la biologie du végétal (MODEMAVE) » (2009-2013) : piloté par le LAREMA
- AO PlateFormes IBISA « CRYOVEG : Cryoconservation de collections françaises de ressources génétiques végétales » (2009-2010), avec IRD, CIRAD, INRA Corse, Guadeloupe, Bordeaux, Montpellier, Ploudaniel
- AO INRA DGAP-SPE « Impact des facteurs de résistance chez le pommier sur l'adaptation des populations de *Venturia inaequalis* et conséquences pour la gestion durable des résistances » (2009-2011), piloté par PaVé

En 2009, **l'UMR GenHort s'est engagée dans un « bilan carbone »**. Cette démarche s'inscrit dans le projet de l'INRA de faire le bilan carbone complet de l'ensemble de ces activités. GenHort fait partie des unités pilotes qui bénéficie pour cette première phase d'apprentissage de l'aide d'un consultant extérieur. Grâce à la forte implication de Rémi Guisnel, nous avons réalisé en 2009 la phase de recensement de toutes les émissions de gaz à effets de serre générées par notre activité. Nous ferons en 2010 la synthèse (avec l'aide du prestataire) et le plan d'actions à mettre en œuvre.

Signalons également la tenue de **l'Assemblée Générale du projet européen Isafruit, organisée à Angers par l'UMR** en octobre 2009. Quarante organismes de recherche dont l'Inra et le Ctifl, auxquels s'ajoutent 20 PME, participent au Projet Intégré européen ISAFRUIT (2006-2010). Son objectif prioritaire est d'augmenter la consommation de fruits ; les recherches concernent toute la filière, depuis les attentes du consommateur jusqu'à des travaux très en amont de biologie végétale et de physiologie humaine. Du 27 au 29 octobre 2009, avec l'implication active d'Yves Lespinasse et l'aide du service communication du Centre, l'UMR GenHort a organisé la 4<sup>ème</sup> Assemblée Générale des chercheurs participant à ce projet, dans les locaux de l'Université d'Angers les 2 premiers jours, puis au Centre des Congrès pour une journée de restitution des résultats auprès de la filière professionnelle européenne. Cet événement a rassemblé 150 collègues, dont des professionnels de la filière fruits.



Colloque Isafruit



# NOUVELLES DES UNITES

## UMR PMS



Approche intégrative du déterminisme de la qualité physiologique et sanitaire des semences : le nouveau programme de recherche subventionné par la Région des Pays de la Loire 2009-2013

### Contexte et objectifs

Face au changement climatique et à la prolifération attendue des agents pathogènes du fait de la diminution programmée des intrants phytosanitaires, la production de semences de grande qualité constitue un enjeu stratégique et économique majeur pour une zone de multiplication traditionnelle telle que la Région Pays-de-la-Loire. Or, les mécanismes mis en jeu dans les modifications de la qualité germinative et la colonisation des semences par les agents pathogènes sous l'influence de telles variables climatiques et agronomiques sont méconnus. Ce verrou technologique majeur doit être levé en respectant les principes d'une agriculture raisonnée. Dans ce contexte, l'objet de ce projet est d'approfondir les connaissances sur les déterminismes de la qualité physiologique et sanitaire des semences. Ce projet appréhende pour la première fois le lien entre ces deux volets de la qualité des semences. Ces deux composantes s'élaborent au cours du développement de la graine, notamment lors de la phase de dessiccation. La qualité physiologique est dépendante des conditions de stockage des graines indépendamment de leur contamination. Par contre, l'effet du stockage sur la viabilité et cultivabilité des agents pathogènes sur semences contaminées reste inconnus. C'est pourquoi, un premier axe opérationnel propose de décrire de manière intégrée la maturation des graines et de leur colonisation par des agents pathogènes. La qualité physiologique s'exprime pendant les étapes allant de la germination à la levée en fonction des conditions environnementales. De ces étapes dépendent l'implantation du peuplement végétal et la dispersion des agents pathogènes. Se basant sur les données acquises par les partenaires, un deuxième axe a pour objectif d'approfondir les connaissances sur l'expression de la qualité pendant la germination/ levée en relation avec les stress biotiques et abiotiques. Un dernier volet concluant le projet sera consacré à l'utilisation des connaissances acquises sur les espèces modèles étudiées pour évaluer les améliorations possibles sur des espèces cultivées en concertation avec les acteurs de la filière.

**Partenaires du projet :** UMR PMS et PaVé;

**Partenaires associés :** SNES (GEVES), LEVA (ESA), BIA (INRA)

## UMR SAGAH

### Cinq nouvelles personnes ont intégré l'UMR en 2009 :

- (1) **un professeur d'Université**, Alain Vian qui, après avoir été maître de Conférences à l'Université de Clermont-Ferrand, vient renforcer le pôle angevin à la fois au niveau enseignement de la Biologie Végétale et au niveau de l'approche écophysiologique de la plante entière développée dans le programme de recherche de l'unité,
- (2) **une chargée de recherche**, Jessica Bertheloot qui, après avoir soutenu sa thèse en janvier 2009 à AgroParisTech et effectué un post doctorat à l'Ecole Centrale Paris sur la répartition de l'azote et du carbone chez le blé avec une approche de modélisation, vient de prendre en charge la mise en place d'un modèle structure-fonction du développement du rosier intégrant les données acquises à différentes échelles par l'équipe,
- (3) **un appui technique**, Céline Bouffard, titulaire d'un bac en productions florales et légumières, qui a pris en charge l'installation et le suivi des cultures expérimentales,
- (4) **un post-doctorant**, Wassim Azri qui après avoir soutenu sa thèse à Clermont-Ferrand, expérimente les effets de la lumière sur l'élaboration de l'architecture du rosier en intégrant des approches anatomiques et métaboliques à différentes échelles (morphologique, biochimique et moléculaire),
- (5) **un doctorant** en co-tutelle avec la Tunisie, Farouk Abidi, qui étudie les effets de la qualité de la lumière, en particulier des radiations bleues, sur l'élaboration de l'architecture du rosier buisson.

Par ailleurs nous poursuivons nos relations à l'international avec le laboratoire de Jan Vos à l'Université de recherche de Wageningen (WUR) qui développe aussi un programme sur l'architecture du rosier en relation avec l'environnement mais avec un objectif de production de fleur coupée. Suite à leur venue en 2008, 5 chercheurs de Sagah sont allés discuter l'avancée de nos programmes respectifs à Wageningen en janvier. Au cours de leur mission ils ont pu aussi visiter des obtenteurs et producteurs de rosier et bien sûr l'incontournable premier marché au fleur mondial FloraHolland. Une discussion scientifique approfondie s'est poursuivie en recevant en juin à Angers Beno Burema, le doctorant de l'équipe.

Plus localement, nous avons présenté les résultats de nos travaux (1) aux Rencontres du Végétal en janvier où, en collaboration avec nos collègues de l'UMR GenHort, nous avons communiqué sur la qualité du végétal d'ornement et sur la qualité esthétique du rosier buisson en relation avec les préférences des consommateurs ; (2) à la Fête de la Science en novembre, en présentant une analyse de la préférence des consommateurs, étude réalisée en collaboration avec le laboratoire Grappe de l'ESA (R Symonneaux).

# NOUVELLES DES UNITES

## UEVV

L'Unité expérimentale Vigne et Vin du centre INRA d'Angers compte 12 permanents, dont 4 chercheurs et ingénieurs et 8 techniciens et administratifs. Elle possède des bureaux, des laboratoires et un atelier pilote d'œnologie situés à Angers. Elle s'appuie sur un dispositif expérimental qui comprend des réseaux multi locaux de parcelles terroirs chez des viticulteurs et le domaine expérimental INRA de Montreuil-Bellay (49).

En 2009, l'unité a accueilli une thésarde, Cécile Coulon ainsi que 12 stagiaires. L'unité est laboratoire d'accueil pour un thésard du CNRS de Rennes dans le cadre du projet TERVCLIM sur l'évolution des terroirs viticoles en relation avec les changements climatiques. L'apprenti CAPA présent sur le site de Montreuil-Bellay depuis le 1er septembre 2007 a été remplacé par un nouvel apprenti en septembre 2009.

L'année 2009 constitue pour l'unité Vigne et Vin la troisième année de participation à l'unité mixte technologique (UMT) VINITERA labellisée en 2006. Cette UMT est née du rapprochement avec des partenaires de l'enseignement supérieur (ESA<sup>1</sup> laboratoires GRAPPE<sup>2</sup> et LARESS<sup>3</sup>) et du développement (IFV<sup>4</sup> et Cellule de cartographie des Terroirs Viticoles – CTV). Un fait marquant spécifique (voir ci-dessous) fait un bilan de ces trois années et annonce les perspectives pour une phase II de l'UMT qui vient de débiter.

Sur le Domaine expérimental de Montreuil-Bellay (49) l'unité participe à la conservation des ressources génétiques «vigne», à un programme national de création variétale et à des programmes régionaux de sélection clonale. Deux clones de Grolleau gris ont été agréés par le CTPS lors de la session de janvier 2010. Le comportement de 4 cépages rouges en relation avec les changements climatiques est suivi depuis 1976.

Depuis le 2<sup>ème</sup> semestre 2007, l'UVV est partenaire du projet ANR Jeunes chercheurs « TERVCLIM » mentionné plus haut, projet piloté par une équipe du CNRS<sup>5</sup> de Rennes. Le projet a pour objet d'observer et de modéliser l'évolution du climat à l'échelle des terroirs viticoles, en s'appuyant d'une part sur les études terroirs déjà réalisées et d'autre part sur des mesures météorologiques fines complétées par des observations des stades phénologiques de la vigne et des analyses de la qualité des baies.

Depuis le début de l'année 2008, l'UVV est partenaire de deux autres projets :

- PSDR Grand Ouest intitulé « Changement climatique, systèmes agricoles, ressources naturelles et développement territorial » dans lequel elle participe à une action concernant les changements de pratiques des viticulteurs en relation avec les changements climatiques. Ce projet est piloté par l'INRA de Rennes.
- Protection vigne A2PV intitulé « Exploitation des résistances naturelles pour une viticulture à faibles intrants phytosanitaires », projet coordonné par l'INRA de Colmar. L'UVV, dans ce projet, fait partie d'un réseau expérimental national où sont testés des croisements pour leur résistance au mildiou et à l'oïdium ainsi que la production de raisins et de vins de qualité.

<sup>1</sup> - ESA : Ecole Supérieure d'Agriculture d'Angers

<sup>2</sup> - GRAPPE : Groupe de Recherches sur les Produits et Procédés (ESA)

<sup>3</sup> - LARESS : Laboratoire de recherches en Sciences Sociales

<sup>4</sup> - IFV : Institut Français de la vigne et du vin, ex ITV

<sup>5</sup> - CNRS Hervé Quéno, Laboratoire COSTEL (Climat, Occupation du Sol et Télédétection), UMR 6554 LETG, Université Rennes 2

## LABORATOIRE LEVA

### 2009 : une très bonne année pour le LEVA

Abraham Escobar-Gutiérrez, détaché de l'INRA, a pris la direction de l'Unité au 1er juin 2009 en remplacement d'Alain Bourgeois qui a assuré la direction par intérim de juin 2007 à mai 2009. Par ailleurs, M. A. Bourgeois, directeur de la recherche au Groupe ESA, a pris sa retraite fin 2009.

Après avoir soutenu sa thèse de doctorat à l'Université d'Angers le 10 décembre 2009, M. Christophe NAUDIN a été recruté comme enseignant chercheur au LEVA.

### L'année 2009 a été riche en activité sur tous les plans

Le 9 octobre, des nouveaux locaux du Groupe ESA ont été officiellement inaugurés en présence d'une myriade d'invités distingués. Ainsi, l'unité LEVA a été relocalisée dans un des nouveaux bâtiments où elle dispose d'une surface totale de 225 m<sup>2</sup>, comprend 65m<sup>2</sup> de laboratoire, 27 m<sup>2</sup> de local technique, 74 m<sup>2</sup> de bureau et le reste en espace collectif dont l'espace documentaire de 18 m<sup>2</sup>.

A cette occasion, le LEVA proposait une animation en serre pour montrer des exemples d'expérimentation, quelques savoir-faire et des équipements auprès de 200 visiteurs.

Aux plans de la production scientifique et des projets coopératifs, l'équipe a bien réussi dans les appels à proposition, a initié des nouveaux contrats de recherche, démarré des projets préalablement acceptés et mis en place des nouveaux partenariats. Trois doctorants, un post-doctorant et un Ingénieur de Recherche (CDD) ont été accueillis dans le cadre de certains de ces projets. Comme exemple :

## NOUVELLES DES UNITES

Le projet de recherche ANR PerfCom – Peuplements Complexes Performants en agriculture bas intrants – Interactions Multitrophiques et Facilitation Intergénotypique - a démarré pour une durée de 4 ans. Il est coordonné par Philippe Hinsinger de l'INRA Montpellier. Ce projet a permis d'initier des nouveaux partenariats : UMR Eco&Sol (INRA/IRD/SupAgro/CIRAD), l'UMR Diapc de Montpellier et l'UMR AGIR Toulouse. Il a permis également de renforcer des partenariats existants avec Arvalis et BioCivam.

Le projet INTRANBA du pari scientifique régional (durée : 3 ans), coordonné par Josiane Le Corff a permis de développer un nouveau partenariat avec l'équipe PBI d'Agrocampus Ouest-Centre d'Angers.

La Région Pays de Loire a choisi de financer un nouveau projet collaboratif intitulé « Les petites boules de fort » visant à développer une nouvelle filière en Pays de Loire. Ce projet, labellisé par le pôle de compétitivité Végépolys, est le fruit d'un partenariat avec La Coopérative Agricole des Pays de la Loire et la société Abbottagra.

Le projet CASDAR association a démarré ses travaux pour une durée de 3 ans. Il regroupe 25 partenaires techniques et scientifiques d'horizons différents (chambres d'agriculture, unités INRA, Arvalis...). Le pilotage du projet est assuré par le LEVA.

### UMR GRANEM

B. Plottu et C. Widehem (MCF au GRANEM) ont fait une communication le 10 septembre 2009 lors de la journée de clôture du Programme de recherche sur la filière du végétal spécialisé et le paysage VEGESPE- Région PDL 2005-0 : « Pôle de compétence en économie et gestion au service du végétal spécialisé ». Leur communication portait sur la prospective stratégique et la compétitivité territoriale : fonctionnement et portée d'un outil de veille documentaire en végétaux d'ornement d'extérieur. Les travaux réalisés dans le cadre du programme VEGESEPE relèvent du domaine de l'aide à la décision et de la prospective stratégique, et sont appliqués à la pépinière ornementale. Ils sont le fruit d'une recherche centrée sur deux questions principales: Quelles sont les sources de compétitivité des entreprises françaises de pépinière ornementale ? Quels leviers d'action possibles pour permettre à ces entreprises d'améliorer leur compétitivité ? Ces travaux ont abouti à la réalisation d'un outil de veille documentaire concernant les végétaux d'ornement d'extérieur. Cet outil est en accès libre sur un site dédié aux travaux sur la pépinière ornementale française en Europe (<http://futurahorti.ihn.fr>).



Image du site Futurahorti.

B. Plottu et C. Widehem (MCF au GRANEM) ont fait une communication le 10 décembre 2009 lors de la journée de clôture Programme de recherche sur le végétal COSAVE- Région PDL 2005-09 : « Construction et Santé du Végétal ». Leur communication portait sur « la place des COV dans la valeur des produits importés et exportés en jeune plant d'ornement d'extérieur ». Leur travail cherche à expliquer la chute du taux de couverture des Boutures Racinées et Jeunes Plants d'Arbres, Arbustes et Arbrisseaux de plein air à l'exclusion des fruitiers et forestiers (BRJP3A). Deux pistes sont explorées concernant deux facteurs explicatifs possibles :

- L'un concerne la technologie importée: le mode de production des boutures racinées et jeunes plants importés par la France serait générateur d'une forte valeur ajoutée.

| Nom     | Statut   | Appréciation | Statut   | Appréciation | Statut   | Appréciation |
|---------|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|
| BOULEAU | Statut L | Appréciation | Statut L | Appréciation | Statut L | Appréciation |
| BOULEAU | Statut L | Appréciation | Statut L | Appréciation | Statut L | Appréciation |
| BOULEAU | Statut L | Appréciation | Statut L | Appréciation | Statut L | Appréciation |
| BOULEAU | Statut L | Appréciation | Statut L | Appréciation | Statut L | Appréciation |
| BOULEAU | Statut L | Appréciation | Statut L | Appréciation | Statut L | Appréciation |
| BOULEAU | Statut L | Appréciation | Statut L | Appréciation | Statut L | Appréciation |
| BOULEAU | Statut L | Appréciation | Statut L | Appréciation | Statut L | Appréciation |
| BOULEAU | Statut L | Appréciation | Statut L | Appréciation | Statut L | Appréciation |
| BOULEAU | Statut L | Appréciation | Statut L | Appréciation | Statut L | Appréciation |
| BOULEAU | Statut L | Appréciation | Statut L | Appréciation | Statut L | Appréciation |

image du fichier de saisie des demandes de protection de variétés végétales auprès de l'Office Communautaire des Variétés Végétales (OCVV)

- L'autre concerne les droits de propriété attachés aux produits importés: la France importerait massivement des variétés de végétaux protégés par Certificats d'Obtention Végétale (COV) et devrait donc s'acquitter des droits liés à la propriété industrielle (royalties), ce qui induirait un surcoût sur le produit final importé.

### Thèses soutenues en 2009 :

CHOUMERT Johanna : « Analyse économique d'un bien public local: les espaces verts ». W. Oueslati directeur de thèse, J. Salanié co-encadrant. Soutenue le 1/12/2009, Université d'Angers.

JAVAHERI Masha : « Analyse expérimentale des processus de décision face au risque alimentaire ». S. Blondel directeur de thèse. Soutenue le 10/11/2009.

# NOUVELLES DES UNITES

## UP Paysage

L'Unité de Recherche Paysage se présente sur le site internet : <http://recherche-paysage.inh.fr/>.

**Soutenance d'HDR** de Cyril Fleurant : Contribution à la modélisation des formes et des flux biophysiques dans le géosystème : [http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/42/37/77/PDF/hdr\\_fleurant.pdf](http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/42/37/77/PDF/hdr_fleurant.pdf)

**Bourse CRSH** (Conseil de la Recherche en Sciences Humaines) du Canada : Gouvernance, discours et pratiques territoriales dans le processus de création du Parc National Guillaume Delisle – Lac à L'Eau Claire ou Tursujuq (Nunavik, Canada). 8000 \$ CA.

**Bourse de l'Ambassade du Canada** : Perceptions des paysages dans le processus de création du Parc National Guillaume Delisle Lac-à-L'eau-Claire (Nunavik, Canada). 4400 \$ CA.

## Appels à Projet

Programme ANR « Ville durable » : Trame verte urbaine (2009-2012) : (<http://www.trameverteurbaine.com/>).

Programme PSDR GO « Climaster » (2009-2011) et « Dytefort » (2009-2011).

Programme « Réseau Télédétection de l'AUF » (2009-2010).

Programme « Patrimoine et trajectoires paysagères des vallées ligériennes » (2009-2010).

## UP SP GRAPPE

Du 2 au 4 juillet 2009, le GRAPPE a accueilli, avec le soutien de ses partenaires de l'UMT Vinitera, Végépolys et des Collectivités Territoriales, le 6ème colloque International « In Vino Analytica Scientia ». Ce colloque, reflet d'une dynamique internationale, a regroupé 220 chercheurs, représentant 25 pays, qui ont présenté plus de 40 communications scientifiques orales et 147 posters avec pour but de dresser un panorama complet des avancées de la recherche en matière de méthode d'analyse et de connaissance des réactions chimiques des composés du raisin et du vin : réactions chimiques et biochimiques, analyses chimiques et biochimiques, capteurs et chimométrie, authentification et traçabilité, analyse sensorielle.

**Depuis septembre 2009, l'équipe est sous la responsabilité d'Emira Mehinagic**, qui remplace Frédérique Jourjon (nouvelle directrice des recherches du Groupe ESA).

Depuis cette période, l'unité propre GRAPPE a accueilli, 2 nouveaux enseignants-chercheurs, originaires de l'Amérique du Nord. Justin COHEN, chercheur Américain, spécialisé en marketing du vin, a rejoint le département Viticulture/Cœnologie et l'axe « Méthodologies d'analyse sensorielle et comportement des consommateurs » pour développer des projets de recherche sur les principaux déterminants de consommation expliquant le comportement des consommateurs du vin. Michel MEUNIER, chercheur Canadien, a rejoint le même département et réalise des travaux sur l'étude de l'effet de la silice, sous différentes formes, sur la physiologie de la vigne et la qualité du raisin.

L'UPST GRAPPE a également embauché 3 ingénieurs : un spécialisé en électronique et automatisation, qui travaille sur l'application de la spectroscopie laser en tant qu'outil de mesure non-destructif de la qualité des fruits, et deux spécialistes en analyse sensorielle pour répondre à l'activité croissante de l'équipe d'analyse sensorielle. En effet en 2009, l'équipe a répondu avec succès à trois appels à projets :

Le projet CISIVEG, labellisé par le pôle Végépolys, subventionné par la région des Pays de Loire et collectivités, qui a pour but une approche pluridisciplinaire intégrée du consommateur et de ces préférences sensorielles afin de contribuer à la compréhension de ces attentes vis-à-vis des productions végétales spécialisées et notamment du secteur des fruits et légumes. Deux produits (la pomme et la carotte), sollicitant des habitudes de consommation différentes (crues ou préparés), seront testés dans la perspective de la mise en place de stratégies de valorisation de ces produits. Les partenaires du projet : LARGEZIA, LARESS, LESMA, GRANEM, USC, GenHort, CTILF, LBAI et GRAPPE (coordinateur).

Le projet Aupalesens, co-labellisé par les pôles de compétitivité Vitagora et Valorial, porté par Virginie Van Wymelbeke, docteur en nutrition de la personne âgée au Centre Gériatrique de Champmillet, à Dijon, a été retenu dans le cadre de l'appel à projets du programme de recherche en Alimentation et Industries Alimentaires (ALIA) de l'Agence Nationale de la Recherche (ANR). Son but : mieux connaître les changements qui apparaissent au cours du vieillissement et en particulier, ceux qui mènent aux premiers signes de malnutrition. Ce projet, réalisé en partenariat avec 9 autres équipes de recherche et industriels, a pour l'originalité d'associer la sensorialité et la nutrition afin d'essayer de mieux comprendre comment l'avancée en âge peut entraîner la dénutrition. L'équipe d'analystes sensoriels de GRAPPE sera en charge de la réalisation de la mise en place d'enquêtes et de méthodes d'analyses sensorielles adaptées à différentes catégories de seniors.

Le projet Nouvelle équipe « Méthodologies d'analyse sensorielle », subventionné dans le cadre du Volet Nouvelle équipe/ Nouvelle thématique par la région des Pays de Loire et collectivités, qui vise à renforcer la recherche en méthodologie de l'analyse sensorielle à l'ESA pour disposer, dans le grand Ouest, d'une équipe spécialisée et capable : d'une part, de s'engager dans des projets de recherche nationaux et internationaux dans le domaine de l'analyse sensorielle et, d'autre part, de contribuer aux enjeux de la recherche locale et régionale.



## LBPV - Nantes

### Procédure de contractualisation INRA (USC)

Dans le cadre de sa demande de contractualisation avec l'INRA, le LBPV a reçu en novembre 2009 une commission composée de Carole Caranta (CD-A GAP), Didier Andrivon (CD-A SPE), Charles-Éric Durel (membre élu CS GAP) et Ivan Sache (membre élu CS SPE). La situation administrative, les missions de formation, les axes de recherche de l'unité et les enjeux d'une USC pour l'unité lui ont été présentés. Dans cette association, les compétences recherchées par le LBPV (épidémiologie et génétique des populations) relèvent du Département SPE, avec lequel la contractualisation est donc plus logique. Le département SPE attend d'une telle contractualisation : (i) l'intégration de compétences, méthodologies ou champs de recherche qui coïncident avec ses objectifs et orientations scientifiques, et (ii) une cohérence entre sa propre politique scientifique et l'orientation de l'unité demandeuse en termes d'objectifs de recherche. Par ailleurs, le département SPE est interrogé sur l'orobanche. Les questionnements du LBPV, notamment sur la biologie et la gestion des orobanches, sont bien en phase avec les orientations du département SPE. Les membres du Conseil de Gestion du Département SPE ont examiné cette demande d'association au cours de la session de février 2010, à laquelle les représentants du LBPV ont été invités pour présenter leurs attendus de l'USC. L'avis de la Direction Générale de l'INRA est attendu très prochainement.

### Contrats de recherche et nouveaux partenariats scientifiques

Le LBPV s'associe :

- avec l'UMR APBV du centre Inra du Rheu, pour un projet visant à valider la résistance vis-à-vis de l'orobanche rameuse de colzas déficients dans la production de strigolactones (mutants colzas, Tilling). Ce projet, subventionné dans le cadre de l'appel à projet Sofiproteol 2009 pour une durée de 3 ans (2010-2012), permettra le recrutement au LBPV d'un chercheur post-doctorant (18 mois, 2010-2011).
- avec le laboratoire Utilisations agricoles et médicales des techniques nucléaires du Centre National des Sciences et Technologies Nucléaires de Tunis et le laboratoire de Biochimie et Technobiologies de la Faculté des Sciences de Tunis, pour un projet de recherche visant à l'obtention de nouvelles variétés de légumineuses résistantes à l'orobanche par mutagenèse et à la caractérisation des résistances induites. Cette étude, financée dans le cadre du Programme PHC-UTIQUE (CMCU 2010) pour une durée de 4 ans (2010-2013), soutiendra l'accueil de chercheurs tunisiens au LBPV et la mise en place d'une thèse en cotutelle (2011-2013) entre l'Université de Nantes et la Faculté des Sciences de Tunis.
- avec les centres techniques CETIOM et ITC et les Chambres d'Agriculture 85 et 79, pour un projet de recherche appliquée visant à estimer l'efficacité de certaines pratiques culturales (cultures pièges ou faux hôtes) sur la gestion des stocks de graines d'orobanche dans les sols. Ce programme est financé dans le cadre de l'appel à projet « Recherche finalisée et innovation des instituts techniques agricoles » (Casdaar 2009) pour une durée de 3 ans (2010-2012). Il permettra le recrutement au LBPV d'un assistant ingénieur (12 mois).

## SONAS

Accueil et participation à la session de printemps (22-25 avril 2009) de l'International Foundation for Science (IFS), comité « Natural Products » : cette ONG aide, dans les pays en développement, de jeunes scientifiques, identifiés



comme potentiels futurs « leaders » de la recherche nationale, à développer leur projet personnel. Les recherches en Pharmacognosie/Phytochimie sont en effet d'une grande importance pour ces pays si l'on estime que plus de 60% de la population mondiale ne peut se soigner que par l'usage des plantes. Le comité « Natural Products » est constitué d'une douzaine de représentants d'Asie, d'Afrique, d'Amérique du Sud et d'Europe. A l'issue de cette session 22 bourses furent attribuées, pour un montant global d'environ 300 000 dollars US, à de jeunes chercheurs originaires d'Asie Centrale (Iran, Pakistan...) ou du Sud-Est (Malaisie, Thaïlande, Vietnam...), d'Amérique latine (Brésil, Chili, Cuba, Paraguay...) et d'Afrique (Gabon, Kenya, Cameroun...).

### Bio3P

#### Une nouvelle dynamique pour l'équipe PBI –Agrocampus-Ouest Angers avec le démarrage de différents projets

Deux nouveaux collègues ont rejoint l'équipe en 2009 :

- Yann Tricault a été recruté en septembre en tant que maître de conférences sur un poste en Ecologie appliqué à la protection des plantes,
- Marie Jamont a débuté en novembre sa thèse intitulée « Impact du mode d'implantation de fabacées dans les cultures de brassicacées sur les interactions interspécifiques plante-plante et sur les interactions tritrophiques plante-phytophage-parasitoïde ».

Armin Bischoff (MdC Ecologie) et Pauline Le Guigo (en thèse 2008-2010) ont participé au congrès de la société d'écologie d'Allemagne, Autriche et Suisse (GfÖ), à Bayreuth en septembre. Pauline Le Guigo y a présenté des résultats de sa thèse (« Is sequestration of glucosinolates by a herbivore a good defence against its natural enemies? »).



*Dacnusa areolaris*, principal parasitoïde du puceron du chou

Josiane Le Corff a été invitée à l'Université de Miami du 1 au 30 mai dans le cadre d'un projet NSF intitulé « Synthesis » et a présenté au Montgomery Botanical Center les premiers résultats portant sur le rôle des adventices comme plantes hôtes de pucerons de Brassicacées cultivées et les conséquences sur les parasitoïdes (« Tritrophic interactions in the Brassicaceae: consequences for conservation biological control »).

Les contrats qui ont débuté en 2009 sont les suivants :

- INTRANBA (Interactions trophiques et systèmes de cultures innovants économes en intrants: application à l'utilisation de légumineuses dans les cultures de Brassicacées) financé par la région Pays de la Loire dans le cadre des appels à projets « Paris scientifiques ». Ce projet est mené en collaboration avec le LEVA (ESA Angers).
- les projets Piclég « Brassinse » (De la parcelle au paysage : changer d'échelle pour changer de stratégie de gestion des insectes ravageurs des brassicacées légumières) et PBI-Pays (PBI-Paysage en cultures de Brassicacées), co-financé par les régions Bretagne et Pays de la Loire et labellisé par le pôle de compétitivité Végépolys. L'objectif est de comprendre les déterminants du fonctionnement des populations des principaux insectes phytophages, cibles d'intervention dans les cultures de Brassicacées légumières, à différentes échelles spatiales : celle de l'environnement parcellaire, de l'exploitation et du bassin de production. Ces projets sont menés au sein de l'UMR Bio3P avec ACO Rennes et l'Université de Rennes I.
- PETAAL (Protection Environnement et Technologie des Arbres d'Alignement) labellisé par le pôle de compétitivité Végépolys et financé par le Fond Unique Interministériel. Ce programme de recherche auquel participe B. Jaloux a pour objectif la mise au point d'une stratégie de contrôle innovante du Tigre du Platane, *Corythucha ciliata*, intégrant divers organismes auxiliaires (entomopathogènes et prédateurs). Les partenaires sont les sociétés Koppert France et IFTECH, l'Université d'Angers, Plante & cité, la FREDON PACA.

## Programme COSAVE

Les laboratoires de recherche d'Angers et de Nantes, spécialisés sur le végétal, ont répondu en commun à l'appel à **projet structurant** lancé par la Région Pays de la Loire en 2006. Le programme **“Construction et Santé du Végétal” (COSAVE)** a été retenu par la Région et a débuté en 2007. Il a été subventionné à hauteur de 820 k€ et a regroupé, pendant 3 ans, 17 partenaires des Universités d'Angers et de Nantes, de l'INRA Angers-Nantes, de l'ESA, du GEVES et de l'ENTIAA représentant la majorité des unités du Pôle Végétal Régional et 4 unités du Pôle Sciences Humaines et Sociales (SHS).

Ce projet s'était volontairement structuré sur des **bases thématiques trans-filières** autour de questions scientifiques potentiellement génératrices de collaborations inédites. Les recherches réalisées dans le cadre des 5 actions thématiques de COSAVE ont permis l'établissement ou la consolidation de partenariats au niveau Régional, le développement et la mise en commun de nouveaux outils, et l'acquisition de résultats originaux. Ces derniers ont déjà été valorisés par plus de 25 publications dans des revues de rang A et 35 communications à des congrès internationaux. COSAVE a impliqué la participation de 10 doctorants et 10 post-doctorants dont 3 financés par le programme.

Un Colloque de fin de Programme a été organisé à Angers le 10 décembre 2009 pour restituer une sélection des résultats obtenus (9 communications orales). Trois conférenciers extérieurs (Bart Nicolai de l'Université de Leuven, Barbara Kunkel de l'Université de Washington à St Louis et Nathalie Boissot de l'INRA d'Avignon) ont été invités à présenter leurs travaux en relation avec les thématiques traitées dans la cadre de COSAVE.

Durant ces trois dernières années, COSAVE a constitué un cadre scientifique idéal pour **accompagner la structuration du pôle de recherche végétal régional autour des axes scientifiques d'identification de l'IFR**. La suite logique des actions menées dans le cadre de ce programme doit dès lors se traduire par **l'élaboration de projets collaboratifs entre les unités de l'IFR QUASAV et leurs partenaires régionaux ou nationaux autour de ces axes thématiques structurés**. Dans le cadre des AAP Régionaux, cette stratégie collective s'est traduite dès 2009 par la labellisation par la Région Pays de la Loire du programme QUALISEM.

## NOUVELLES THÈSES / POST-DOCTORATS

### UMR GenHort

■ RANDOUX Marie : « Bases moléculaires du contrôle de la remontée de floraison chez le rosier ». N. Dorion directrice de thèse, F. Foucher encadrant.

### UMR PaVé

■ AIGUO Qin : « Transcriptomique et transformation de *Venturia inaequalis* ». B. Le Cam et T. Guillemette encadrants.

■ CAMARA Baba Issa : « Modélisation mathématique de la dynamique des interactions hôte-pathogène pour le contrôle des épidémies et l'émergence de super-virulence dans les agro-systèmes ». N. Sapoukhina et V. Caffier encadrantes.

■ DAVID Perrine : « Caractérisation de l'évolution moléculaire d'effecteurs de type III au sein du genre *Xanthomonas* ». T. Boureau, S. Poussier et C. Lemaire encadrants.

■ GAUCHER Matthieu : « Analyse des réponses spécifiques du Pommier suite à l'infection par *Erwinia amylovora*, agent du Feu bactérien ». J. Dat directeur de thèse, M.-N. Brisset co-directrice.

■ HAJRI Ahmed : « Caractérisation de populations bactériennes au sein de l'espèce bactérienne *Xanthomonas arboricola* responsable de maladies émergentes en France ». C. Manceau encadrant.

### UMR PMS

■ BELIN : « Conception de méthodes automatisées de phénotypage dédiées au végétal spécialisé ». C. Dürr encadrante post-doctoral.

■ CANDAT Adrien : « Caractérisation fonctionnelle des gènes codant des protéines mitochondriales de type Late Embryogenesis Abundant (LEA) chez *Arabidopsis thaliana* ». D. Macherel directeur de thèse.

■ DIAB Houssein : « Métabolites azotés : rôles dans la protection et signalisation en réponse à un stress hydrique au cours de la phase de germination - levée chez *Medicago truncatula* ». A. Limami directeur de thèse.

■ HUNDERTMARK : « Rôle des protéines LEA de la famille D34 dans la protection du noyau en relation avec la survie à l'état sec ». O. Leprince encadrant post-doctoral.

### UMR SAGAH

■ ABIDI Farouk : « Effet de la qualité du rayonnement sur l'architecture du rosier ». N. Leduc directrice de thèse, L. Thélier encadrante.

■ AZRI Wassim : « Effet des facteurs de l'environnement sur le développement des organes du rosier ». J. Gentilhomme directrice de thèse.

### LBPV

■ GAUDIN Zachary : « Etude de la place de l'azote dans l'interaction colza - Orobanche rameuse ». P. Simier directeur de thèse, J.-B. Pouvreau encadrant.

### Laboratoire SONAS

■ BUDAN Alexandre : « Caractérisation de saponosides d'intérêt en alimentation animale ». D. Guilet directeur de thèse et co-encadrant, Nor Feed Sud (contrat CIFRE) co-encadrant.

### UPSP GRAPPE

■ BAVAY Cécile : « Intégration de la variabilité du matériel végétal dans l'évaluation sensorielle ». F. Jourjon directrice de thèse, E. Mehinagic co-encadrante.

■ CHARLES Mathilde : « Déterminants sensoriels et leurs interactions : recherche de méthodologies sensorielles permettant d'évaluer leur poids dans l'évaluation des préférences des différents segments de consommateurs ». C. Prost (Oniris) directeur de thèse, E. Mehinagic co-encadrante.

■ DUTHEUIL-DELAIRE Justine : « Compréhension des mécanismes d'évolution des propriétés mécaniques du raisin au cours de sa maturation : impact sur la disponibilité et l'extractibilité des composés phénoliques ». F. Jourjon directrice de thèse, R. Siret co-encadrant.

■ HMID Ilham : « Développement de nouvelles gammes de produits de grenadiers d'origine marocaine ». H. Hanine directrice de thèse, D. Elothmani encadrant.

■ KHATABI Omar : « Innovation au service des boissons. Développement d'une gamme «nouvelle génération» de boissons à base de figues de barbaries d'origine marocaine ». H. Hanine directrice de thèse, D. Elothmani encadrant.



### LEVA

■ MALAGOLI Philippe : « Etudes des interactions graminées légumineuses en cultures associées en lien avec les communautés bactériennes du sol ». J. Fustec encadrante.

■ BARILLOT Laurent : « Modélisation de la compétition pour la lumière dans les associations de culture pois/blé à travers l'utilisation de plantes virtuelles ». A. Escobar-Gutierrez directeur de thèse.

### UP Paysage

■ GAULT Clémence : « Biodiversité des espaces boisés en ville . Contribution à l'évaluation écologique des trames vertes urbaines » (ANR Ville durable). C. Fleurant directeur de thèse.

■ Régis Barraud, Post-Doctorant : « CPER, atelier espaces naturels sensibles ». N. Carcaud encadrante.

■ Claire Gourbillère, Doctorante : « Valorisation de la disparité du territoire, définir une identité commune au parc naturel régional de la Brenne ». N. Carcaud directrice de thèse, F. Joliet co-encadrante.

### UP EPHOR

■ MORILLE Benjamin : « Elaboration d'un modèle du climat distribué à l'échelle de l'abri et de la plante en cultures ornementales sous serres : analyse des transferts de masse et de chaleur, bilans énergétiques ». E. Bournet directeur de thèse.

■ COULON Anaïs : « Influence des propriétés des matières organiques sur les structures et sur les propriétés de transfert en sol urbain : cas des bassins d'infiltration d'eaux pluviales ». S. Charpentier directeur de thèse.

### INTER-UNITÉS

■ FAYAUD Benoît : « Déterminants de la croissance précoce et interactions entre espèces dans les associations de culture ». C. Dürr directrice de thèse, F. Coste et G. Hellou encadrantes.

■ JAMONT Marie : « Impact du mode d'implantation de fabacées dans les cultures de Brassicacées sur les interactions interspécifiques plante-plante et sur les interactions tritrophiques plante-phytophage-parasitoïdes ». J. le Corff (Bio3P Angers) et J. Fustec (LEVA), directrices de thèse.

■ LECOMTE Mickaël : « Analyse des mécanismes de défense de la carotte face à *Alternaria dauci* ». P. Poupard (PaVé) directeur de thèse, R. Berruyer (GenHort) encadrant.

■ POCHON Stéphanie : « Déterminisme de la transmission de pathogènes bactériens et fongiques aux semences de la plante modèle *Arabidopsis thaliana* ». P. Simoneau - J. Buitink co-directeurs de thèse, M.-A. Jacques encadrante.

■ VERDU Cindy : « Cartographie génétique des composés phénoliques du pommier et de leur potentiel antioxydant ». P. Richomme (SONAS) directeur de thèse, F. Laurens (GenHort) encadrant.

## CULTURE SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

Avec le Pôle de Compétitivité Végépolys, Terre des Sciences a valorisé les travaux de recherche de l'IFR QUASAV au fil de l'année 2009.

L'exposition « Les plantes naissent en Pays de la Loire », qui présentent des recherches sur la génétique et l'amélioration des plantes (UMR GenHort) a été mise en scène en mai, dans le cadre des Floralies Internationales de Nantes. Dans un espace « laboratoire », les visiteurs ont pris connaissance des étapes du travail du chercheur.

Dans le cadre des « 600 ans du Roi René » fêté dans l'enceinte du Château d'Angers, l'exposition « Le végétal du Moyen Âge et d'aujourd'hui » a été présentée au public durant tout l'été, dont lors des Journées européennes du patrimoine. Les 40 ans de partenariat entre les pépiniéristes et l'INRA, au travers de SAPHO, et avec les pépiniéristes fruitiers, ont été présentés avec de nombreuses sélections ornementales et fruitières installées dans les jardins du château.

Deux conférences ont été données dans ce cadre dont une sur le thème : « 100 ans de recherche sur le végétal en Anjou ».

Le Centre INRA, le GEVES et Agrocampus Ouest INHP ont accueilli de nombreuses classes de collèges dont les élèves venaient découvrir la recherche et les formations, dans le cadre de l'orientation professionnelle.

Lors de la Fête de la science, les UMRs PMS, GenHort et Sagah, l'ESA ainsi que Végépolys avec ses plateformes Valinov et Plante et Cité, ont animé un espace important dédié au végétal. La rencontre entre les laboratoires et les chercheurs s'est poursuivie dans la volonté de partager et de débattre des avancées de nos connaissances.



Végépolys dans les jardins du château d'Angers



Floralies internationales de Nantes



Fête de la science

### Contact

Jean-Luc GAINARD, INRA Angers, SDAR-Communication, 42 rue Georges Morel, BP 60057, 49071 Beaucouzé cedex.

Mél. [jean-luc.gainard@angers.inra.fr](mailto:jean-luc.gainard@angers.inra.fr)



Contact : Jean-Luc.Gaignard@angers.inra.fr

Secrétariat de rédaction : Jean-Luc Gaignard, Marie-Pierre Octau et Olivier Dupré

Comité de Lecture : Elisabeth Chevreau, Marie-Agnès Jacques, Marie-Noëlle Brisset, Jean-Luc Gaignard,  
Jean-Claude Mauget, Marie-Pierre Octau, Sylvie Serra-Bourel

Création infographie : Nathalie Mansion

Edition : INRA Centre Angers-Nantes - Tirage : Hexa Repro, Angers

Photos : INRA, Agrocampus Ouest Centre d'Angers-INHP, Université d'Angers, Université de Nantes, ESA, GEVES