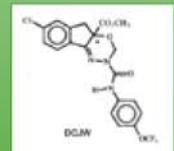
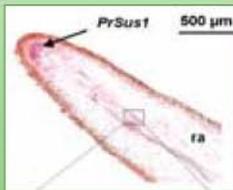
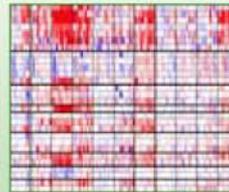
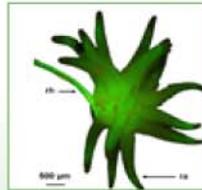


Pôle recherche Végétal IFR QUASAV et partenaires



PRÉAMBULE

L'Institut Fédératif de Recherche « Qualité et Santé du Végétal » (IFR 149 QUASAV) vous présente le 6ème volume des « faits marquants du pôle recherche végétal », pour l'année 2010. Les résultats majeurs des neuf unités constituant l'IFR y sont présentés, ainsi que ceux de leurs principaux partenaires (LEVA, GRAPPE, SNES et SEV). Les résultats marquants des autres unités partenaires du pôle recherche végétal y sont également inclus.

L'année 2010 a été marquée par l'évaluation de l'ensemble des structures de recherche et d'enseignement supérieur du pôle par l'Agence de l'Evaluation de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur (AERES). Les évaluations ne sont pas encore totalement terminées, mais les premiers résultats dont nous disposons sont très encourageants. Les projets présentés à l'AERES pour la période 2012-2015 proposent une nouvelle structuration de la recherche végétale angevine avec en particulier :

- la fusion des 4 UMR INRA/Agrocampus-ouest/Université d'Angers (GenHort, PaVé, PMS, SAGAH) en une seule grande UMR appelée Institut de Recherche en Horticole et Semences (IRHS)
- la transformation de l'actuel IFR QUASAV en SFR (Structure Fédérative de Recherche), avec un élargissement de son périmètre aux laboratoires GRAPPE et LEVA de l'ESA.

L'IFR a poursuivi en 2010 l'équipement de ses plateaux techniques, avec en particulier l'acquisition d'un microscope confocal sur le plateau-technique IMAC. La plate-forme de phénotypage des semences a également continué à s'équiper avec un nouveau banc multicam équipé de caméras et optiques.

Un nouveau projet régional structurant sur la qualité des fruits « AI-Fruits » a été labellisé en 2010. Il associe des équipes angevines et nantaises autour de l'étude de la qualité de la pomme. Signalons également le succès du projet européen « Fruit Breedomics », coordonné par l'UMR GenHort, qui a commencé début 2011.

Pour le Pôle de compétitivité Végépolys, l'année 2010 a été celle de la mise en oeuvre de la stratégie de Végépolys, suite à la signature du contrat de performance. Le partenariat de l'IFR avec Végépolys s'est renforcé en 2010 avec en particulier le nouveau projet FUI « Defistim », sur les stimulateurs de défenses naturelles des plantes, et un nouveau projet CASDAR sur les maladies du rosier.

Philippe Simoneau
Professeur Université d'Angers
Directeur IFR Quasav,

Elisabeth Chevreau,
Directrice de Recherche INRA
Directrice adjointe IFR Quasav

Institut Fédératif de Recherche 149

QUASAV

Qualité et Santé du Végétal



Partenaires structureaux

- UMR PaVé
- UMR PMS
- UMR SAGAH
- UMR GenHort
- EA-RCIM (USC INRA)
- EA-SONAS
- UEVV
- UE Horticole
- LBPV - Nantes

297 personnes
108 chercheurs
et enseignants-chercheurs
48 doctorants



Partenaires associés



LEVA
GRAPPE



SNES

Année 2010

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

L'IFR 149 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 11
UMR PMS - Physiologie Moléculaire des Semences (Agrocampus Ouest - INRA - UA)	p 24
UMR SAGAH - Sciences AGronomiques Appliquées à l'Horticulture (Agrocampus Ouest-INRA-UA)	p 28
UPRES RCIM - Récepteurs et Canaux Ioniques Membranaires (UA - USC INRA)	p 32
SONAS - Laboratoire des Substances d'Origines Naturelles et Analogues Structuraux (UA)	p 35
LBPV - Nantes - Laboratoire de Biologie et Pathologie Végétale (U Nantes)	p 37
UEVV - Unité Expérimentale Vigne et Vin (INRA).....	p 40
UE Bois l'Abbé - La Rétuzière (INRA)	p 45

Partenaires associés de l'IFR

LEVA - Laboratoire d'Ecophysiologie Végétale et d'Agroécologie (ESA)	p 46
GRAPPE - Groupe de Recherche en Agroalimentaire sur les Produits et Procédés (ESA)	p 48
GEVES - SNES - Station Nationale d'Essais de Semences	p 52

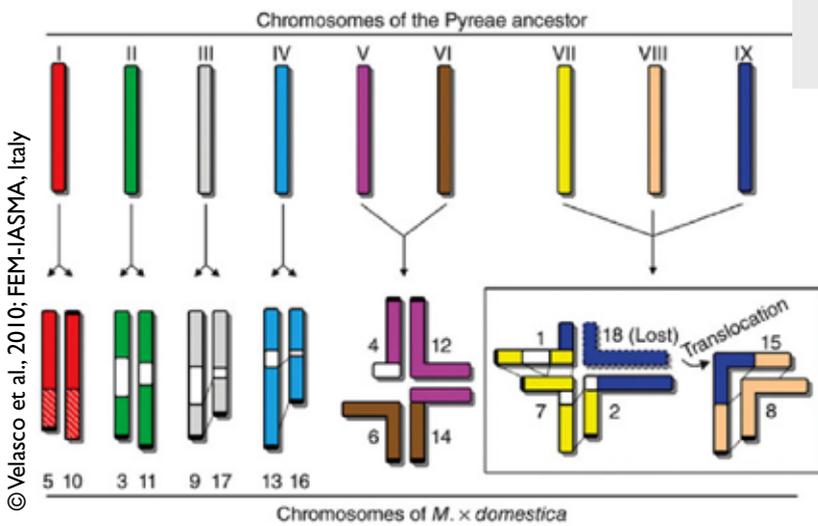
Autres partenaires

Unité Propre Paysage (Agrocampus Ouest)	p 54
UMR GRANEM - Groupe de recherche ANgevin en Economie et Management (Agrocampus Ouest - UA)	p 58
EPHOR - Environnement Physique de la Plante Horticole (Agrocampus Ouest)	p 60
Bio3P - Biologie des Organismes et des Populations appliquée à la Protection des Plantes (Agrocampus Ouest - INRA - Université de Rennes)	p 62
Domaine pédagogique et expérimental (Agrocampus Ouest)	p 64

Rubrique libre générale

Nouvelles des unités	p 65
Nouvelles thèses et post-doctorats	p 70





Modèle décrivant un scénario probable d'élaboration du génome du pommier à 17 chromosomes à partir de l'ancêtre à 9 chromosomes.

Séquençage du génome du pommier : le fruit de la connaissance pour de nombreux arbres fruitiers

Objectif

Un consortium international de recherche, mené par la Fondation E. Mach (Italie) et auquel contribue l'UMR GenHort, s'est donné pour objectif de réaliser le séquençage complet du génome du pommier domestique (*Malus x domestica*).

Contexte

Avec près de 20 kg par an et par habitant, la pomme est le fruit le plus consommé en France. C'est aussi le fruit le plus cultivé dans les régions tempérées. Le décryptage de la séquence complète du génome du pommier est une étape importante pour l'amélioration des variétés de pommes et de tous les autres arbres fruitiers de cette famille, car il va accélérer la connaissance des déterminants génétiques et moléculaires de caractères tels que la qualité gustative ou de la résistance aux maladies des fruits.

Résultats

Les principaux résultats du séquençage sont les suivants : 13 milliards de données nucléotidiques ont été analysées, 82% du génome a été reconstitué et plus de 90% des gènes ont été positionnés sur les chromosomes. La taille estimée du génome est de 742 Mbp et le nombre de gènes prédits est très élevé : 57 386. Le génome du pommier trouve son origine dans une duplication chromosomique globale, il y a environ 50 millions d'années, à partir d'un ancêtre à 9 chromosomes. Le pommier a été domestiqué depuis 3 000 à 4 000 ans à partir de l'espèce sauvage *Malus sieversii*, encore bien présente dans les forêts natives du Kazakhstan et de Chine occidentale.

La contribution des chercheurs de l'UMR GenHort a porté sur la cartographie génétique de 2 descendances ayant permis l'ancrage des séquences, et sur la mise à disposition d'un génotype haploïde doublé dérivé de la variété 'Golden Delicious'.

Perspectives

Le séquençage du génome du pommier doit permettre une accélération sans précédent des recherches génétiques menées sur cette espèce, dans l'objectif de mieux répondre aux défis que sont la réduction des pesticides et les changements climatiques. De plus, c'est la première fois qu'est publiée et analysée en détail la séquence complète du génome d'une espèce de la famille des Rosacées, qui comprend de très nombreuses espèces d'importance économique : poires, pêches, prunes, cerises, abricots, fraises, framboises, roses... La séquence du pommier bénéficiera également à l'amélioration génétique de ces autres espèces.

Partenaires

Ce travail est le résultat d'une collaboration entre 18 instituts de recherche et sociétés privées. Il se concrétise par une publication co-signée par 85 chercheurs italiens, américains, néo-zélandais, français et belges.

Bibliographie

■ Velasco R, Zharkikh A, Affourtit J, Dhingra A, Cestaro A, Kalyanaraman A, Fontana P, Bhatnagar S, Troglio M, Pruss D, Salvi S, Pindo M, Baldi P, Cavaiuolo M, Coppola G, Costa F, Cova V, Dal Ri A, Goremykin V, Komjanc M, Longhi S, Magnago P, Malacarne G, Malnoid M, Micheletti D, Moretto M, Perazzolli M, Si Ammour A, Vezzulli S, Zini E, Eldredge G, Fitzgerald LM, Gutin N, Lanchbury J, Macalma T, Mitchell JT, Reid J, Wardell B, Chen Z, Desany B, Niaz F, Palmer M, Koepke T, Jiwan D, Schaeffer S, Krishnan V, Wu C, Chu VT, King ST, Vick J, Tao Q, Mraz A, Stormo A, Stormo K, Bogden R, Ederle D, Stella A, Vecchiotti A, Kater MM, Masiero S, Lasserre P, Lespinasse Y, Allan AC, Bus V, Chagné D, Crowhurst RN, Gleave AP, Lavezzo E, Fawcett JA, Proost S, Rouzé P, Sterck L, Toppo S, Lazzari B, Hellens RP, Durel CE, Gutin A, Bumgarner RE, Gardiner SE, Skolnick M, Egholm M, Van de Peer Y, Salamini F, Viola R., 2010. The genome of the domesticated apple (*Malus x domestica*). *Nature Genetics*, 42, 833-841..

Contact

Charles-Eric DUREL, UMR 1259 GenHort - INRA/ACO/UA, 42 rue Georges Morel 49071 Beaucauzé Cedex - France. Mél : charles-eric.durel@angers.inra.fr



© E. Geoffriau / AgroCampus Ouest INHP Angers

Variations de couleur de sections transversales de racines de carotte

Impact de la sélection sur l'expression et la variabilité de séquence de gènes de la voie de biosynthèse des caroténoïdes chez la carotte

Objectif

La domestication puis la sélection de la carotte ont débouché sur une diversité de coloration de la racine des types cultivés. La couleur est due à l'accumulation, entre autres, de différents types de caroténoïdes dans la racine. L'objectif de ce travail était d'analyser l'expression des gènes de la voie de biosynthèse dans différents types colorés de carotte et de détecter des signatures de sélection dans ces gènes.

Contexte

La carotte est le légume racine le plus consommé dans le monde. L'Europe est le 2^{ème} producteur mondial de carotte légume et la France, avec les Etats-Unis, sont les 1^{ers} producteurs mondiaux de semences de carotte. La connaissance du déterminisme génétique de l'accumulation des caroténoïdes dans la racine permet d'optimiser la création variétale avec des objectifs de de la teneur et de développement de variétés de couleur autre que le type orange (jaune, rose, blanche). L'industrie de transformation (jus) est également en demande de matière première présentant des caractéristiques définies en termes de composition et de teneur en antioxydants.

Résultats

La diversité nucléotidique mesurée dans les 7 gènes étudiés s'est avérée élevée ($\pi_{sil} = 0,02$). D'autre part, une différenciation génétique modérée a pu être mise en évidence avec

des marqueurs neutres (microsatellites) ou les séquences des gènes étudiés. Ce résultat est cohérent avec les données historiques concernant la diffusion de la carotte au cours de son histoire avec une différenciation entre les variétés originaires de l'est (asiatique) et de l'ouest (Europe). Enfin la mesure de l'extension du déséquilibre de liaison a révélé une absence de décroissance dans les portions de gènes étudiées (environ 700pb). Cette première étude fournit des éléments fondamentaux (DL, structuration) indispensables pour envisager de démarrer un programme de génétique d'association.

Perspectives

La poursuite de ce travail va se traduire par la mise en place d'une démarche de génétique d'association. Un financement doctoral a été obtenu pour ce sujet. Les éléments de structuration révélés ainsi que la mesure de l'étendue du DL permettent de raisonner la construction du dispositif. L'objectif à terme est de définir les effets de substitutions alléliques en terme de teneur en caroténoïdes de manière à pouvoir optimiser le choix des géniteurs et orienter les programmes de sélection.

Partenaires

Ce travail a fait l'objet d'une thèse financée par le ministère de la recherche et de l'enseignement supérieur. Le programme fait l'objet d'une collaboration avec les sociétés Diana Naturals, Vilmorin et HM Clause.

Bibliographie

- Clotault J., Peltier D., Berruyer R., Thomas M., Briard M., Geoffriau E. 2008. Expression of carotenoid biosynthetic genes during carrot root development. *Journal of Experimental Botany*, 59, 3563-3573.
- 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, 183 pages.
- Clotault J., Geoffriau E., Lionneton E., Briard M., Peltier D. 2010. Carotenoid biosynthesis genes provide evidence of geographical subdivision and extensive linkage disequilibrium in the carrot. *Theoretical & Applied Genetics*, 121, 659-672.

Contact

Emmanuel GEOFFRIAU, UMR 1259 GenHort - INRA/ACO/UA, 2 rue le Nôtre 49045 Angers Cedex - France. Mél : emmanuel.geoffriau@agrocampus-ouest.fr



Revue scientifique à comité de lecture

■ Afoufa-Bastien D., Medici A., Jeauffre J., Coutos-Thévenot P., Lemoine R., Atanassova R., Laloi M. 2010. The *Vitis vinifera* sugar transporter gene family: phylogenetic overview and macroarray expression profiling. *BMC- Plant Biology*, 10, article n°245 (doi:10.1186/1471-2229-10-245).

■ Auvray, G., Newman, M. F. 2010. A revision of *Cautleya* (*Zingiberaceae*). *Edinburgh Journal of Botany*, 67(3), 1-15.

■ Boedo C., Berruyer R., Lecomte M., Bersihand S., Briard M., Le Clerc V., Simoneau P., Poupard P. 2010. Evaluation of different methods for the characterization of carrot resistance to the *Alternaria* leaf blight pathogen (*Alternaria dauci*) revealed two qualitatively different resistances. *Plant Pathology*, 59, 368-375.

■ Caffier V., Didelot F., Pumo B., Causeur D., Durel C.E., Parisi L. 2010. Aggressiveness of eight *Venturia inaequalis* isolates virulent or avirulent to the major resistance gene Rvi6 on a non-Rvi6 apple cultivar. *Plant Pathology*, 59, 1072-1080.

■ Camps C., Robic R., Bruneau M., Laurens F. 2010. Rapid determination of soluble solids content and acidity of Black currant (*Ribes nigrum* L.) juice by mid-infrared spectroscopy performed in series. *LWT - Food Science and Technology*, 43: 1164-1167.

■ Chadi S., Young R., Le Guillou S., Tilly G., Bitton F., Martin-Magniette M.L., Soubigou-Taconnat L., Balzergue S., Vilotte M., Peyre C., Passet B., Béringue V., Renou J.P., Le Provost F. & Vilotte J.L. 2010. Brain transcriptional stability upon mouse zygotic or post-natal prion protein-encoding gene inactivation. *BMC Genomics*, 11, 448. DOI: 10.1186/1471-2164-11-448.

■ Clotault J., Geoffriau E., Lionneton E., Briard M., Peltier D., 2010. Carotenoid biosynthesis genes provide evidence of geographical subdivision and extensive linkage disequilibrium in the carrot. *Theoretical & Applied Genetics*, 121, 659-672.

■ Cohen D., Bogeat-Triboulot M.B., Tisserant E., Balzergue S., Martin-Magniette M.L., Lelandais G., Ningre N., Renou J.P., Tamby J.P., Le Thiec D., Hummel I., 2010. Comparative transcrip-

tomics of drought responses in *Populus*: a meta-analysis of genome-wide expression profiling in mature leaves and root apices across two genotypes. *BMC Genomics*, 11, 630. DOI: 10.1186/1471-2164-11-630.

■ Galopin G., Mauget J.C., Morel P. 2010. Morphogenetic analysis of the phenotypic variability of the architectural unit of *Hydrangea macrophylla*. *Annals of Forest Science*, 67(3), 309-319.

■ Joubert A., Calmes B., Berruyer R., Pihet M., Bouchara J.P., Simoneau P., Guillemette T. 2010. Laser nephelometry applied in an automated microplate system to study filamentous fungus growth. *Biotechniques*, 48, 399-404.

■ Khang C. H., Berruyer R., Giraldo M. C., Kankanala P., Park S. Y., Czymmek K., Kang S. & Valent B. 2010. Translocation of *Magnaporthe oryzae* effectors into rice cells and subsequent cell-to-cell movement. *Plant Cell*, 22(4), 1388-1403.

■ Mhamdi A., Hager J., Chaouch S., Queval G., Han Y., Taconnat L., Saindrenan P., Issakidis-Bourguet E., Houda G., Renou J.P., Noctor G. 2010. *Arabidopsis* Glutathione Reductase 1 is required to limit daylength-dependent H₂O₂-triggered cell death and enable appropriate gene expression through both salicylic acid and jasmonic acid signaling pathways. *Plant Physiology*, 153, 1144-60.

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

■ Nickrent D., Malécot V., Vidal-Russel R., Der J. 2010. A revised classification of Santalales. *Taxon*, 59, 538-558

■ Pelletier S., Van Orden J., Wolf S., Visenberg K., Delacourt J., Ndong Y.A., Pelloux J., Bischoff V., Urbain A., Mouille G., Lemonnier G., Renou J.P., Hofte H. 2010. A role for pectin de-methylesterification in a developmentally regulated growth acceleration in dark-grown *Arabidopsis* hypocotyls. *New Phytologist*, 188, 726-739.

■ Velasco R., Zharkikh A., Affourtit J., Dhingra A., Cestaro A., Kalyanaraman A., Fontana P., Bhatnagar S., Troggio M., Pruss D., Salvi S., Pindo M., Baldi P., Cavaiuolo

M, Coppola G., Costa F., Cova V., Dal Ri A., Goremykin V., Komjanc M., Longhi S., Magnago P., Malacarne G., Malnoy M., Micheletti D., Moretto M., Perazzolli M., Si Ammour A., Vezzulli S., Zini E., Eldredge G., Fitzgerald LM., Gutin N., Lanchbury J., Macalma T., Mitchell JT., Reid J., Wardell B., Chen Z., Desany B., Niazi F., Palmer M., Koepke T., Jiwan D., Schaeffer S., Krishnan V., Wu C., Chu VT., King ST., Vick J., Tao Q., Mraz A., Stormo A., Stormo K., Bogden R., Ederle D., Stella A., Vecchiatti A., Kater MM., Masiero S., Lasserre P., Lespinasse Y., Allan AC, Bus V, Chagné D, Crowhurst RN, Gleave AP, Lavezzo E, Fawcett JA, Proost S, Rouzé P, Sterck L, Toppo S, Lazzari B, Hellens RP, Durel CE, Gutin A, Bumgarner RE, Gardiner SE, Skolnick M, Egholm M, Van de Peer Y, Salamini F, Viola R. 2010. The genome of the domesticated apple (*Malus x domestica*). *Nature Genetics*, 42, 833-841.

■ Vergne E., Grand X., Ballini E., Chalvon V., Saindrenan P., Tharreau D., Notéghem J.L., Morel J.B. 2010. Preformed expression of defense is a hallmark of partial resistance to rice blast fungal pathogen *Magnaporthe oryzae*. *BMC Plant Biology*, 10, 206-223.

■ Zouid I., Siret R., Mehinagic E., Chevalier M., Jourjon F. 2010. Evolution of the mechanical properties of grape berries during ripening: Impact on the extractability of grape skin anthocyanins. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 44, 87-99.

Ouvrages et chapitres d'ouvrages

■ Auvray, G., Harris, D.J., Richardson, J. E., Newman, M.F., Särkinen, T.E. 2010. Phylogeny and Dating of *Aframomum* (*Zingiberaceae*). In : Seberg, Petersen, Barfod & David (Eds.), *Diversity, phylogeny and evolution in the Monocotyledons*, pp. 287-305. *Aarhus University Press*, Denmark.

■ Bourgoin T., Léger N., Malécot V. 2010. *Système et collections-Biosystème* 26. *Société Française de Systématique*, Paris, 94 p.

■ Dorion N., Ben Jouira H., Gallard A., Hassanein A., Nassour M., Grapin A. 2010. Methods for in vitro propagation of *Pelargonium x hortorum* and others: from meristems to protoplasts. In : S.M. Jain and S.J. Ochatt (Eds.), *Protocols*

for *in vitro* propagation of ornamental plants - Methods in Molecular Biology, vol 589. *The Humana Press Inc.*, pp 197-211.

Autres revues scientifiques

■ Cadic A., 2010. Concluding remarks 23rd International Eucarpia Symposium, section Ornamentals, Colourful Breeding and Genetics. *Acta Horticulturae*, 855 (volume 2), 27-29.

Revue techniques

■ Cadic A. 2010 Engaging with commercial needs. *The Plantsman*, New Series, Vol.9, Part 1 (March), 60-63.

■ Chambolle C., Malécot V. 2010. Regard sur ... *Sedum spectabile*. *PHM-Revue Horticole*, n° 521 (février), 34-35.

■ Chambolle C., Malécot V. 2010. Regard sur ... *Viburnum x burkwoodii* : un passe-partout parfumé. *Le Lien Horticole*, n°708 (juin), 14.

■ Chambolle C., Malécot V. 2010. Regard sur ... *Corokia cotoneaster*: sans souci sous la chaleur et le vent. *Le Lien Horticole*, n°716 (août), 12.

■ Chambolle C., Malécot V. 2010. Regard sur ... *Hypericum x inodorum*: le choix des couleurs. *Le Lien Horticole*, n°725 (octobre), 15.

■ Chevreau E. 2010. La transgénèse pour l'innovation variétale fruitière. *L'Arboriculture Fruitière* n°649, 33-36.

■ Costes E., Lauri P.E., Laurens F., Durel C.E., Parisi L. 2010. Pommier, vers les variétés « idéales » ? Construire un idéotype de variétés de pommier pour des vergers à faibles intrants mais à fortes performances agronomiques. *Phytoma*, n°631, 26-31.

■ Malécot V. 2010. Zones tropicales - Un réservoir fragile et peu connu. *AgroMag* 16 (janv.-fév.-mars), 18.

■ Mathieu V., Codarin S., Roche L., Laurens F., Petit B. 2010. Pomme – Portrait robot d'un hybride en expérimentation niveau 1. *L'Arboriculture Fruitière*, n°644 (Janvier), 30-34.

Communications colloques

Communications orales

■ Boedo C., Lecomte M., Bersihand S., Marques S., Poupard P., Briard M., Le Clerc V., Simoneau P., Berruyer R. 2010. Is quantitative resistance qualitative ? An example with two *Alternaria* Leaf

Blight resistant carrot genotypes and four resistance assessment techniques. 34th International Carrot Conference. Kennewick, Washington (USA), 26-28 juillet 2010.

■ Bouvier L., Bourcy M., Boulay M., Teller M., Guérif P., Denancé C., Durel C.E., Lespinasse Y. 2010. *Pyrus communis* resistance to bio-pests : scab (*Venturia pirina*) and pear psylla (*Cacopsylla pyri*). XIth ISHS International Pear Symposium. General Roca, Rio Negro (Argentina), 23-26 novembre 2010.

■ Celton J.M., Behti A., Khelifi Touhami A., Salvi S., Durel C.E., Laurens F., Costes E. 2010. QTL analysis of fruit self thinning character in an apple progeny. 5th International *Rosaceae* Genomics Conference. Cape Town (South Africa), 14-17 novembre 2010.

■ Chevalier M., Teller M., Mallet R., Lespinasse Y. 2010. Ultramicroscopic studies of susceptibility and resistance symptoms expressed on two cultivars of *Pyrus communis* inoculated with *Venturia pirina*. XIth ISHS International Pear Symposium. General Roca, Rio Negro (Argentina), 23-26 novembre 2010.

■ Daunay M., Allender C., Astley D., Bas N., Branca F., Diez Niclos M.J., Van Dooijeweer W., Geoffriau E., Keller J., Kotlinska T., Smekalova K., Van Treuren R., Engels Maggioni J. L. 2010. More Efficient Conservation and Use of Vegetable Genetic Resources in Europe: ECPGR Achievements. ISHS 28th International Horticultural Congress. Lisboa (Portugal), 22-27 août 2010.

■ Dhingra A., Kalyanaraman A., Bumgarner R., Oraguzie N., Silva H., Meisel L., Velasco R., Whiting M., Koepke T., Hendrickson C., Schaeffer S., Jiwan D., Harper A., Wu C., Krishnan V., Durel C.E., Chevreau E., Lespinasse Y., Stormo K., Bogden R. 2010. Unraveling *Rosaceae* Genomes -The sweet cherry, double haploid pear and apple genome sequencing consortia. 5th International *Rosaceae* Genomics Conference. Cape Town (South Africa), 14-17 novembre 2010.

■ Dhingra A., Kalyanaraman A., Silva H., Meisel L., Velasco R., Hendrickson C., Schaeffer S., Jiwan D., Koepke T., Harper A., Durel C.E., Chevreau E., Lespinasse Y., Stormo K., Bogden R. 2010. Pear Genome Project. XIth ISHS International Pear Symposium. General Roca, Rio Negro (Argentina), 23-26 novembre 2010.

■ Durel C.E., Lasserre P., Lê Van A., Verdu C., Denancé C., Brisset M.N., Le Cam B., Caffier B. 2010. Genetic mapping and characterization of disease resistance factors in apple. 5th International *Rosaceae* Genomics Conference. Cape Town (South Africa), 14-17 novembre 2010.

■ Durel C.E., Mathis F., Denancé C., Lasserre P., Laurens F. 2010. Marker assisted selection for fruit quality and disease resistance in apple. ISHS 28th International Horticultural Congress. Lisboa (Portugal), 22-27 août 2010.

■ Durel CE, Parravicini G., Denancé C., Lasserre P., Vergne-Gaillard E., Brisset MN, Patocchi A., Gessler C., Broggin G. 2010. Identification of Pto/Prf resistance gene analogs in the fire blight resistance QTL of the ornamental apple cultivar 'Evereste'. 5th International *Rosaceae* Genomics Conference. Cape Town (South Africa), 14-17 novembre 2010.

■ Galvez-Lopez D., Lahaye M., Mathis E., Devaux M.F., Quemener B., Bertrand D., Laurens F. 2010. Identification of QTLs for cell wall determinants of apple texture. ISHS 28th International Horticultural Congress. Lisboa (Portugal), 22-27 août 2010.

■ Grapin A. 2010. How to start a programme on Rosa cryopreservation ? CryoPlaNet, COST action 871: Meeting of Working Group 2. Gatersleben (Allemagne) 10-11/09/2009. *CryoLetters*, 31: 84.

■ Hibrand-Saint Oyant L. 2010. Utilisations contemporaines de rosiers. Rendez-vous Ecole du Breuil. Jardin de bagatelles. Paris, 7 octobre 2010.

■ Iwata H., Gaston A., Remay A., Randon M., Thouroude T., Jeauffre J., Gala R., Kawamura K., Hibrand-Saint Oyant L., Araki T., Denoyes-Rothan B., Foucher F. 2010. Blooming and blooming again : what we learn from rose and strawberry. 5th International *Rosaceae* Genomics Conference. Cape Town (South Africa), 14-17 novembre 2010.

■ Laurens F., Aranzana M.J., Arus P., Bonany J., Corelli L., Diep B., Patochi A., Peil A., Quilot-Turion B., Salvi S., Vecchiatti A., Van de Weg E. 2010. The new EU project FruitBreedomics : an integrated approach for increasing breeding efficiency in fruit tree crops 5th International *Rosaceae* Genomics Conference. Cape Town (South Africa), 14-17 novembre 2010.

- Laurens F., Aranzana M.J., Arus P., Bonany J., Corelli L., Diep B., Patochi A., Peil A., Quilot-Turion B., Salvi S., Vecchiatti A., Van de Weg E., 2010. The new EU project FruitBreedomics: an integrated approach for increasing breeding efficiency in fruit tree crops. ISHS 28th International Horticultural Congress. Lisboa (Portugal), 22-27 août 2010.
- Lauri P.E., Girard T., Asencio P., Brun L., Simo, S., Hucbourg B., Laurens F. 2010. Crop regularity and fruit quality. When tree manipulation and genetics need to meet. ISHS 28th International Horticultural Congress. Lisboa (Portugal), 22-27 août 2010.
- Le Clerc V., Cadot V. 2010. Etude de la diversité des variétés inscrites aux Catalogues Français des espèces agricoles cultivées: exemples du pois et du maïs. Colloque de l'Association des Sélectionneurs Français, « Diversité génétique, structures variétales et amélioration des plantes », Versailles, 4 Février 2010.
- Lê Van A., Chauveau A., Millasseau P., Brunel D., Caffier V., Le Cam B., Lasserre P., Durel C.E. 2010. Mesure de la filtration exercée par des QTL de résistance du pommier sur des souches de *Venturia inaequalis* inoculées en mélange. Colloque EPGV «Detection, gestion et analyse du polymorphisme des genomes vegetaux». Evry (France), 9-11 Juin 2010.
- Lê Van A., de Gracia M., Caffier V., Le Cam B., Durel C.E. 2010. Pression de sélection exercée par des génotypes de *Malus x domestica* partiellement résistants sur des populations de *Venturia inaequalis* provenant des compartiments sauvages et cultivés. Journées « Jean Chevaugéon ». Aussois (France), 25-29 janvier 2010.
- Lespinasse Y., Guérif P., Durel C.E. 2010. Strategies for fire blight resistance breeding in pear (*Pyrus communis*); 30 years of experience. XIth ISHS International Pear Symposium. General Roca, Rio Negro (Argentina), 23-26 novembre 2010.
- Parveaud C-E., Gomez C., Libourel G., Romet L., Warlop F., Simon S., Brun L., Pouzoulet D., Delebecq A., Tournant L., Oste S., Laurens F. 2010. Assessment of the susceptibility to pests and diseases of 36 apple cultivars in four low-input organic orchards in France. 14th International Conference on organic fruit growing. Univ Hohenheim (Germany), 22-24 février 2010.
- Parveaud C-E., Gomez C., Libourel G., Romet L., Warlop F., Simon S., Brun L., Pouzoulet D., Delebecq A., Tournant L., Oste S., Laurens F. 2010. Assessment of the susceptibility to pests and diseases of 36 apple cultivars in four low-input organic orchards in France. ISHS 28th International Horticultural Congress. Lisboa (Portugal), 22-27 Août 2010.
- Sane F., Guillermin P., Mauget J.C., Delaire M. 2010. Effects of fruit load and intra-inflorescence competition of fruits on apple growth during fruit development. ISHS 28th International Horticultural Congress. Lisboa (Portugal), 22-27 Août 2010.
- Sapoukhina N., Durel C.E., Le Cam B. 2010. Modelling pathogen spread over genetically and spatially heterogeneous landscape. Third Conference on Computational and Mathematical Population Dynamics. Bordeaux (France), 31 mai-4 juin 2010.
- Simard M.H., Demilly D., Daguin F. 2010. Is dwarfing in pear rootstock due to an aneuploid genetic structure? XIth ISHS International Pear Symposium. General Roca, Rio Negro (Argentina), 23-26 novembre 2010.
- Posters**
- Auvray, G., Macquaire-Le Pocreau, N., Malécot, V. 2010. The genealogy of broom cultivars revealed by ISSR and trnD-T data. Vth International legumes conference advances in the XXI century. Buenos Aires (Argentina), 8-14 August 2010.
- Claveria E., Asín L., Iglesias I., Vilardell P., Bonany J., Simard M.H., Dolcet-Sanjuan R. 2010. In vitro screening for tolerance to iron chlorosis as a reliable selection tool in a pear rootstock breeding program. ISHS 28th International Horticultural Congress. Lisboa (Portugal), 22-27 août 2010.
- Cova V., Lasserre P., Velasco R., Durel C.E., Malnoy M. 2010. High-resolution genetic map of the Rvi1 (Vg) apple scab resistance locus. Congrès Annuel - Societa' Italiana Genetica Agraria, 27-30 September 2010.
- Dhingra A., Kalyanaraman A., Bumgarner R., Schaeffer S., Koepke T., Jiwan D., Harper A., Krishnan V., Wu C., Durel C.E., Chevreau E., Lespinasse Y., Velasco R., Rees J., Rokhsar D., Bogden R. 2010. An Apple Genome Sequencing Initiative. Plant & Animal Genome XVIII Conference. San Diego, CA, 9-13 January 2010.
- Gaillard S., Foucher F., Pernet A. 2010. Polymorfind: a tool for SNP and indel detection on PCR products sequencing from heterozygous species. Journées Ouvertes en Biologie, Informatique et Mathématiques. Montpellier (France), 7-9 septembre 2010.
- Geoffriau E., Clotault J., Dubois C., Huet S., Hamama L., Briard M., Peltier D. 2010. Root color as an important feature of carrot origin and genetic history. ISHS 28th International Horticultural Congress. Lisboa (Portugal), 22-27 août 2010.
- Guéguen L., Dutheil J., Gaillard S., Boussau B., Dugas G., Belkhir K. 2010. The BIO++ libraries V2.0 : object-oriented libraries for sequence analysis, population genetics, phylogenetics and molecular evolution. Journées Ouvertes en Biologie, Informatique et Mathématiques. Montpellier (France), 7-9 septembre 2010.
- Guéguen L., Dutheil J., Gaillard S., Boussau B., Dugas G., Belkhir K. 2010. The BIO++ libraries V2.0 : object-oriented libraries for sequence analysis, population genetics, phylogenetics and molecular evolution. Congrès annuel de la Société Internationale d'Evolution Moléculaire. Lyon (France), 4-8 juillet 2010.
- Guéguen L., Dutheil J., Gaillard S., Boussau B., Dugas G., Belkhir K. 2010. The BIO++ libraries V2.0 : object-oriented libraries for sequence analysis, population genetics, phylogenetics and molecular evolution. Journées Ouvertes en Biologie, Informatique et Mathématiques. Montpellier (France), 7-9 septembre 2010.
- Helesbeux, J.-J., Gatto, J., Lecompte, M., Berruyer, R., Seraphin, D. & Richomme, P. 2010. Study on the stability of zinniol, a non-host-specific phytotoxin from *Alternaria dauci*. 19th conference of GP2A. Rouen (France), 1-2 September 2010.
- Kawamura K., Hibrand-Saint Oyant L., Lalanne D., Thouroude T., Jeauffre J., Foucher F. 2010. Quantitative Trait Loci for flowering time and inflorescence architecture in rose. 5th International Rosaceae Genomics Conference. Cape Town (South Africa), 14-17 novembre 2010.

- Lasserre-Zuber P., Caffier V., Le Cam B., Lascostes M., Giraud M., Durel C.E. 2010. Apple scab resistance gene pyramiding assessed in a French experimental network : combinations of major and minor resistance factors exhibit differential efficiencies over time and space. 5th International *Rosaceae* Genomics Conference. Cape Town (South Africa), 14-17 novembre 2010.
- Lasserre-Zuber P., Denancé C., Barra A., Feugey L., Durel C.E. 2010. Characterizing the genetic diversity with the 1060 apple cultivars of the INRA germplasm collection indicates a weak structuration into three sub-groups. 5th International *Rosaceae* Genomics Conference. Cape Town (South Africa), 14-17 novembre 2010.
- Lasserre-Zuber P., Denancé C., Soufflet-Freslon V., Durel C.E. 2010. Genetic determinism of scab resistance in apple cultivar discovery : comparison of QTL mapping in pedigreeed populations. 5th International *Rosaceae* Genomics Conference. Cape Town (South Africa), 14-17 novembre 2010.
- Lecomte M., Boedo C., Bersihand S., Hamama L., Joubert A., Calmes B., Le Clerc V., Hudhomme P., Poupard P., Briard M., Simoneau P., Berruyer, R. 2010. La phytoalexine '6-méthoxymelléine' est-elle impliquée dans les mécanismes de résistance de la carotte à *Alternaria dauci*, agent de la brûlure foliaire ? Journées Jean Chevaugéon 2010. 8^{èmes} Rencontres de Phytopathologie-Mycologie de la Société Française de Phytopathologie. Aussois, France, 25-29 janvier 2010.
- Lespinasse Y., Guéris P. 2010. Inheritance of Red Leaf Colour from Red Sports of 'Doyenné du Comice', 'Williams' and 'Beurré Hardy'. XIth ISHS International Pear Symposium. General Roca, Rio Negro (Argentina), 23-26 novembre 2010.
- Lê Van A., Caffier V., Le Cam B., Lasserre P., Durel C.E. 2010. Selection pressures exerted by apple scab resistance QTL on *Venturia inaequalis* co-inoculated strains. 10th European Conference on Fungal Genetics. Noordwijkerhout (NL), 29 mars-1^{er} April 2010.
- Lê Van A., Durel C.E., Le Cam B., Caffier V. 2010. Is wild habitat a threat for scab resistant apple cultivars ? 5th International *Rosaceae* Genomics Confer-

ence. Cape Town (South Africa), 14-17 novembre 2010.

■ Troggio M., Zharkikh A., Pindo M., Baldi P., Costa F., Chagné D., Micheletti D., Coppola G., Cestaro A., Lasserre P., Crowhurst R.N., Bus V., Magnago P., Komjanc M., Lespinasse Y., Salvi S., Durel C.E., Gardiner S.E., Velasco R. 2010. A sequence-anchored integrated genetic linkage map for apple, *Malus x domestica* Borkh. Plant & Animal Genome XVIII Conference. San Diego, CA, 9-13 January 2010.

■ Verdu C., Lasserre-Zuber P., Durel C.E. 2010. Fine mapping of a large-effect QTL for apple scab resistance co-localising with the major gene Rvi6 (Vf). 5th International *Rosaceae* Genomics Conference. Cape Town (South Africa), 14-17 novembre 2010.

Mémoires de stages

■ Auperpin E. 2010. Etude des facteurs de résistance de la carotte à *Alternaria dauci* par des approches de phénotypage « alternatives ». Master 2, spécialité : BioVIGPA. Université d'Angers, de Bretagne Occidentale, de Nantes, de Poitiers, de Rennes 1, de Tours et Agrocampus-Ouest. 21 p. & annexes.

■ Dumont C. 2010. Caractérisation de la résistance de la carotte (*Daucus carota*) face à *Alternaria dauci*. Master 1, spécialité : Biologie et Biotechnologie du végétal. Université d'Angers, 30 p. & annexes.

■ Gouron C. 2010. Délimitation des sections au sein du genre *Cytisus* (*Fabaceae*) grâce à la morphologie florale. Master 1. Agrocampus-Ouest Angers, sous forme d'un article, 21 p.

■ Gyomlai M. 2010. Etude de la résistance de la carotte cultivée (*Daucus carotta*) au pathogène *Alternaria dauci*. Etude de l'effet de filtrats fongiques d'*A. dauci* sur des suspensions cellulaires de carotte. Mise au point de tests de résistance *in vitro*. Master 2, spécialité : BioVIGPA. Université d'Angers, de Bretagne Occidentale, de Nantes, de Poitiers, de Rennes 1, de Tours et Agrocampus-Ouest, 20 p. & annexes.

■ Le Besnerais Ph. 2010. Etudes préliminaires à la mise au point de la cryoconservation par droplet-vitrification d'apex de rosier. Master 1 Agrocampus-Ouest Angers, 10 p.

■ Perrotte J. 2010. Contribution à l'étude du gène de la remontée de floraison chez le rosier. Master 2, spécialité : BioVIGPA. Université d'Angers, de Bretagne Occidentale, de Nantes, de Poitiers, de Rennes 1, de Tours et Agrocampus-Ouest, 20 p. & annexes.

■ Rapicault M. 2010. Analyse de données phénotypiques obtenues dans des populations issues de croisement de Rosier. Master 2 professionnel ingénierie mathématique, option probabilités et statistiques. Universités de Nantes et d'Angers, 61 p. & annexes.

■ Robert M. 2010. Le polymorphisme de la région ITS utilisé pour identifier des hybrides et leurs parents. Cas de *Genista x spachiana* (*Genisteae*, *Papilionoideae*) et de taxons proches. Master 1, Agrocampus-Ouest, centre d'Angers - sous forme d'un article.



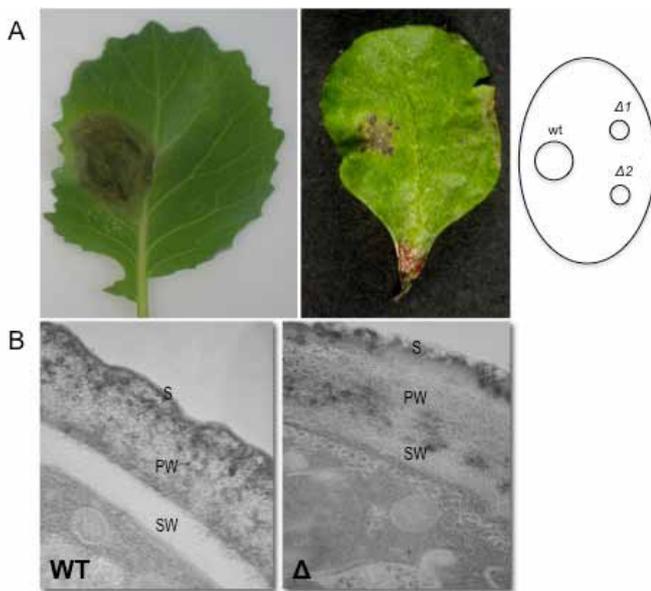


Figure 1 : Caractéristiques du mutant d'*A. brassicicola* déficient dans la voie de l'UPR. (A) Le mutant (dépôts foliaires $\Delta 1$ et $\Delta 2$) présente une forte réduction de l'agressivité sur chou et sur *A. thaliana* en comparaison à la souche sauvage (dépôts foliaires wt) ; (B) L'observation en microscopie électronique à transmission des structures pariétales des conidies montre des altérations de la paroi secondaire (SW) et de la couche de surface (S) chez le mutant Δ .

Mécanismes d'adaptation des champignons phytopathogènes aux métabolites de défense de la plante hôte

Objectif

L'objectif consiste à identifier des voies de signalisation activées par le champignon *Alternaria brassicicola* pour se protéger contre la toxicité des métabolites de défenses produites par les plantes-hôte lors de l'infection et plus particulièrement les phytoalexines indoliques des Brassicacées.

Contexte

Au sein de l'équipe FUNGISEM, nous avons privilégié ces dernières années une approche de génomique fonctionnelle afin d'identifier des gènes de pathogénie chez le champignon *A. brassicicola*, responsable de la maladie des taches noires des *Brassicaceae*. Nous focalisons nos recherches sur les mécanismes fongiques de protection contre les métabolites de défense, et plus particulièrement la camalexine, principale phytoalexine d'*Arabidopsis thaliana*. Ces facteurs de protection sont une composante importante du pouvoir pathogène mais sont peu étudiés par comparaison aux facteurs dits « d'attaque » (toxines, effecteurs, enzymes lytiques,...). Nous avons mis en évidence pour la première fois l'activation de voies MAP kinase et de l'UPR par des métabolites de défense et leur implication dans les mécanismes de protection fongique.

Résultats

L'analyse d'une banque soustractive et l'utilisation de sondes fluorescentes suggèrent que la camalexine aurait pour cible l'intégrité membranaire et agirait plus particulièrement sur les sphingolipides (Sellam *et al.*, 2007). Pour surmonter cette toxicité, les champignons induiraient d'une part, un mécanisme compensatoire conduisant à un renforcement pariétal de manière à limiter l'entrée de la camalexine et d'autre part, assureraient l'efflux de la phytoalexine. Nous avons montré que la réponse fongique à la camalexine nécessite l'activation de 3 voies de signalisation : l'unfolded protein response (UPR), la voie de l'intégrité cellulaire (voie CWI), et de l'osmorégulation (HOG) (Joubert *et al.*, 2011a, 2011b). L'activation de la MAP kinase AbSlT2 (CWI) est de plus dépendante de l'activation de la MAP kinase AbHog1 (voie HOG). Des mutants délétés dans chacune de ces voies ont été obtenus et présentent une hypersensibilité à la camalexine et à la brassinine, une autre phytoalexine produite par des crucifères cultivées. Ces mutants présentent une altération de leur structure pariétale, qui limiterait l'efficacité du mécanisme compensatoire, et possèdent une agressivité réduite sur *Arabidopsis* et chou.

Perspectives

La résolution des problèmes phytosanitaires liés aux infections par des microorganismes pathogènes repose notamment sur une connaissance approfondie des pathosystèmes. Ceci est d'autant plus évident dans le contexte actuel, qui tend à privilégier des pratiques de lutte respectueuses de l'environnement et de la santé publique. La compréhension du déterminisme moléculaire du pouvoir pathogène offre la perspective de faire évoluer les méthodes de lutte, notamment en identifiant de nouvelles cibles pour la lutte chimique ou en intégrant les données en sélection variétale. Ainsi, nos travaux permettent d'envisager le développement d'une nouvelle stratégie basée sur l'utilisation d'inhibiteurs des voies de signalisation identifiées en tant que potentialisateurs des défenses de l'hôte.

Partenaires

P Hudhomme, MOLTECH Anjou UMR CNRS, 6200, Université d'Angers – J.M. François, Laboratoire d'Ingénierie des Systèmes Biologiques et Procédés, UMR CNRS 5504 & INRA 792, Institut National des Sciences Appliquées, Toulouse.

Bibliographie

- Joubert A., Calmes B., Berruyer R., Pihet M., Bouchara J.P., Simoneau P., Guillemette T. 2010. Laser nephelometry applied in an automated microplate system to study filamentous fungus growth. *BioTechniques* Vol. 48(5): 399-404.
- Guillemette T., Ram A.F.J., Carvalho N.D.S.P., Joubert A., Simoneau P., Archer D.B. 2011. Methods for investigating the UPR in filamentous fungi, *Methods in Enzymology*, Vol. 490:1-29
- Joubert A., Bataillé-Simoneau N., Campion C., Guillemette T., Hudhomme P., Iacomì-Vasilescu B., Leroy T., Pochon S., Poupard P., Simoneau P. 2011. Cell wall integrity and high osmolarity glycerol pathways are required for adaptation of *Alternaria brassicicola* to cell wall stress caused by brassicaceous indolic phytoalexins, *Cell. Microbiol.*, Vol. 13, 62-80.
- Joubert A., Simoneau P., Campion C., Bataillé-Simoneau N., Iacomì-Vasilescu B., Poupard P., François J.M., Georgeault S., Sellier E., Guillemette T. 2011. Impact of the unfolded protein response on the pathogenicity of the necrotrophic fungus *Alternaria brassicicola*. *Molecular Microbiology*, Vol. 79(5):1305-1324.

Contacts

Thomas GUILLEMETTE - Philippe SIMONEAU,
UMR 77 PaVé - INRA/ACO/UA, 2 Bd Lavoisier,
49045 Angers - France.
Méls : thomas.guillemette@univ-angers.fr ;
philippe.simoneau@univ-angers.fr

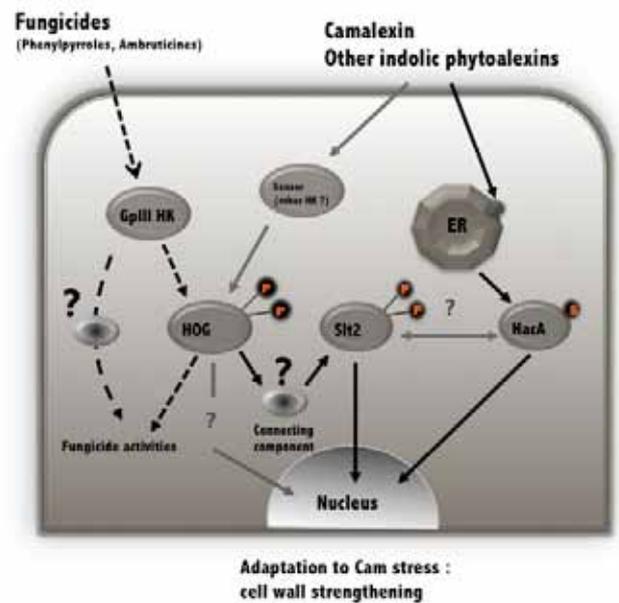


Figure 2 : Modèle représentant la réponse fongique à l'exposition à la camalexine. Cette réponse implique des voies de signalisation également activées par des fongicides.



Symptômes de chancre vertical suintant sur tronc de noyer

Émergence d'une bactériose sur noyer

Objectif

Identifier l'agent causal du chancre vertical suintant du noyer.

Contexte

La production européenne de noix est déficitaire et l'Europe doit importer l'équivalent de sa propre production soit 100 000 tonnes par an. Dans ce contexte, la France est le leader européen (25 000 tonnes par an) et la noix française bénéficie d'une bonne image (AOC Noix de Grenoble et AOC Noix du périgord). Malheureusement, les pertes de récoltes menacent la rentabilité des vergers de noyer ; celles-ci sont principalement dues à une bactériose causée par *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* qui provoque la chute des fruits avant maturation pouvant être supérieure à 50% de la charge des arbres. Depuis le début du XXI^{ème} siècle, un nouveau syndrome touche les troncs des noyers sur tous le verger français : le chancre vertical suintant (CVS). Celui-ci se traduit par des chancres et des déformations des troncs pouvant conduire à la mort des jeunes arbres.

Résultats

Deux bactéries étaient connues, principalement en Amérique, pour causer des nécroses corticales chez le noyer (*Brenneria nigrifluens* et *B. rubrifaciens*). Nous avons montré que le CVS n'est pas causé par ces deux bactéries. Nous avons identifié l'agent causal de cette maladie comme étant une population particulière de *X. a. pv. juglandis*. L'étude du polymorphisme génétique des souches de *X. a. pv. juglandis* isolées de CVS, de tache sur feuille et de nécroses sur fruit a

été effectuée par f-AFLP (fluorescent-Amplified Fragment Length Polymorphism). Les souches qui causent le CVS sont toutes groupées au sein d'une même lignée génétique distincte au milieu des autres souches de *X. a. pv. juglandis* quel que soit leur lieu d'isolement, Isère ou Périgord. Ceci suggère l'émergence d'une population bactérienne nouvelle précédant la diffusion dans les vergers français et européen. Cette structuration est confirmée par les études de phylogénie de l'espèce *X. arboricola* effectuées à partir des séquences génomiques de gènes du métabolisme générale des bactéries.

Des réactifs moléculaires et un protocole de détection rapide et spécifique des souches de *X. a. pv. juglandis* pathogènes du noyer ont été mis au point. Ils sont maintenant testés pour validation par les laboratoires européens travaillant sur les bactérioses des arbres fruitiers à coques et à noyaux à travers l'Action COST 873.

Perspectives

X. arboricola fait maintenant l'objet privilégié d'étude de la structure des populations d'une espèce bactérienne sur une plante hôte. L'implication des effecteurs de type III dans la structuration en pathovar de cette espèce est en cours d'analyse. Des souches non-pathogènes de *X. arboricola* ont été isolées d'organes sains sur noyer. Le type d'interaction que développent ces différentes populations pour coloniser le noyer et les équilibres entre elles, constituent les axes de recherche de l'équipe EDTa-BP pour imaginer et proposer des méthodes de lutte contre la bactériose du noyer (chute des fruits et CVS).

Partenaires

UREF, INRA Bordeaux ; CTIFL, station expérimentale régionale Creysse et SENURA ; ANSES, Lyon ; ACW, Wadenswil, Suisse.

Bibliographie

■ Hajri A., Meyer D., Delort F., Guillaumès J., Brin C., Manceau C. 2010. Identification of a genetic lineage within *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* as the causal agent of vertical oozing canker of Persian (English) walnut in France. *Plant Pathology*. Doi 10.1111/j.1365-3059.2010.02362.x www.cost873.ch/1_about/index.php.

Contact

Charles MANCEAU, UMR 77 PaVé - INRA/ ACO/UA, 42, rue Georges Morel, 49071 Beaucozéd cedex. Mél : charles.manceau@angers.inra.fr



Symptômes provoqués par *P. cannabina* pv. *cannabina* sur *Cannabis sativa*

Description de deux pathovars au sein de l'espèce *Pseudomonas cannabina*: *P. c.* pv. *cannabina* (pathogène du cannabis) et *P. c.* pv. *alisalensis* (pathogène des crucifères) et identification d'une émergence de *P. c.* pv. *alisalensis* dans des cultures de radis du Val de Loire.

Objectif

Améliorer la taxonomie des bactéries phytopathogènes et surveiller l'état sanitaire des cultures.

Contexte

Le groupe des *Pseudomonas syringae* est un complexe d'espèces bactériennes épiphytes et pathogènes d'une large gamme de plantes cultivées et sauvages. La taxonomie de ce groupe est en évolution rapide depuis l'accès aux techniques de génomique et l'équipe EDTa-BP avec la CFBP est un des laboratoire de référence mondial dans ce domaine. D'autre part, les bactérioses sont des menaces constantes pour les cultures ; ce qui a conduit les maraîchers et les semenciers des Pays de la Loire à se mobiliser avec l'INRA au sein du projet FUI « BASELE » pour améliorer leur connaissance sur ces agents pathogènes et renforcer leur compétitivité.

Résultats

Une chercheuse américaine (Carolee Bull, USDA) a été accueillie pendant 3 mois dans l'équipe pour effectuer la caractérisation taxonomique de souches du groupe des « *P. syringae* » responsables d'épidémies graves sur des crucifères (broccoli et roquette) dans le comté de Salinas en Californie. La comparaison génotypique aux souches de référence détenues à la CFBP, a mis en évidence, qu'elles appartiennent à l'espèce *P. cannabina*, une des espèces génomiques décrites dans le complexe « *P. syringae* ». Jusqu'à alors, cette

espèce n'était constituée que de souches pathogènes du cannabis. Les souches isolées de cannabis et celles isolées de crucifères aux USA possèdent respectivement des gammes d'hôtes distinctes. Nous avons assigné les souches responsables d'épidémies graves sur des crucifères aux USA à l'espèce *P. cannabina* et défini le pathovar *alisalensis*. Ces travaux montrent que les souches du groupe « *P. syringae* » pathogènes de crucifères se classent dans deux espèces distinctes : *P. syringae* pv. *maculicola* (responsable d'épidémies en Europe) et *P. cannabina* pv. *alisalensis* (responsable de graves épidémies en Californie, USA).

Un des volets du projet « BASELE » consiste à caractériser l'agent causal des taches foliaires du radis et préciser l'épidémiologie de la maladie - notamment le rôle des semences dans l'apport d'inoculum dans les cultures, et de fournir des moyens de détection de l'agent causal (*Pseudomonas syringae* pv. *maculicola*) pour améliorer la lutte contre cette maladie.

Au cours de ces travaux, nous avons identifié pour la première fois en France dans une parcelle de radis de la Région des Pays de la Loire, la présence d'un foyer de bactériose dû à *P. c.* pv. *alisalensis* et non à *P. s.* pv. *maculicola*. C'est des Pays de la Loire, et pour la deuxième fois en Europe, qu'est détecté cet agent pathogène car il vient d'être aussi identifié en Grèce.

Perspectives

Des outils de diagnostic rapide vont être mis au point pour surveiller l'état sanitaire des cultures de crucifères en France afin de prévenir une épidémie potentielle causée par *P. cannabina* pv. *alisalensis*.

Partenaires

USDA/ARS, USA ; Virginia Tech, USA ; IDfel ; ARELPAL ; FNAMS ; Vilmorin SA ; HM Clause.

Bibliographie

■ Bull, C. T., C. Manceau, J. Lydon, H. Kong, B. A. Vinatzer, and M. Fischer-Le Saux 2010. *Pseudomonas cannabina* pv. *cannabina* pv. nov., and *Pseudomonas cannabina* pv. *alisalensis* (Cintas Koike and Bull, 2000) comb. nov., are members of the emended species *Pseudomonas cannabina* (ex Sutic & Dowson 1959) Gardan, Shafik, Belouin, Brosch, Grimont & Grimont 1999. *Systematic and Applied Microbiology* 33:105-115.

Contact

Charles MANCEAU, UMR 77 PaVé - INRA/ACO/UA, 42, rue Georges Morel, 49071 Beaucouzé cedex. Mél : charles.manceau@angers.inra.fr



Symptômes de *P. cannabina* pv. *alisalensis* sur radis cultivé dans le Val de Loire

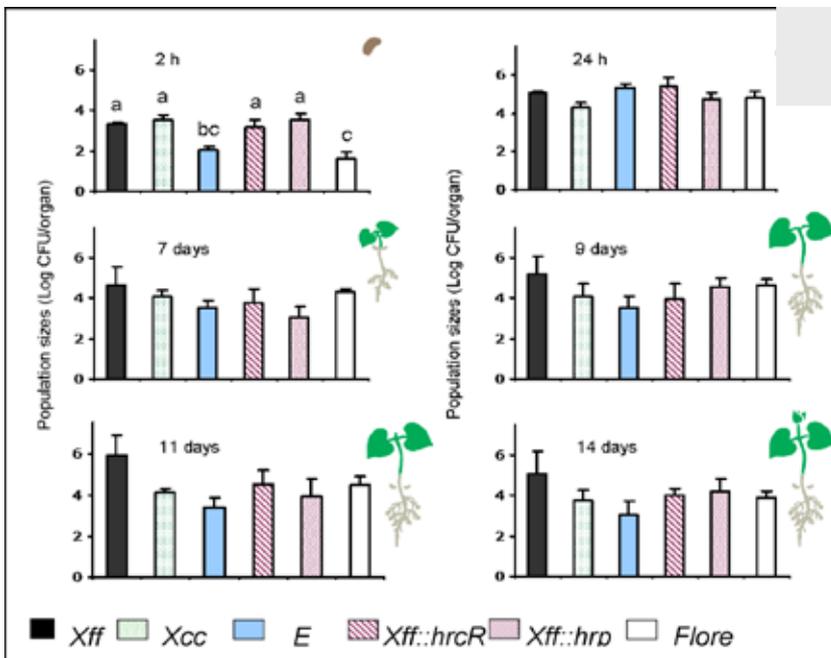


Figure 1 : Colonisation des plantules de haricot après inoculation des semences par *X. fuscans* pv. *fuscans* (une souche sauvage, *Xff*, un mutant dans la machinerie du T3SS, *Xff::hrcR*, et sa régulation, *Xff::hrpG*), *X. campestris* pv. *campestris* (*Xcc*) et *E. coli* (*Ec*). Les lettres placées au dessus des barres indiquent que les populations sont significativement ($p < 0.05$) différentes sur la base d'un test de Mann-Whitney ; les barres indiquent l'erreur standard.

Le portage sain de bactéries phytopathogènes par les semences

Objectif

La transmission par la semence est une étape critique dans l'écologie de nombreuses bactéries phytopathogènes et dans l'épidémiologie des maladies qu'elles occasionnent. Elle permet la survie des pathogènes entre deux cultures de la plante hôte et assure ainsi leur dispersion dans le temps mais aussi dans l'espace. Pouvoir interférer spécifiquement sur cette étape permettrait de proposer des méthodes de lutte alternatives et représente un enjeu majeur en pathologie des semences. Le transport des bactéries phytopathogènes par les semences est préoccupant car aucune méthode de lutte n'est complètement efficace pour les contrôler. Notre objectif est de comprendre les mécanismes de transmission des bactéries phytopathogènes par les semences afin de proposer de nouvelles méthodes de lutte prophylactiques efficaces.

Contexte

Les voies de transmission des bactéries phytopathogènes, leur efficacité relative et le déterminisme moléculaire de cette transmission commencent à être decryptés. Nous avons montré sur le pathosystème modèle *Xanthomonas fuscans* subsp. *fuscans* (*Xff*, alias *X. axonopodis* pv. *phaseoli* var. *fuscans*) / haricot que la transmission à la graine n'est pas uniquement liée à un développement infectieux du patho-

gène mais peut également résulter d'une colonisation asymptomatique et ce, en particulier, lorsque les conditions environnementales sont défavorables à la multiplication du pathogène, par exemple en cas de stress hydrique (Darrasse et al., 2007). Nous avons mis en place un système expérimental permettant de mesurer l'importance relative des voies florale vs. vasculaire dans cette transmission aux semences et ainsi d'analyser finement le rôle de déterminants moléculaires dans cette compétence écologique majeure. Ce dispositif a permis de montrer qu'une bactérie phytopathogène peut se transmettre non seulement aux semences de sa plante-hôte mais également aux graines d'une plante non-hôte. Cette transmission en situation non-hôte emprunte la voie florale, alors que sur son hôte, *Xff* contamine les graines par les voies vasculaire et florale. La voie vasculaire est retenue aux bactéries en situation compatible non altérée dans leur système de sécrétion de type trois (T3SS) (Darsonval et al., 2008). Ce T3SS est au cœur des interactions entre les bactéries et leurs cellules hôtes. La formation de biofilms est fondamentale dans la transmission par voie vasculaire, comme l'atteste le rôle clé joué par la majorité des adhésines codées par *Xff* dans cette étape. Aucune des cinq adhésines identifiées chez *Xff* n'intervient dans la transmission par la voie florale, voie permissive pour la transmission des bactéries aux semences lors de laquelle la formation de biofilm n'est pas pertinente (Darsonval et al., 2009).

Résultats

Dans ce travail, nous nous sommes interrogés sur les risques liés à la transmission des bactéries phytopathogènes par les semences de plantes non-hôte. Nous avons voulu savoir si cette transmission à la semence d'une plante non-hôte pourrait représenter un risque épidémiologique en donnant naissance à une plantule contaminée et si des réactions de défense de la plante se mettent en place dans cette situation. Pour cela, nous avons démontré que l'efficacité de transmission de bactéries pathogènes des semences aux plantules d'une plante hôte (cas de *Xff* sur le haricot) et d'une plante non hôte (cas de *X. campestris* pv. *campestris*, *Xcc* sur le haricot) sont similaires. Nous avons complété ce dispositif en analysant le comportement d'une bactérie que l'on ne retrouve pas normalement dans cet environnement : *Escherichia coli*, *Ec*. Sur les plantules de haricot germées en conditions contrôlées, les croissances des populations des différentes bactéries sont similaires (Figure 1). Nous avons pu lier cette multipli-

tion bactérienne à l'absence de leur détection par la plante hôte qui alors n'exprime pas ses défenses (Figure 2). Ainsi, les bactéries se multiplient abondamment dans cet environnement riche qu'est la spermosphère, indiquant que la colonisation des plantules relève d'une interaction de type commensal.

Perspectives

Ce travail constitue la première démonstration du portage sain de bactéries phytopathogènes par les semences d'une plante non-hôte. A l'instar de ce qui a été démontré pour les pathogènes de l'homme et des animaux, ce portage pourrait représenter un risque épidémiologique en procurant des sources alternatives d'inoculum, qu'il faudrait prendre en compte à l'échelle du parcellaire. Il pourrait par ailleurs permettre l'introduction de nouveaux pathogènes dans des zones encore indemnes.

Bibliographie

■ Darrasse A., Bureau C., Samson R., Morris C.E., & Jacques M.A. 2007. Contamination of bean seeds by *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* associated with low bacterial densities in the phyllosphere under field and greenhouse conditions. *Europ. J. Plant Pathol.* (119): 203-215).

■ Darsonval A., Darrasse A., Meyer D., Demarty M., Bureau C., Manceau C. & Jacques M.A. 2008. The type III secretion system of *Xanthomonas fuscans* subsp. *fuscans* is involved in the phyllosphere colonization process and in transmission to seeds of susceptible beans. *Appl. Environ. Microbiol.* 74: 2669-2678.

■ Darsonval A., Darrasse A., Durand K., Bureau C., Cesbron S. and Jacques M.A. 2009. Adhesion and fitness in the bean phyllosphere and transmission to seeds of *Xanthomonas fuscans* subsp. *fuscans*. *Mol. Plant-Microb. Interact.* 22 :747-757.

■ Darrasse A., Darsonval A, Boureau T., Brisset M.-N., Durand K. and Jacques M.A. 2010. Transmission of plant-pathogenic bacteria by nonhost seeds without induction of an associated defense reaction at emergence. *Appl. Environ. Microbiol.* 76, 6787-6796.

Contact

Marie-Agnès JACQUES, UMR 77 PaVé - INRA/ACO/UA, 42, rue Georges Morel, 49071 Beaucouzé cedex. Mél : marie-agnes.jacques@angers.inra.fr

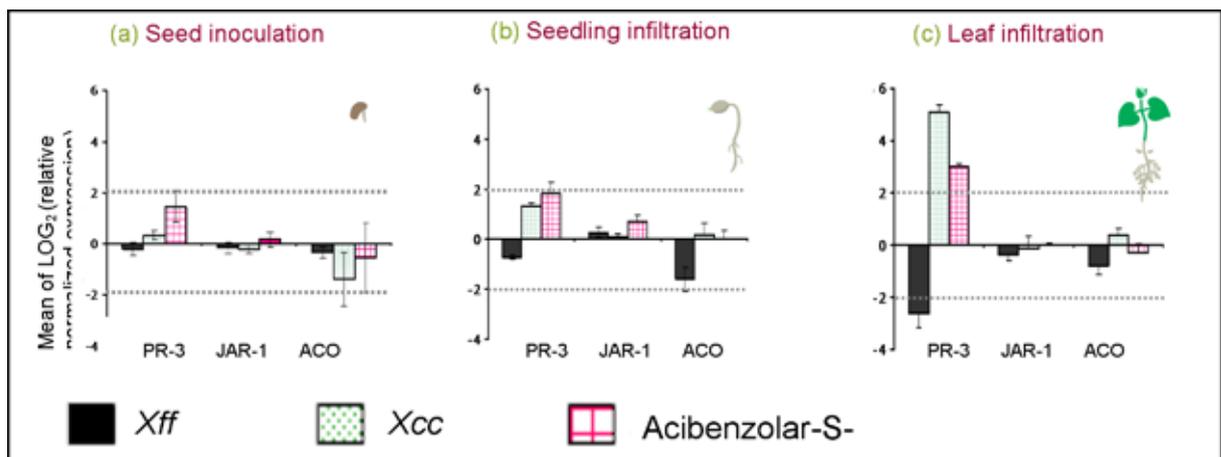
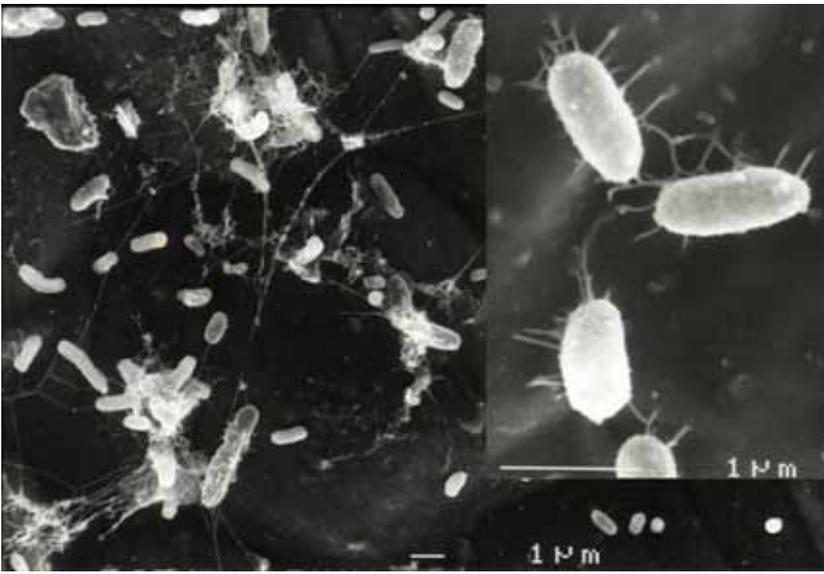


Figure 2 : Absence de réaction de défense du haricot face à *X. fuscans* pv. *fuscans* (*Xff*), *X. campestris* pv. *campestris* (*Xcc*) lors de la germination et de l'émergence. L'acibenzoar-S-méthyl est utilisé comme témoin positif d'induction des réactions de défense. Expression relative (RT-qPCR) des gènes codant la PR-3 (chitinase représentant la voie de réponse par l'acide salicylique), JAR-1 (Jasmonate résistant-1 représentant la voie du jasmonate) et ACO (ACC oxydase représentant la voie de l'éthylène) dans des plantules âgés de 2 jours (a), des plantules âgés de 4 jours (b) et la première feuille trifoliée, à la suite respectivement d'inoculation des graines, de plantules de 2 jours, et par infiltration des feuilles.



Cellules de *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* adhérentes à la surface foliaire du haricot. Observation en microscopie électronique à balayage montrant différentes structures d'adhésion utilisées par les bactéries.

L'adaptation à l'hôte des bactéries phytopathogènes

Objectif

L'objectif du travail présenté a été de participer à l'étude des bases génétiques de l'adaptation à l'hôte des bactéries phytopathogènes par des approches cumulées de phylogénie et d'écologie. Une collection de 173 souches appartenant à différents pathovars de *Xanthomonas* spp. ayant des gammes d'hôtes différentes ont servi de base à cette étude.

Contexte

Une meilleure compréhension des étapes clés du cycle infectieux d'une bactérie sur son hôte et des facteurs régissant la spécificité d'hôte, est primordiale pour la recherche de nouvelles méthodes de lutte respectueuses de l'environnement et pour l'élaboration de textes réglementaires adaptés aux différentes sources d'inoculum potentielles. Ceci est d'autant plus important qu'en l'absence de lutte chimique efficace et autorisée, la lutte contre les phyto bactérioses est restreinte aux méthodes prophylactiques ou à des opérations effectuées *a posteriori* pouvant conduire à la destruction des lots contaminés (sélection sanitaire des semences).

L'une des thématiques de l'équipe « Ecologie, Diversité et Taxonomie des Bactéries Phytopathogènes » (EDTa-BP) consiste à étudier les bases génétiques de l'adaptation à l'hôte chez les bactéries phytopathogènes. L'hypothèse émise est que la spécificité d'hôte reflète une adaptation étroite des bactéries à la plante. Selon cette hypothèse, la spécificité d'hôte est

le résultat de plusieurs phases d'interaction : i) attraction de la bactérie par les exsudats de la plante hôte, ii) installation dans les tissus de l'hôte, iii) multiplication *in planta* et éventuelle expression du pouvoir pathogène et iv) dispersion et transmission des bactéries à un nouvel hôte. L'idée inhérente est que la spécificité d'hôte d'une bactérie phytopathogène peut être expliquée par un répertoire de gènes associés à l'interaction avec la plante encore appelés VA pour « virulence-associated genes ». L'approche choisie au sein de l'équipe a consisté à caractériser les répertoires de gènes candidats codant i) les chémorécepteurs -Methylaccepting Chemotaxis Proteins (MCPs)- impliqués dans le comportement chimiotactique de la bactérie, ii) les senseurs des systèmes de régulation à deux composants et les transporteurs TonB-dépendants (TBDTs) impliqués dans la perception de signaux chimiques et environnementaux, iii) les adhésines fibrillaires et non fibrillaires impliquées dans l'adhésion de la bactérie à la surface des tissus végétaux et l'agrégation en biofilm et iv) les effecteurs de type III impliqués dans la capacité de la bactérie à se multiplier *in planta* et à se transmettre. Ce travail s'inscrit dans le cadre du projet régional « Xanthost » portant sur la caractérisation des déterminants de la spécificité d'hôte des bactéries phytopathogènes. Deux thèses complémentaires ont été réalisées dans l'équipe EDTa-BP pour tester ces hypothèses. Les résultats présentés ici ont été obtenus au cours du travail de thèse de Nadia Mhedbi-Hajri, qu'elle a soutenue en décembre 2010. Celui-ci a concerné les premières étapes de l'interaction : attraction et installation.

Résultats

Les résultats obtenus montrent que la majorité des pathovars (28/34) présente des répertoires uniques et propres de ces gènes candidats (étapes i, ii et iii), indiquant une corrélation entre le répertoire des gènes candidats et la gamme d'hôte. Six pathovars non individualisés partagent chacun leur répertoire avec seulement un autre pathovar. Ces similarités pourraient refléter des spécificités écologiques communes. Les analyses de séquence des gènes codant les senseurs du chimiotactisme et les adhésines ont révélé la présence de signaux de sélection positive dans la divergence adaptative entre les espèces de *Xanthomonas* spp. Au sein de l'espèce *X. axonopodis*, les gènes candidats sont soumis à une pression de sélection positive ou purificatrice. La pression de sélection s'exerce sur des sites

appartenant à des domaines fonctionnels de ces protéines. La pression de sélection purificatrice agirait sur les gènes impliqués dans la reconnaissance de molécules végétales communes, alors que la pression de sélection positive agirait sur les gènes impliqués dans la reconnaissance de molécules spécifiques d'une niche particulière. Ces résultats révèlent que la spécificité d'hôte se dessine dès les étapes précoces d'attraction et d'adhésion à la plante. Ce résultat constitue ainsi une première validation de notre hypothèse de travail. Il a récemment été publié (Mhedbi et al., 2011).

Les études phylogénétiques et généalogiques menées sur les souches de *X. axonopodis* confirment l'existence de sous-groupes au sein de cette espèce et indiquent une divergence très ancienne pour certains d'entre eux. Malgré un long isolement de ces sous-groupes, de nombreux échanges de matériel génétique ont été identifiés et associés à des transferts de gènes codant des facteurs de virulence.

Sur la base de nos résultats nous émettons l'hypothèse que l'ancêtre des souches contemporaines aurait pu être un pathogène généraliste capable de coloniser une vaste gamme de plante hôtes. La domestication des plantes, l'agriculture puis l'intensification de l'agriculture se traduisant par des monocultures sur de vastes zones, auraient conduit à la spécialisation des pathogènes. La diminution de la virulence observée dans les souches contemporaines se serait accompagnée d'une augmentation de l'agressivité par la sélection de variants. Il est probable que certaines de ces souches ne soient pas encore parvenues à un stade très poussé de spécialisation. Ainsi, le partage de répertoires de gènes codant des protéines impliquées dans la perception de l'environnement, entre souches montrant des spécialisations parasitaires différentes, c'est-à-dire appartenant à des pathovars différents, refléterait la capacité des souches à coloniser une gamme d'hôte plus large que celle sur laquelle elles sont capables de provoquer des épidémies. Ceci leur permettant d'utiliser différentes composantes du milieu et pouvant se révéler utile dans les zones d'agriculture extensive.

Perspectives

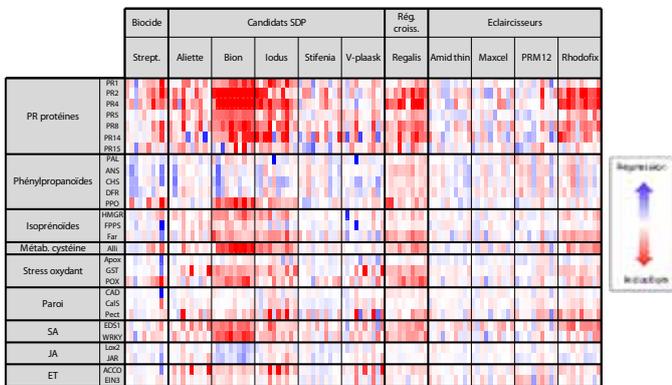
Les résultats présentés montrent l'importance de la perception de l'environnement et de l'adhésion dans les interactions entre les bactéries phytopathogènes et leurs plantes hôtes. Ils montrent que la spécificité d'hôte des bactéries phytopathogènes se dessine très tôt, dès les étapes d'attraction et d'adhésion. Ce travail de génétique d'association va se poursuivre par une validation fonctionnelle des hypothèses émises, de partage de gamme d'hôtes asymptomatiques par des souches appartenant à des pathovars distincts et du rôle de certains gènes candidats dans l'adaptation à l'hôte.

Bibliographie

- Mhedbi-Hajri N. 2010. Approches cumulées de phylogénie et d'écologie pour déterminer les bases génétiques de la spécificité d'hôte des bactéries phytopathogènes, cas des *Xanthomonas* spp. Thèse de Doctorat. Université d'Angers, 257 p.
- Mhedbi-Hajri N., Jacques M.A., et Koebnik R. 2010. Adhesion mechanisms of plant pathogenic *Xanthomonadaceae*. In Goldman A. et D. Linke. Bacterial Adhesion: Biology, Chemistry, and Physics. Springer (in press).
- Mhedbi-Hajri N., Darrasse A., Pigné S., Durand K., Fouteau S., Barbe V., Manceau C., Lemaire C. and Jacques M.A. 2011. Sensing and adhesion are adaptive functions in the plant pathogenic xanthomonads. *BMC Evolutionary Biology*, 11:67.

Contact

Marie-Agnès JACQUES, UMR 77 PaVé - INRA/ACO/UA, 42, rue Georges Morel, 49071 Beaucouzé cedex. Mél : marie-agnes.jacques@angers.inra.fr



Carte de densité du rapport d'expression des 28 gènes de défenses de la qPFD entre feuilles de Pommier traités avec différents intrants et feuilles traitées à l'eau, dans les 3 jours suivant les traitements.

L'outil qPFD détermine l'état de stimulation des défenses du Pommier

Objectif

Avoir un outil moléculaire prêt à l'emploi permettant de quantifier l'expression de 28 gènes choisis pour recouvrir les principales voies de défense, dans des plants de Pommier après traitement par des stimulateurs de défense des plantes (SDP) ou vendus comme tels.

Contexte

Le plan Ecophyto 2018 prévoit de diminuer les pesticides de 50% d'ici 2018, ce qui place les agriculteurs, et les arboriculteurs en particulier, en difficulté pour lutter contre les bioagresseurs des cultures. Une stratégie émergente de lutte consiste à utiliser des produits non plus biocides mais inducteurs des défenses de la plante, et si possible d'origine naturelle. Ceci provoque l'apparition de nombreux produits, vendus souvent comme engrais foliaires (et échappant à la réglementation et aux contraintes liées aux pesticides), avec des propriétés soit-disant inductrices de défense. Or actuellement, aucun test « de laboratoire » (équivalent aux tests *in vitro* des biocides) ne permet un screening préalable de ce type de produit, avant leur expérimentation en protection. D'où l'idée de créer un outil objectif permettant de différencier les produits qui activent réellement des défenses, quelles qu'elles soient, de ceux qui sont sans effet sur le Pommier. Cet outil est appelé qPFD pour Puce à Faible Densité quantitative.

Résultats

La qPFD est constituée d'une plaque PCR 96 puits contenant en triplicats et sous forme déshydratés, les couples d'amorces (directe et reverse) permettant d'amplifier spécifiquement 28 gènes de défense et 3 gènes de référence de Pommier (trois puits restant vides pour le témoin négatif de réaction). Les 28 gènes de défense recouvrent les voies de signalisation amont (SA, JA, ET) et les défenses aval (protéines PR, voies du métabolisme secondaire, renforcement pariétal, stress oxydant).

Prête à l'emploi, la qPFD est destinée à l'analyse d'un échantillon de Pommier en une seule PCR quantitative par répartition sur l'ensemble des puits d'un mélange réactionnel constitué de l'AD-Nc de Pommier, à analyser dans un master mix SYBR®Green. Les résultats sont exploités selon la méthode du $\Delta\Delta Ct$ qui fournit les expressions relatives des gènes de défense dans un tissu de Pommier traité par rapport à un tissu témoin.

Cet outil a été testé en conditions semi-contrôlées (serre) sur des semis de Pommier pulvérisés avec différents produits candidats. Les résultats révèlent l'action inductrice de plusieurs composés, y compris certains dont ce n'est pas la fonction première (produits utilisés d'ores et déjà dans les vergers pour leur action de réduction de croissance ou d'éclaircissage). Des tests de protection vis-à-vis du feu bactérien (*Erwinia amylovora*) effectués en parallèle montrent une forte corrélation entre activité inductrice et efficacité de protection : seul un produit capable d'activer les défenses est inefficace en protection. Par contre aucun produit non inducteur des défenses regroupées sur la qPFD ne montre d'efficacité de protection vis-à-vis du feu bactérien.

Perspectives

Le criblage systématique de SDP candidats ou de tout intrant destiné au verger, à l'aide de la qPFD, pourrait donc permettre d'identifier les composés ayant un potentiel pour des expérimentations en verger, et d'éviter des redondances entre intrants. Des utilisations plus larges sont envisagées comme l'analyse de la combinaison de traitements pour étudier des effets additifs ou antagonistes, ainsi que l'influence des conditions environnementales ou du génotype sur la réactivité des plantes aux SDP.

Partenaires

INRA transfert, ainsi que OSEO Pays de la Loire, le Conseil Régional des Pays de la Loire, le Conseil Général du Maine et Loire et Angers Loire Métropole, dans le cadre d'un projet MPIA (Maturation de Projets Innovants en Anjou).

Bibliographie

■ Dugé de Bernonville, T. & Brisset, M.N. 2010. Demande de brevet d'invention DI-RV-08-0050 - W 637-5894 K: Dispositif pour déterminer ou étudier l'état de stimulation des défenses naturelles de plantes ou parties de plantes appartenant à la famille des Rosaceae. Dépôt auprès de l'INPI sous le numéro FR10 55042 le 24 juin 2010. Déposant INRA.

Contact

Marie-Noëlle BRISSET, UMR 77 PaVé - INRA/ACO/UA, 42, rue Georges Morel, 49071 Beaucouzé cedex. Mél : brisset@angers.inra.fr



Symptômes de tavelure sur fruits

Evolution de la structure des populations de *Venturia inaequalis* en lien avec la domestication de son hôte

Objectif

Analyser l'impact de la domestication des plantes sur les populations pathogènes qui lui sont associées offre la possibilité de comprendre pourquoi et comment des maladies émergent.

Contexte

L'équipe Ecofun a cherché à identifier le centre d'origine et les caractéristiques génétiques des populations de l'agent de la tavelure, *Venturia inaequalis*, en réponse à la domestication de son hôte, le pommier.

Pour cela, ils ont prospecté en Asie Centrale dans le centre de diversité de *Malus sieversii*, l'ancêtre du pommier cultivé. Les prospections ont porté à la fois sur des forêts de *Malus sieversii* au Kazakhstan et en Chine ainsi que sur des pommiers cultivés dans des vergers en Iran, Azerbaïdjan et Chine. Les caractéristiques génétiques de ces populations ont été comparées à celles prélevées en Europe dans des vergers ainsi que sur le pommier sauvage Européen *Malus sylvestris*.

Résultats

A partir de l'étude génétique des échantillons collectés, trois populations différentes du champignon *Venturia inaequalis* ont été identifiées : une grande population européenne rencontrée sur les pommiers sauvages et cultivés ; une population d'Asie centrale rencontrée sur les pommiers cultivés et des pommiers sauvages proches des habitations humaines et des zones agricoles ; une population plus restreinte géographiquement, retrouvée uniquement sur des pommiers sauvages, *Malus sieversii*, dans les forêts des montagnes du Kazakhstan Est. L'étude révèle que cette dernière population serait restée isolée depuis environ 5000 ans, époque à laquelle a débuté la domestication du pommier. Le champignon responsable de la tavelure vivait alors dans de véritables forêts de pommiers sau-

vages (*Malus sieversii*) à partir desquelles ont été sélectionnées par l'homme les variétés de pommier cultivé (*Malus x domestica*). La domestication du pommier se serait donc accompagnée d'une adaptation du pathogène *Venturia inaequalis* à son nouvel hôte à l'occasion d'un transfert de la maladie sur l'espèce de pommier domestiquée. A l'Antiquité les pommiers ont ensuite migré en Europe au travers de la route de la Soie, par le biais des activités humaines. La transmission de la tavelure s'est alors faite par l'apport de pommiers domestiques infectés. Le champignon a alors pu contaminer les pommiers sauvages européens qui étaient indemnes de cette maladie avant son introduction par l'homme. Au cours de l'Histoire, l'agent de la tavelure a ainsi dû s'adapter de nombreuses fois à son hôte et à son nouvel environnement, au gré de ses pérégrinations. L'agriculture et les habitats très différents qui se sont succédés ont en effet imposé différentes pressions de sélection sur les populations de pathogènes.

Perspectives

A partir de la population isolée dans les montagnes du Kazakhstan, qui peut être considérée comme une relique de la population ancestrale du pathogène, l'équipe travaille maintenant à détecter des traces de signatures de domestication dans le génome du champignon et à mesurer les modifications génétiques qui lui ont permis à la fois d'infecter de nouveaux hôtes et de s'adapter à un environnement très différent de ses forêts d'origine

Cette analyse rétrospective permettra d'élucider les mécanismes d'adaptation chez le pathogène, voire d'identifier des gènes déterminants dans le développement de la maladie. Ces informations associées à des études épidémiologiques aideront à optimiser la construction des variétés résistances (Coll. GenHort) ainsi que leur déploiement spatial de manière à retarder l'adaptation du pathogène.

Bibliographie

■ Gladieux P., Zhang X.G., Roldan-Ruiz I. Caffier V., Leroy T., Devaux M., Van Glabeke S., Coart E., and Le Cam B. 2010. Evolution of the population structure of *Venturia inaequalis*, the apple scab fungus, associated with the domestication of its host. *Molecular Ecology*, doi: 10.1111/j.1365-294X.2009.04498.x.

Lien INRA : www.inra.fr/presse/pommier_et_tavelure_de_vieux_compagnons_de_route

Contact

Bruno Le CAM, UMR 77 PaVé - INRA/ACO/UA, 42, rue Georges Morel, 49071 Beaucouzé cedex. ; Mèl : bruno.lecam@angers.inra.fr



Forêts de *Malus sieversii* dans les montagnes du Xinjiang en Chine.



Revue scientifique à comité de lecture

■ Bull C.T., Manceau C., Lydon J., Kong H., Vinatzer B.A., and Fischer-Le Saux M. 2010. *Pseudomonas cannabina* pv. *cannabina* pv. nov. and *Pseudomonas cannabina* pv. *alialisensis* (Cintas Koike and Bull, 2000) comb. nov., are members of the emended species *Pseudomonas cannabina* (ex Sutic & Dowson 1959) // Gardan, Shafik, Belouin, Brosch, Grimont & Grimont 1999. *Systematic and Applied Microbiology*, 33:105-115.

■ Boedo C., Berruyer R., Lecomte M., Bersihand S., Briard M., Le Clerc V., Simoneau P., Poupard P. 2010. Evaluation of different methods for the characterization of carrot resistance to the *Alternaria* leaf blight pathogen (*Alternaria dauci*) revealed two qualitatively different resistances. *Plant Pathology*, 59, 368-375.

■ Bull C.T., De Boer S.H., Denny, T.P. Firrao G., Fischer-Le Saux M., Saddler G.S. Scortichini M., Stead D.E., Takikawa Y. 2010. Comprehensive List of Names of Plant Pathogenic Bacteria, 1980-2007. *Journal of Plant Pathology*, 92:551-592.

■ Caffier V., Didelot F., Orain G., Lemarquand A., Parisi L. 2010. Efficiency of association of scab control methods on resistance durability of apple : the case study of cultivar Ariane. *IOBC wprs Bulletin* (in press).

■ Caffier V., Didelot F., Pumo B., Causeur D., Durel CE, Parisi L. 2010. Aggressiveness of eight *Venturia inaequalis* isolates virulent or avirulent to the major resistance gene *Rvi6* on a non-*Rvi6* apple cultivar. *Plant Pathology*, 59: 1072-1080.

■ Costechareyre D., Rhouma A., Lavire C., Portier P., Chapulliot D., Bertolla F., Boubaker A., Dessaux Y. and Nesme X. 2010. Rapid and efficient identification of *Agrobacterium* species by *recA* allele analysis. *Microbial Ecology*, 60: 862-872.

■ Darrasse A., Darsonval A., Boureau T., Brisset M.N., Durand K., Jacques M.A. 2010. Transmission of plant-pathogenic bacteria by nonhost seeds without induction of an associated defense reaction at emergence. *Appl. Environ. Microbiol.*, 76, 6787-6796.

■ Didelot F., Caffier V., Baudin M., Orain G., Lemarquand A., Parisi L. 2010. Integrating scab control methods with partial effects in apple orchards: the association of cultivar resistance, sanitation and reduced fungicide schedules. *IOBC wprs Bulletin* (in press).

■ Duge de Bernonville, T., Guyot, S., Paulin, J.P., Gaucher, M., Loufrani, L., Henrion, D., Derbre, S., Guilet, D., Richomme, P., Dat, J., Brisset, M.N. 2010. Dihydrochalcones: Implication in resistance to oxidative stress and bioactivities against advanced glycation end-product and vasoconstriction. *Phytochemistry*, 71, 443-452.

■ Gladieux P., Zhang X-G, Roldan Ruiz I., Caffier V., Leroy T., Devaux M., Van Glabeke S., Coart E., Le Cam B. 2010. Evolution of the population structure of *Venturia inaequalis*, the apple scab fungus, associated with the domestication of its host. *Molecular Ecology*, Vol. 19(4): 658-674.

■ Gladieux P., Caffier V., Devaux M., Le Cam B. 2010. Host-specific differentiation among populations of *Venturia inaequalis* causing scab on apple, pyracantha and loquat. *Fungal Genetics and Biology*, 47(6): 511-521.

■ Hajri A., Meyer D., Delort F., Guillaumès J., Brin C., Manceau C. 2010. Identification of a genetic lineage within *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* as the causal agent of vertical oozing canker of persian (English) walnut in France. *Plant Pathol.*, 59:1014-1022.

■ Joubert A., Calmes B., Berruyer R., Pihet M., Bouchara J.P., Simoneau P., Guillemette T., 2010. Laser nephelometry applied in an automated microplate system to study filamentous fungus growth. *BioTechniques*, 48(5): 399-404.

■ Sapoukhina N., Tyutyunov, Yu., Sache, I., and R. Arditi 2010. Spatially mixed crops to control the stratified dispersal of airborne fungal diseases. *Ecological Modelling* DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2010.08.020.

Communications colloques

Communications orales

■ Bourget R., Sapoukhina N., and L. Chaumont. 2010. Estimation of the emergence time of a multivirulent mutant using birth and death process. In: Third Conference on Computational and Mathematical Population Dynamics, Bordeaux, France, pp.48.

■ C. Bizet, B. Cournoyer, J.P. Dedet, J. Dupont, I. Iteman, S. Lortal, M. Fischer-Le Saux, S. Plumet, B. Bouchard. 2010. Le réseau français des Centres de Ressources Biologiques de micro-organismes. 8^{ème} congrès de la Société Française de Microbiologie. 2010/06/02-04, Marseille.

■ Calmes B., Guillemette T., Simoneau P. 2010. Role of mannitol in pathogenic determinism in *Alternaria brassicicola*, 10th European Conference on Fungal Genetics, Noordwijkerhout, Pays-Bas, 29 mars-1er avril 2010.

■ Camara B., Caffier, V., Didelot, F., Le Cam, B., and N. Sapoukhina. 2010. Epidemic spread in heterogeneous and competitive environment: a spatio-temporal model. In: Third Conference on Computational and Mathematical Population Dynamics, Bordeaux, France, pp.55

■ Duge De Bernonville, T., Guyot, S., Gaucher, M., Paulin, J.P., Dat, J.F., & Brisset, M.N. 2010. Are dihydrochalcones involved in resistance of *Malus* to fire blight ? XXVth International Conference on Polyphenols, Montpellier, France, August 23rd-27th 2010.

■ Fischer-Le Saux M. and Bonneau S. 2010. Caractérisation de *Xanthomonas arboricola*, espèce bactérienne responsable de bactérioses émergentes par séquençage multiloci de gènes de ménage. Journées des Microbiologistes de l'INRA. 2010/05/05-07, Poitiers.

■ Fischer-Le Saux M., Bonneau S., Gironde S., Guillaumes J., Manceau C. 2010. Genetic structure of *Xanthomonas arboricola*, a species responsible of emerging diseases in France and Europe. 12th International Conference on Plant Pathogenic Bacteria, 2010/06/07-11, Saint Denis La Réunion.

■ Guy, E., Chabannes, M., Hajri, A., Génissel, A., David, P., Boureau, T., Poussier, S., Arlat, M. & Noël L. 2010. The *Xanthomonas campestris* type III effector XopAC triggers vascular immunity in *Arabidopsis*. 12th international congress on Plant Pathogenic Bacteria, June 7-11 2010, Saint-Denis, Reunion Island, France.

■ Hajri, A., Brin, C., Hunault, G., Lardeux, F., Lemaire, C., Manceau, C., & Boureau T. & Poussier, S. 2010. Les effecteurs de type III : de bons candidats pour expliquer la spécificité d'hôte chez les *Xanthomonas* selon une hypothèse « répertoire pour répertoire ». Neuvièmes rencontres plantes-bactéries, 18-22 janvier 2010, Aussois, France.

■ Hajri, A., Brin, C., Hunault, G., Lemaire, C., Manceau, C., Poussier, S. & Boureau T. 2010. Les effecteurs de type III : de bons candidats pour expliquer la spécificité d'hôte chez les *Xanthomonas*.



Journées des microbiologistes de l'INRA, 5-7 mai 2010, Poitiers, France.

■ Jacques M.-A., Darsonval A., A. Darrasse, K. Durand, C. Bureau and C. Manceau 2010. Pathways and molecular determinants used by common bacterial blight agents for transmission to bean seeds. 12th Int. Conf. Plant Pathogenic bacteria, saint Denis La Réunion, France, 2010/06/7-11.

■ Jacques M.-A., Darsonval A., K. Durand, C. Bureau, C. Manceau et A. Darrasse 2010. Rôle du système de sécrétion de type III et des adhésines dans la transmission des agents de la graise commune à la semence du haricot. 9^{èmes} Rencontres Plantes-Bactéries 18-22 Janvier 2010, Aussois, France.

■ Lê Van A., de Gracia M., Caffier V., Le Cam B., Durel C.E. 2010. Pression de sélection exercée par des génotypes de *Malus x domestica* partiellement résistants sur des populations de *Venturia inaequalis* provenant des compartiments sauvages et cultivés. Journées « Jean Chevaugeon », 25-29 janvier 2010, Aussois, France.

■ Lecomte M., Boedo C., Bersihand S., Hamama L., Joubert A., Calmes B., Le Clerc V., Hudhomme P., Poupard P., Briard M., Simoneau P., Berruyer R. 2010. La phytoalexine '6-méthoxyméleleine' est-elle impliquée dans les mécanismes de résistance de la carotte à *A. dauci*, agent de la brûlure foliaire? 8^{ème} Rencontres de Phytopathologie-Mycologie. Aussois, France, 25-29 janvier 2010.

■ Lemaire C., Gladieux P., Rousseau C., Leroy T., Le Van A., Le Cam B. 2010. Divergence adaptative et domestication: la piste des effecteurs chez *Venturia inaequalis*. 8^e Journées Jean Chevaugeon, 25-29 janvier, Aussois, France.

■ Lemaire C., P. David, N. Mhebdi-Hajri, A. Hajri, C. Manceau, S. Poussier, T. Boureau and M.-A. Jacques 2010. Toward population genomics of *Xanthomonas*: analyses of neutral and adaptive polymorphisms. 12th Int. Conf. Plant Pathogenic bacteria, saint Denis La Réunion, France, 2010/06/7-11.

■ Mhebdi-Hajri N., A. Darrasse, K. Durand, T. Boureau, C. Brin, A. Hajri, C. Lemaire, S. Poussier, C. Manceau et M.-A. Jacques 2010. Approches cumulées de phylogénie et d'écologie pour déterminer les bases génétiques de la spécificité d'hôte chez les bactéries phytopatho-

gènes, cas des *Xanthomonas*. 9^{èmes} Rencontres Plantes-Bactéries 18-22 Janvier 2009, Aussois, France. 12th Int. Conf. Plant Pathogenic bacteria, saint Denis La Réunion, France, 2010/06/7-11.

■ Pochon S., Campion C., Guillemette T., Simoneau P., Jacques, M.A. 2010. Etude des mécanismes de transmission des pathogènes aux semences d'*Arabidopsis thaliana*, Journées des Microbiologistes de l'INRA, Poitiers, 05-07 Mai 2010.

■ Pochon S., Simoneau P., Jaspard E., Guillemette T. 2010. Analyse des déhydrines chez le champignon phytopathogène *Alternaria brassicicola*, 8^{ème} Rencontres de Phytopathologie/ Mycologie, Aussois, France, 25-29 Janvier 2010.

■ Rousseau D., Boureau T., Jacques M.-A., Belin E., Grimault V., Campion C., Caffier V. 2010. «Imagerie thermique pour les sciences du végétal : applications à la détection précoce de pathogènes à la surface des feuilles». 5^{ème} édition des Journées «Imagerie Optique Non Conventionnelle», 22 et 23 mars 2010, ESPCI, 10 rue Vauquelin, Paris.

■ Rousseau D., Boureau T., Jacques M.-A., Grimault V., Campion C., Caffier V. 2010. Suivi du développement de microorganismes phytopathogènes dans des tissus végétaux à l'échelle de la feuille par thermographie infrarouge. journées Proxi-détection, 1-2 Février 2010, Avignon-Réseau télédétection de l'INRA.

■ Sapoukhina N., Durel CE et Le Cam B. 2010. Modelling pathogen spread over genetically and spatially heterogeneous landscape. In:Third Conference on Computational and Mathematical Population Dynamics, Bordeaux, France, pp.213.

Posters

■ Brin, C., Hajri, A., Pineau, L., Verdier, V., Szurek, B., Manceau, C., Poussier, S. & Boureau T. 2010. Détermination des répertoires d'effecteurs de type III de souches africaines et asiatiques de *Xanthomonas oryzae* pathovars *oryzae* et *oryzicola*. Neuvièmes rencontres plantes-bactéries, 18-22 janvier 2010, Aussois, France.

■ Camara B., Caffier V., Didelot F., Le Cam B., Sapoukhina N. 2010. Epidemic spread in heterogeneous and competitive environment : a spatiotemporal model. International conference

MPDE'2010 : Animal and Spatial Ecology, 1-3 September 2010, Leicester (UK).

■ Camara B., Caffier V., Didelot F., Le Cam B., Sapoukhina N. 2010. Epidemic spread in heterogeneous and competitive environment : a spatiotemporal model. International conference MPDE'2010: Animal and Spatial Ecology, 1-3 September 2010, Leicester (UK).

■ Charbit E., Portier P. et Manceau C. 2010. Isolement et identification de *Pseudomonas syringae* pv. *porri*, agent de la graise du poireau, au cours du cycle de culture. 9^o rencontres Plantes-Bactéries. Aussois, France, janvier 2010.

■ Darrasse A., A. Darsonval, C. Bureau, M.-N. Brisset, T. Boureau, et M.-A. Jacques 2010. Colonisation des plantules du haricot par des bactéries transmises par les semences en situation compatible et incompatible. 9^{èmes} Rencontres Plantes-Bactéries, 18-22 janvier 2010, Aussois, France.

■ Darrasse A., A. Darsonval, T. Boureau, et M.-A. Jacques. 2010. Germinating seeds and seedlings are not restrictive environments for multiplication of seedborne pathogenic bacteria. 12th Int. Conf. Plant Pathogenic bacteria, saint Denis La Réunion, France, 2010/06/7-11.

■ Duge De Bernonville, T., Guyot, S., Paulin, J.-P., Gaucher, M., Loufrani, L., Henrion, D., Derbre, S., Guilet, D., Richomme, P., Dat, J.F. & Brisset, M.N. 2010. Sieboldin, a dihydrochalcone isolated from *Malus* leaves, displays high antioxidant activity and potential bioactivities in anti-hypertensive and anti-glycation processes. 5th European symposium on Cosmetic Ingredients and Biotechnologies, COSM'ING 2010, St-Malo, France, June 23rd-25th 2010.

■ Grimaud, V., Perrot, S., Durr, C., Chapeau-Blondeau, F., Breteau, J.-M. & Rousseau D. 2010. Utilisation de la thermographie pour localiser des microorganismes phytopathogènes dans des tissus végétaux de manière non-destructive. Neuvièmes rencontres plantes-bactéries, 18-22 janvier 2010, Aussois, France.

■ Guy, E., Chabannes, M., Hajri, A., Boureau, T., Poussier, S., Arlat, M. & Noël L. 2010. XopAC, a *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*-specific type III effector, triggers ETI in *Arabidopsis* vasculature. Neuvièmes rencontres plantes-bactéries, 18-22 janvier 2010, Aussois, France.



- Hajri, A., Brin, C., Hunault, G., Lemaire, C., Szurek, B., Koebnik, R., Verdier, V., Guy, E., Noel, L., Arlat, M., Manceau, C., Boureau T. & Poussier, S. 2010. Reper-toires of type three effectors are candi-date determinants of host specificity in *Xanthomonas*. 12th international congress on Plant Pathogenic Bacteria, June 7-11 2010, Saint-Denis, Reunion Island, France.
- Jacques N., Louis-Mondésir C., Tribouillet S., Casaregola S, Delattre M., Favel A., Haon M., Le Boursicaud B., Lesage-Meessen L., Navarro D., Pa-rodri C., Taussac S., Portier P., Briand M., Huard A., Fischer-Le Saux M., Slu-gocki C., Couty A., Legrand V., Jacques I., Helloin E., Lortal S., Chuat V., Parayre S., Madec M.N., Valence-Bertel F. 2010. Le Centre International de Ressources Microbiennes (CIRM) : Un centre de ressources biologiques multisites porté par l'INRA pour la conservation et l'analyse de la biodiversité. Journées de Microbiologie de l'INRA. Poitiers, mai 2010.
- Marguerettaz, M., Pieretti, I., Puig J., Brin, C., Gayral, P., Poussier, S., Rott P. & Royer, M. 2010. Evolutionary history and putative roles of the SPI-I Type III Secretion system of *Xanthomonas albilineans*. 12th international congress on Plant Pathogenic Bacteria, June 7-11 2010, Saint-Denis, Reunion Island, France.
- Marguerettaz, M., Puig J., Brin, C., Gayral, P., Pieretti, I., Poussier, S., Rott P. & Royer, M. 2010. Analyse de la variabilité du système de sécrétion de type III de *Xanthomonas albilineans* et de sa distribution parmi les bactéries phytopathogènes. Neuvièmes rencontres plantes-bactéries, 18-22 janvier 2010, Aussois, France.
- Mhedbi Hajri, N., Darrasse, A., Du-rand, K., Boureau, T., Brin, C., Hajri, A., Lemaire, C., Poussier, S., Manceau, C. & Jacques, M.A. 2010. Approches cumu-lées de phylogénie et d'écologie pour déterminer les bases génétiques de la spécificité d'hôte chez les bactéries phytopathogènes transmises par les semences : cas des *Xanthomonas*. Neuvièmes rencontres plantes-bactéries, 18-22 janvier 2010, Aussois, France.
- Mhedbi-Hajri N., A. Darrasse, K. Du-rand, C. Manceau, C. Lemaire, and M.A. Jacques. 2010. Xanthomonads sensing and adhesion at early stages of host colonization is adaptive. . 12th Int. Conf.

Plant Pathogenic bacteria, saint Denis La réunion, France, 2010/06/7-11.

- Portier P., Baumard A., Briand M., Huard A., Richer J.M. and Fischer-Le Saux M. 2010. PhyloSearch, a new tool for plant pathogenic bacteria identification, developed by CFBP. 12th conference of ICPPB. La Réunion Island, France, June 2010.
- Portier P., Baumard A., Richer J.M., Briand M., Huard A. et Fischer-Le Saux M. 2010. Les nouveaux défis de la CFBP. 9^e rencontres Plantes-Bactéries. Aussois, France, janvier 2010.
- Slugocki C., Helloin E., Portier P., Briand M., Fischer-Le Saux M., Jacques N., Mallet S., Casaregola S. 2010. Molecular characterisation of CIRM's microbial resources and development of tools helping identification. Journées de Microbiologie de l'INRA. Poitiers, France, mai 2010.

Communications sur invitation

- Brisset, M.N. & Paulin, J.P. 2010. Les stimulateurs de défense prendront-ils une place dans la lutte contre les maladies des plantes ? 4^{ème} Journée des Eco-Technologies, Bordeaux, 9 juin 2010.
- Paulin, J.P. & Brisset, M.N. 2010. Réponses de la plante aux bioagresseurs, possibilité et intérêt de leur stimulation par les SDN. 12^{ème} Colloque de la Société Nationale d'Horticulture Française, Paris, 28 mai 2010.
- Simoneau P., Boureau T., Lardeux F., Hunault G., Kerkoud M., Manceau C. 2010. Diagnostic arrays : new molecular methods for multi-pathogen (bacteria and fungi) detection on seeds. *ISTA Workshop Detection of Botrytis cinerea on Linum seeds and on sunflower seeds ; detection of Fusarium spp. on wheat seeds*. Angers, March 2010

Brevet

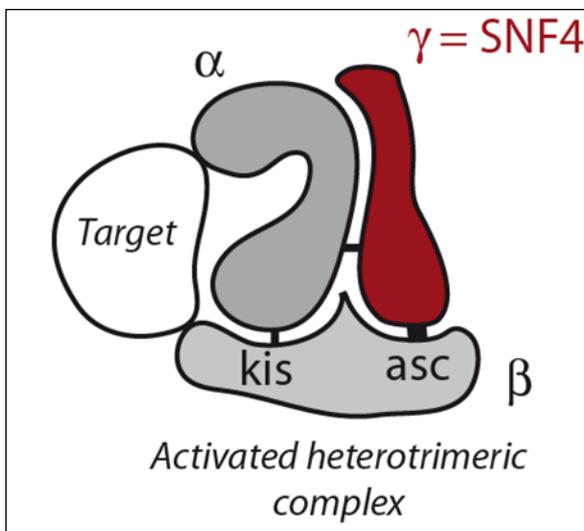
- Duge De Bernonville, T. & Brisset, M.N. 2010. Demande de brevet d'in-vention DI-RV-08-0050 - W 637 - 5894 K: Dispositif pour déterminer ou étudier l'état de stimulation des dé-fenses naturelles de plantes ou parties de plantes appartenant à la famille des *Rosaceae*. Dépôt auprès de l'INPI sous le numéro FRI0 55042 le 24 juin 2010. Déposant INRA.

Mémoires de thèse et d'HDR

- Jacques Marie-Agnès, Ecologie des bactéries phytopathogènes et épidé-miologie des bactérioses à *Xanthomo-nas*. HDR soutenue le 20 mai 2010 à l'Université d'Angers.
- Le Cam Bruno, Génétique de l'adap-tation ancienne et contemporaine de *Venturia inaequalis* à ses hôtes. HDR soutenue le 29 septembre 2010 à l'Université d'Angers.
- Mebdhi-Hajri Nadia, Approches cumulées de phylogénie et d'écologie pour déterminer les bases génétiques de la spécificité d'hôte des bactéries phytopathogènes, cas des *Xantho-monas* spp. Thèse soutenue le 19 dé-cembre 2010 à l'Université d'Angers. Ecole doctorale VENAM.

Mémoires de stage

- Lohou David : Analyse du rôle des dihydrochalcones dans la résistance du Pommier aux pathogènes, cas d'*Erwinia amylovora*. Master 2 BioVIGPA Grand Ouest.
- Ménard Lauriane : Etude de Dia-porthé angelicae, responsable de la grillure des ombelles sur la carotte porte-graine (*Daucus carota* L.), Mé-moire de fin d'Etudes Ingénieur ESA Angers.
- Miterand Mickaël : Méthodes de lutte et sources d'inoculum des brûlures foliaires de la carotte dues à *Xantho-monas horthorum* pv. *carotae*. Master 2 TVPS, Université d'Angers.
- Rousseau Céline : Evolution molé-culaire chez *Venturia inaequalis*, agent de la tavelure du pommier dans le contexte de la domestication de son hôte. Mas-ter Eco-Ingénierie des Zones Humides, Biodiversité et Bio-indicateurs de l'Uni-versité d'Angers.
- Scaon Erwan : Implication des gluta-thion S-transférases d'*Alternaria bras-sicicola* dans la protection contre les défenses de l'hôte Master 2 BioVIGPA, Université d'Angers.
- Terrasson Emmanuel : Etude des mé-canismes de la transmission d'un cham-pignon phytopathogène nécrotrophe aux semences à l'aide d'un pathosys-tème modèle : *Alternaria brassicicola*-*Arabidopsis thaliana*. Master 2 BioVI-GPA, Université d'Angers.



Le complexe Sucre nonfermenting-Related Kinase I (SnRK1)

La sous-unité régulatrice SNF4b du complexe SnRK1 : un nouvel acteur contrôlant la qualité germinative des graines de *Medicago truncatula*.

Objectif

L'objectif de l'étude est de savoir si la sous-unité régulatrice SNF4b du complexe SnRK1 est impliquée dans le contrôle de la qualité germinative des graines de *Medicago truncatula*.

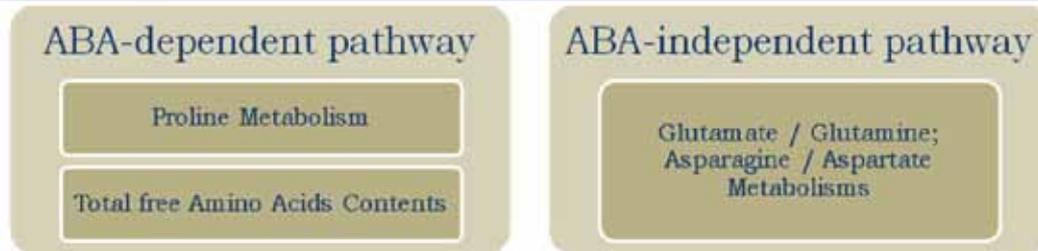
Contexte

La qualité physiologique des graines s'élabore pendant les dernières phases de la maturation. Elle peut être altérée pendant le stockage à l'état sec. La tolérance à la dessiccation, c'est-à-dire la propriété de survivre à une perte totale de l'eau cellulaire, et la longévité des semences à l'état sec, sont deux composantes centrales de la qualité germinative des semences. Afin d'identifier les facteurs moléculaires régissant la survie à l'état sec, l'équipe « CONSERTO » s'intéresse aux phases tardives de la maturation en caractérisant les réseaux de gènes et mécanismes moléculaires impliqués dans leur régulation. Le complexe SnRK1 est un complexe kinase très conservé, impliqué dans la régulation du métabolisme carboné et joue un rôle fondamental dans le développement. Nos travaux sur le transcriptome de la tolérance à la dessiccation chez *M. truncatula* ont montré que le gène *MtSNF4b* codant une isoforme de la sous-unité régulatrice du complexe SnRK1 kinase est fortement surexprimé pendant l'acquisition de la tolérance à la dessiccation.

Résultats

La fonction de MtSNF4b a été étudiée pendant la maturation et l'imbibition des graines. Lorsque l'expression de *MtSNF4b* est éteinte par une technologie RNAi, les graines mutantes montrent une composition en sucres altérée : elles ne sont plus capables de convertir le saccharose en oligosaccharide en fin de maturation, résultant en une diminution de 50% des oligosaccharides. Elles ont également une longévité diminuée et présentent une vigueur plus faible lors de la croissance post-germinative après vieillissement. De plus, les graines *snf4b* fraîchement récoltées germent plus vite que les graines sauvages. Afin de mieux comprendre ce phénotype, nous avons caractérisé de manière exhaustive la dormance chez *M. truncatula*. Nous avons découvert que celle-ci diffère notablement du modèle Arabidopsis (Bolingue *et al.*, 2010a). Par exemple, nos données transcriptomiques montrent que contrairement à Arabidopsis, les gènes impliqués dans le catabolisme des gibbérellines et la synthèse de l'ABA (les deux régulateurs majeurs de la dormance) ne sont pas différenciellement exprimés dans les graines dormantes de *M. truncatula* par rapport aux graines nondormantes (Bolingue *et al.*, 2010b). Nous avons également montré que MtSNF4b est impliqué dans le contrôle de la postmaturation à sec, un phénomène mal compris qui induit la levée de dormance pendant le stockage des graines. Par ailleurs, dans les graines dormantes, MtSNF4b est impliqué dans l'expression des gènes codant pour le métabolisme des flavonoïdes et phénylpropanoïdes (*figure page ci-contre*), des facteurs de transcription de type WRKY et des protéines de type PR (pathogenesis-related proteins). Ces données suggèrent que MtSNF4b joue également un rôle dans la réponse aux stress biotiques lorsque l'embryon est dormant. Une étude pharmacologique au moyen d'analogues de sucres a montré que le mannose rétablit un comportement germinatif similaire aux graines sauvages. Ces observations indiquent que MtSNF4b pourrait intervenir en amont des voies de signalisation par les sucres.

Drought – induced modulation of AA metabolism



Les voies ABA-dépendante et ABA-indépendante de la réponse du métabolisme des acides aminés au stress hydrique chez de jeunes plantules de *Medicago truncatula* en phase précoce d'installation.

Voies ABA-dépendante et ABA-indépendante pour la réponse du métabolisme azoté au stress hydrique

Objectif

Déchiffrer le rôle de l'ABA dans la modulation du métabolisme azoté sous stress hydrique.

Contexte

Etude de l'adaptation de *Medicago truncatula* au stress hydrique en phase de post-germination et d'installation des jeunes plantules.

Résultats

De jeunes plantules de *Medicago truncatula* en phase précoce d'installation ont été traitées par du PEG (- 0.25MPa) pour imiter un stress hydrique léger, 10 μ M d'ABA et la combinaison PEG/ABA. Le stress hydrique a occasionné une réduction de la croissance (en masse et en allongement des organes) et une accumulation des acides aminés (asparagine et proline particulièrement) selon une voie dépendante de l'ABA. Les traitements PEG et ABA ont eu un effet synergique sur ces deux caractères. La teneur spécifique en eau (mg H₂O / mg tissu) des organes a été réduite par le stress hydrique d'une manière indépendante de l'ABA. L'expression de plusieurs gènes codant des enzymes du métabolisme des acides aminés et leurs activités ont été testées. A l'exception de la P5CS (1-Pyrroline-5-Carboxylate Synthase) dont l'activation du gène par le stress hydrique a eu lieu d'une manière ABA-dépendante, les autres enzymes majeures GS (Glutamine Synthétase), GOGAT (Glutamate Synthase), AS (Asparagine Synthétase) et GDH (Glutamate Deshydrogénase) ont été activées d'une manière ABA-indépendante. C'est la

première fois que le rôle de l'ABA dans la modulation du métabolisme azoté primaire sous stress hydrique a été disséqué aussi finement.

Perspectives

Etudier l'interaction du monoxyde d'azote (NO), dont nous avons montré la production sous stress hydrique, avec les voies de signalisation ABA-dépendante et ABA-indépendante, pour la modulation de l'expression des gènes du métabolisme des acides aminés. Retombées : Améliorer la connaissance de la réponse des plantes au stress hydrique et définir les étapes cruciales qui pourront être ciblées par l'amélioration génétique classique ou par transgénèse.

Partenaires

Grégory MOUILLE, La Plateforme de Chimie du Végétal.

Bibliographie

■ Planchet E, Rannou O, Ricoult C, Boutet-Mercey S, Maia-Grondard A, Limami AM. 2010. Nitrogen metabolism responses to water deficit act through both abscisic acid (ABA)-dependent and independent pathways in *Medicago truncatula* during post-germination. *Journal of Experimental Botany*, 2011; 62:605-15.

Contacts

Elisabeth PLANCHET et Anis LIMAMI, UMR 1191 PMS - INRA/ACO/UA. UFR Sciences, 2 Bd Lavoisier, 49045 Angers cedex.

Revue scientifique à comité de lecture

- 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* 20, 97-107.
- Bolingue W., Rosnoblet C., Ly Vu B., Leprince O., Aubry C., Buitink J. 2010. The MtSNF4b subunit of the sucrose non-fermenting-related kinase complex connects after-ripening and constitutive defense responses in seeds of *Medicago truncatula*. *Plant Journal*, 61, 792-803.
- 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 and Environment* 33, 418-430.
- Cassan L., Moreau L., Segouin S., Bellamy A., Falque M., Limami A.M. 2010. Genetic map construction and quantitative trait loci (QTL) mapping for nitrogen use efficiency and its relationship with productivity and quality of the biennial crop Belgian endive (*Cichorium intybus* L.). *Journal of Plant Physiology*, 167: 1253-1263.
- Gardarin A., Dürr C., Mannino M.R., Busset H., Colbach N. 2010. Seed mortality in the soil is related to the seed coat thickness. *Seed Science Research*, 20, 243-256.
- Gardarin A., Dürr C., Colbach N. 2010. Effects of seed depth and soil structure on the emergence of weeds with contrasting seed traits. *Weed Research*, 50: 91-101.
- Leprince O., Buitink J. 2010. Desiccation tolerance: From genomics to the field. *Plant Science* 179.
- Tolleter D., Hinch D.K., Macherel D. 2010. A mitochondrial late embryogenesis abundant protein stabilizes model membranes in the dry state. *Biochimica Biophysica Acta Biomembranes*, 1798, 1926-1933.

Ouvrages et chapitres d'ouvrages

- Hilhorst, H., Finch-Savage, W.E., Leubner, G., Buitink, J., Bolingue W. 2010. Dormancy and resistance in harsh environments. Lubzens, E., Cerda, J. and M. Clark. Eds. *Dormancy and Resistance in Harsh En-*

vironments. Topics in Current Genetics, Springer, 21, E. Lubzens et al (eds), Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, pp 43-68.

- Tunnacliffe A., Hinch D.K., Leprince O., Macherel D. 2010. LEA proteins: versatility of forms and function. Lubzens, E., Cerda, J. and M. Clark. Eds. *Dormancy and Resistance in Harsh Environments*. Topics in Current Genetics, Springer, 21, E. Lubzens et al (eds), Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, pp 91-108.

Communications colloques

Communications orales

- Demay C., Cadoux S., Boizard H., Dürr C. 2010. The effects of temperature and water potential on the emergence of miscanthus and the germination of switchgrass. 18th European biomass conference and exhibition. From research to industry and market. 3-7 May 2010. Lyon, France.
- Dürr C., Wagner M.H., Larmure A., Ducournau S., Raveneau M.P., Coste F., Burstin J. 2010. Climatic changes during the end of crop cycle affect pea seed characteristics and germination. 5th International Food Legumes Research Conference & 7th European Conference on Grain Legumes: legumes for global health. Antalya, Turquie, 23-30 April 2010.
- Macherel D. 2010. Mitochondrie et développement embryonnaire chez les plantes. 4^{ème} colloque du réseau MeetOchondrie, Aussois. 9-12 mai 2011.
- Macherel D., Benamar A., Avelange-Macherel M.H. 2010. Regulation of respiratory metabolism in germinating seeds. 24th New Phytologist Symposium, Plant respiration and climate change: scaling from mitochondria to the globe, University of Oxford, UK.
- Planchet, E., C Chevalier, A Bihouée, E Hichouard, L Viau, C Ricoult, H Küster, R Houlgatte, AM Limami 2010. Analyse du transcriptome de jeunes germinations de *Medicago truncatula* sous stress hydrique. Gen2Bio, les rencontres Biotech organisées par Biogenouest. Saint Malo, France, 30 mars 2010.
- Teulat-Merah B., Dias P.M.B., Brunel S., Demilly D., Wagner M.H., Dürr C. 2010. QTL analysis of *Medicago truncatula* seed germination and heterotrophic growth. 5th International Food Legumes Research Conference & 7th European Conference on Grain Legumes: legumes for global health. Antalya, Tur-

quie, 23-30 April 2010.

- Wagner M.H., Demilly D., Ducournau S., Dürr C., Léchappé J. 2010. Computer vision for monitoring seed germination from dry state to young seedlings. 29th ISTA Congress Cologne, June.

Posters

- Boureau T., Amiard F., Jacques M.-A., Berlin E., Poussier S., Hanteville S., Grimault V., Perrot S., Dürr C., Breteau J.-M., Chapeau-Blondeau F., Rousseau D. 2010. Utilisation de la thermographie pour localiser des microorganismes phytopathogènes dans des tissus végétaux de manière non-destructive. 9^{èmes} Rencontres Phytobactériologiques, Aussois, janvier 2010.
- Candat A., Avelange-Macherel, M.-H., Macherel D. 2010. Mining *Arabidopsis* late embryogenesis abundant (LEA) proteome for mitochondrial candidates. 24th New Phytologist Symposium, Plant respiration and climate change: scaling from mitochondria to the globe, University of Oxford, UK.
- Pierre J., Dürr C., Huguet S., Chevalier M., Demilly D., Ledroit L., Teulat-Merah B. 2010. Transcriptomic and cellular analyses of heterotrophic growth at low temperature in *Medicago truncatula*. 5th International Food Legumes Research Conference & 7th European Conference on Grain Legumes: legumes for global health. Antalya, Turquie, 23-30 April.

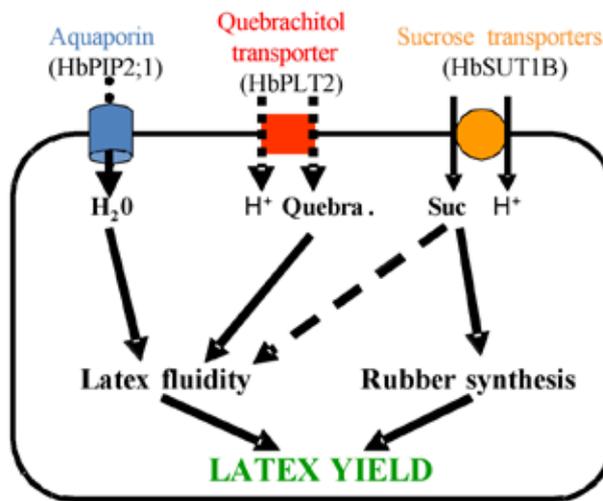
Mémoires de thèse

- Gervais Marie-Laure, thèse de doctorat de l'université d'Angers 2010. Étude des interactions protéine-protéine par double hybride bactérien: applications en agro-alimentaire et en santé.

Mémoires de stage

- Eljounaidi Kaouthar : Identification de gènes impliqués dans la tolérance à la dessiccation. Master 2 BioVIGPA 2010, Université d'Angers.
- Delahaie Julien : Effets du monoxyde d'azote (NO) sur les réponses du métabolisme azoté dans la tolérance au stress hydrique lors de la post-germination chez *Medicago truncatula*. Master 2 BioVIGPA 2010, Université d'Angers.
- Pellizzaro Anthony : Etude d'un transporteur de nitrate à double affinité, MtNRT1.1, chez *Medicago truncatula*. 20 p. Master 1 TVPS 2010, Université d'Angers.

Apoplast



Laticifères

Modèle schématique des différents acteurs membranaires (HbPIP2,1 : aquaporine de la membrane plasmique, HbPLT2 : co-transporteur quebrachitol/H⁺ de la membrane plasmique ; HbSUT1B : co-transporteur de saccharose de la membrane plasmique) potentiellement impliqués dans la production de latex chez l'hévéa. HbPIP2,1 et HbPLT2 pourraient intervenir dans le contrôle de la fluidité du latex (contenant les particules de caoutchouc) et HbSUT1B dans la synthèse des particules de caoutchouc et la régénération du latex après la saignée de l'arbre.

présentent un équipement en transporteurs de saccharose et polyols (Dusotoit-Coucaud et al., 2009 ; 2010a et 2010b) et aquaporines (Tungngoen et al. 2009) très complexe. L'analyse de leur expression dans des conditions contrastées d'exploitation aussi bien chez des arbres vierges (jamais exploités avant l'expérimentation) ou des arbres industriellement exploités, a montré une forte corrélation entre la régulation d'un transporteur de saccharose (HbSUT1B : *Hevea brasiliensis* Sucrose transporter 1B) et la quantité de latex produite (Dusotoit-coucaud et al. 2010b). Ce résultat a été confirmé sur d'autres clones d'hévéa dans le cadre d'une collaboration (UMR PIAF, UMR SAGAH, Université de Hainan) avec des partenaires chinois (Tang et al. 2010). Des études d'hybridation *in situ* et d'immunolocalisation ont montré la localisation de ce transporteur dans les cellules laticifères. De plus, il pourrait jouer un rôle d'intégrateur des voies de signalisation de certaines hormones et de saccharose.

Identification d'un transporteur de saccharose potentiellement impliqué dans la production de latex chez *Hevea brasiliensis*.

Contexte

Avant son intégration dans l'UMR Sagah en 2007, Soulaïman Sakr s'est intéressé au rôle des transporteurs de sucres et de polyols dans la production de caoutchouc par l'hévéa. Ce travail a bénéficié d'un financement par la manufacture Michelin (Bourse CIFRE) et d'une collaboration internationale. Les compétences développées sur le modèle Hévéa sont en partie appliquées au modèle rosier pour appréhender l'importance de la composante carbonée dans le photocontrôle de son débourrement (cf. fait marquant de C. Henry).

L'hévéa est un arbre qui revêt un fort intérêt économique à l'échelle mondiale. Il représente la seule source de caoutchouc naturel commercialement exploitée. La demande croissante de cette matière première a conduit à l'initiation de nombreuses recherches visant à accroître la production de latex.

Résultats

La biosynthèse du caoutchouc se fait à partir du saccharose dans le cytoplasme (latex) des cellules spécialisées appelées cellules laticifères. Dans le cadre d'une collaboration internationale, impliquant des partenaires français (UMR PIAF (Clermont-Ferrand), IRD, CIRAD, UMR Sagah) et étrangers (Université de Mahidol, Bangkok, Thaïlande), un travail a été mené sur la compréhension moléculaire de deux processus clés de la production de latex : flux de sucres et eau à travers les cellules de laticifères. Les résultats obtenus, sur la base d'une approche multidisciplinaire ont permis de montrer que les cellules laticifères

Perspectives

Ce travail a permis d'identifier HbSUT1B comme un marqueur potentiel de production de latex et pourra être utilisé, en combinaison avec d'autres marqueurs, dans une stratégie de sélection assistée par marqueur.

Bibliographie

- Dusotoit-Coucaud A, Brunel N, Kongsawadworakul P, Viboonjun U, Lacoïnte A, Julien J-L, Chrestin H, Sakr S. 2009. Sucrose importation into laticiferous cells of *Hevea brasiliensis*, in relation to ethylene stimulation of latex production. *Annals of Botany*, 104(4):635-47.
- Tungngoen K, Kongsawadworakul P, Viboonjun U, Katsuhara M, Brunel N, Sakr S, Narangajavana J, Chrestin H. 2009. Involvement of HbPIP2,1 and HbTIP1;1 aquaporins in ethylene stimulation of latex, through regulation of water exchanges between inner liber and latex cells in *Hevea brasiliensis*. *Plant Physiology*, 151:843-56.
- Dusotoit-Coucaud A, Porcheron B, Brunel N, Kongsawadworakul P, Franchel J, Viboonjun U, Chrestin H, Lemoine R, Sakr S. 2010a. Cloning And Characterization Of A New Polyol Transporter (HbPLT2) In *Hevea Brasiliensis*. *Plant Cell Physiol*, 51(11):1878-88.
- Dusotoit-Coucaud A, Kongsawadworakul P, Maurousset L, Viboojun U, Brunel N., Pujade-Renaud V., Chrestin H, Sakr S. 2010b. Ethylene stimulation of latex yield depends on the expression pattern of a sucrose transporter (*HbSUT1B*) in exploited rubber trees (*Hevea brasiliensis*). *Tree Physiology*, 30(12):1586-1598.
- Tang C, Huang D, Yang J, Liu S, Sakr S, Li H, Zhou Y, Qun Y. 2010. The sucrose transporter HbSUT3 plays an active role in sucrose loading to laticifer and rubber productivity in exploited trees of *Hevea brasiliensis* (para rubber tree). *Plant Cell Environment*, 33(10):1708-1720..

Contact

Soulaïman SAKR, Agrocampus Ouest Centre d'Angers.
Mél : Soulaïman.Sakr@agrocampus-ouest.fr

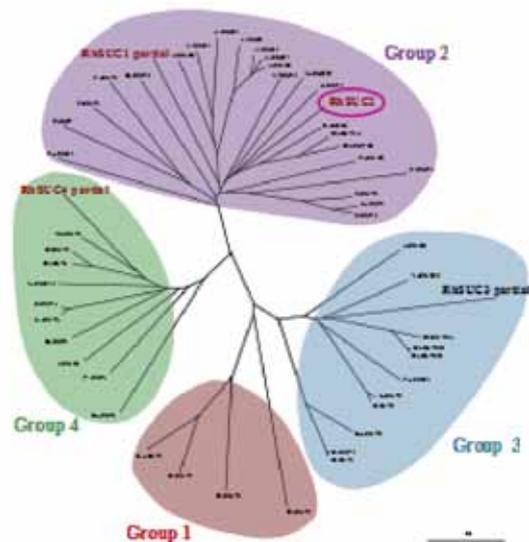


Figure 1 : Arbre phylogénétique des transporteurs de sucres de *Rosa hybrida* : isolation de trois nouveaux transporteurs putatifs dans le genre *Rosa*.

Rôle potentiel des transporteurs de saccharose dans le photocontrôle du débournement chez *Rosa hybrida*

Objectif

Etant donné la nature puits du bourgeon, une de nos hypothèses de travail était de vérifier si le photocontrôle du débournement nécessite un approvisionnement en sucre du bourgeon.

Contexte

La qualité visuelle du rosier buisson dépend de son architecture, qui est déterminée par la croissance et la ramification des axes. Parmi ces étapes de développement, le débournement des bourgeons axillaires est un processus développemental primordial et complexe, influencé par les conditions environnementales, les hormones, et la disponibilité en nutriments. Chez le rosier, le débournement requiert de la lumière pour se produire (Khayat and Zieslin, 1982 ; Girault et al., 2008) et implique une stimulation du métabolisme des sucres (Girault et al., 2010).

Résultats

Des expérimentations conduites sur des bourgeons cultivés *in vitro* ont montré que le débournement induit par la lumière requiert la présence de sucres métabolisables (saccharose, glucose et fructose). Des études moléculaires ont permis de cloner et caractériser quatre transporteurs potentiels de saccharose, nommés : RhSUC1, 2, 3 et 4 (Figure 1). Leur profil d'expression a ensuite été étudié dans le bourgeon après suppression de la dominance apicale (plante décapitée), à la lumière et à

l'obscurité (Figure 2). Seul le niveau du transcrite RhSUC2 est en corrélation avec la capacité du bourgeon à débourner à la lumière. La caractérisation fonctionnelle de ce transporteur dans la levure a montré qu'il s'agit bien d'un co-transporteur proton-saccharose.

Perspectives

Nous avons identifié, pour la première fois, un transporteur de saccharose qui serait impliqué dans l'absorption de saccharose par le bourgeon lors du photocontrôle du débournement. Sa localisation au sein du bourgeon, son rôle exact dans la plante non décapitée et sa régulation par le facteur lumineux sont en cours d'étude.

Partenaires

M. Laloï et R. Lemoine, Université de Poitiers, UMR-6503 LACCO.

Bibliographie

- Khayat E., Zieslin N. 1982. Environmental factors involved in the regulation of sprouting of basal buds in rose plants. *Journal of Experimental Botany*, 33: 1286-1292.
- Girault T., Bergougnot V., Combes D., Viémond J-D., Leduc N. 2008. Light controls shoot meristem organogenic activity and leaf primordia growth during bud burst in *Rosa* sp. *Plant Cell and Environment*, 31(11): 1534-1544.
- Girault T., Abidi F., Sigogne M., Pelleschi-Traviver S., Boumaza R., Sakr S., Leduc N. 2010. Sugars are under light control during bud burst in *Rosa* sp. *Plant Cell and Environment*, 33(8): 1339-1350.

Contact

Clémence HENRY, Université d'Angers. Mèl : clemence.henry@etud.univ-angers.fr

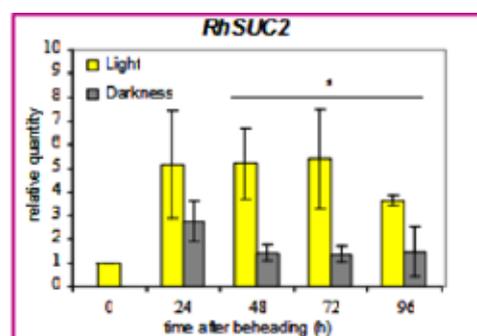
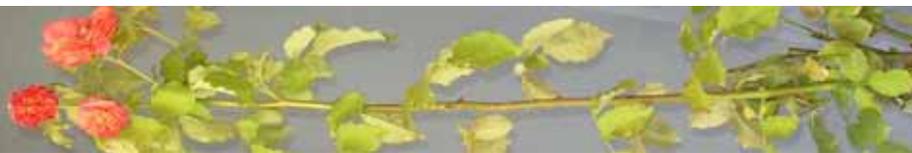


Figure 2 : Evolution de l'accumulation du transcrite de Rh SUC2 dans les bourgeons à la lumière ou à l'obscurité après la décapitation. (N=3, l'étoile indique une différence significative, $p < 0,05$). Le transcrite de Rh SUC2 est induit uniquement à la lumière, et pas à l'obscurité, entre 48 et 96 heures après la suppression de la dominance apicale.



Revue scientifique à comité de lecture

■ Bonhomme M., Peuch M., Ameglio T., Rageau R., Guillot A., Decourteix M., Alves G., Sakr S., Lacoïnte A. 2010. Carbohydrate uptake from xylem vessels and its distribution among stem tissues and buds in walnut (*Juglans regia* L.). *Tree Physiology*, 30: 89-102.

■ Boumaza R., Huché-Théliier L., Demotes-Mainard S., Le Coz E., Leduc N., Pelleschi-Travier S., Qannari EM., Sakr S., Santagostini P., Symoneaux R., Guérin V. 2010. Sensory profiles and preference analysis in ornamental horticulture : the case of the rosebush. *Food Quality and Preference*, 21(8), 987-997 doi:10.1016/j.foodqual.2010.05.003.

■ Caron J., Morel P., Rivière L.M., Guillemain G. 2010. Identifying appropriate methodology to diagnose aeration limitations with large peat and bark particles in growing media. *Can. J. Soil Sci.*, 90(3): 481-494.

■ Dusotoit-Coucaud A., Kongsawadworakul P., Maurousset L., Viboonjun U., Brunel N., Pujade-Renaud V., Chrestin H., Sakr S. 2010. Ethylene stimulation of latex yield depends on the expression pattern of a sucrose transporter (*HbSUT1B*) in rubber trees (*Hevea brasiliensis*). *Tree Physiology*, 30(12): 1586-1598. doi: 10.1093/treephys/tpq088.

■ Dusotoit-Coucaud A., Porcheron B., Brunel N., Kongsawadworakul P., Franchel J., Viboonjun U., Chrestin H., Lemoine R., Sakr S. 2010. Cloning And Characterization Of A New Polyol Transporter (*HbPLT2*) In *Hevea Brasiliensis*. *Plant Cell Physiology*, 51(11) : 1878-1888. doi: 10.1093/pcp/pcq151.

■ Galopin G., Maugé J.C., Morel P. 2010. Morphogenetic analysis of the phenotypic variability of the architecture unit of *Hydrangea macrophylla*. *Annals of Forest Science*, 67:309. doi: 10.1051/forest/2009115.

■ Galopin G., Morel P., Gardet R., Patrier C. 2010. Mass vegetative propagation of *Ostrya carpinifolia* by continual removal of axillary branches from juvenile donor plants. *Propagation of Ornamental Plant*, 10(2): 88-92.

■ Girault T., Abidi F., Sigogne M., Pelleschi-Travier S., Boumaza R., Sakr S., Leduc N. 2010. Sugars are under light control during bud burst in *Rosa* sp. *Plant Cell and Environment*, 33: 1339-1350. doi: 10.1111/j.1365-3040.2010.02152.x.

■ Lalléchère L., Girard S., Roux D., Bonnet P., Paladian F., Vian A. 2010. Mode Stirred Reverberation Chamber (MSRC): a large and efficient tool to lead high frequency bio-electromagnetic *in vitro* experimentation. *Progress In Electromagnetics Research B*, 26: 257-290.

■ Lothier J., Lasseur B., Prud'homme M.P., Morvan-Bertrand A. 2010. Hexokinase-dependent sugar signaling represses fructan exohydrolase activity in *Lolium perenne*. *Functional Plant Biology*: 37(12): 1151-1160, doi:10.1071/FPI0086.

■ Tang C., Huang D., Yang J., Liu S., Sakr S., Li H., Zhou Y., Qin Y. 2010. The sucrose transporter *HbSUT3* plays an active role in sucrose loading to laticifer and rubber productivity in exploited trees of *Hevea brasiliensis* (para rubber tree). *Plant Cell and Environment*, 33(10): 1708-1720. doi: 10.1111/j.1365-3040.2010.02175.x.

■ Tungngoen K., Viboonjun U., Kongsawadworakul P., Katsuhara M., Julien J-L., Sakr S., Chrestin H., Narangajavana J. 2010. Hormonal treatment of the bark of rubber trees (*Hevea brasiliensis*) increases latex yield through latex dilution in relation with the differential expression of two aquaporin genes. *Journal of Plant Physiology*, En ligne : 2010 Jul 15. Version papier: 2011 Feb 15;168 (3):253-262.

Ouvrages et chapitres d'ouvrages

■ Bertheloot J. 2010. Modelling Nitrogen Distribution in Virtual Plants, as Exemplified by Wheat Culm During Grain Filling. Third Symposium on Plant Growth Modeling, Simulation Visualization and Applications, Beijing (China), 09-13 Nov. 2009. B. Li, M. Jaeger and Y Guo (eds.), ISBN 978-0-7695-3988-1, IEEE Computer Society, 126-133.

■ Bertheloot J. 2010. Nitrogen acquisition and utilization by crops: review of different approaches and proposition of a mechanistic modelling. Third Symposium on Plant Growth Modeling, Simulation Visualization and Applications, Beijing (China), 09-13 Nov. 2009. B. Li, M. Jaeger and Y Guo (eds.), ISBN 978-0-7695-3988-1, IEEE Computer Society, 149-156.

■ Demotes-Mainard S., Guéritaine G., Boumaza R., Favre P., Guérin V., Huché-Théliier L., Andrieu B. 2010. Coordinated development of the architecture of the primary shoot in bush rose. Third symposium on plant growth modeling, simulation visualization and applications, Beijing (China), 09-13 Nov. 2009. B. Li, M. Jaeger and Y Guo (eds.), ISBN 978-0-7695-3988-1, IEEE Computer Society, 214-221.

Communications colloques

Communications orales

■ Bertheloot J., Abichou M., Fournier C., Andrieu B. 2010. Light-nitrogen relationships within plant canopies analysed using *in silico* reconstruction of wheat crops. Proceedings of the 6th International Workshop on Functional-Structural Plant Models, Davies (USA), p. 80-82.

■ Bertheloot J., Courmède P-H, Wu Q, Andrieu B. 2010. A functional-structural model of nitrogen economy within wheat culms after flowering. Proceedings of the Agro2010 Congress, European Society of Agronomy, 29/08-03/09/2010. Montpellier, France, p. 453-454.

■ Demotes-Mainard S., Guéritaine G., Favre P., Guérin V., Huché-Théliier L., Boumaza R., Andrieu B. 2010. Analysis of inter-plant variability in the extension dynamics of bush rose primary shoot. 6th International Workshop on Functional-Structural Plant Models, Davis (California, USA), 12-17 sept. 2010.



■ Dubos C., Le Gourrierec J., Salsac F., Grain D., Scagnelli A., Vaisman L., Harscoët E., Berger A., Berger N., Routaboul J-M., Bidzinski P., Kelemen Z., Lepiniec L. 2010. Exploring the regulatory web controlling flavonoid biosynthesis in *A. thaliana* seeds. 21st international conference on *Arabidopsis* research. Pacifico yokohama (Japan), 6-10 juin 2010.

■ Le Gall J., Combes D., Guérin V., Leduc N., Renaud C., Chelle M., Demotes-Mainard S. 2010. Using phylloclimate simulations to identify the radiative variables driving the bud break of rose bush grown in growth chamber. 6th International Workshop on Functional-Structural Plant Models, Davis (California, USA), 12-17 sept. 2010 (M. Chelle and S. Demotes-Mainard ont apporté une contribution égale à ce travail).

■ Wu Q, Bertheloot J, Mathieu A, Andrieu B, Cournède P-H. 2010. Assessment of Non-Linearity in Functional-Structural Plant Models. Proceedings of the 6th International Workshop on Functional-Structural Plant Models, Davies (USA), p. 211-214.

Posters

■ Abichou A, Bertheloot J, Dornbusch T, Baccar R, Andrieu B. 2010. A simplified measurement to obtain data for the architectural plant model ADEL Wheat to simulate the development of winter wheat in 3D. Proceedings of the Agro2010 Congress, European Society of Agronomy, 29/08-03/09/2010, Montpellier, France, p. 87-88.

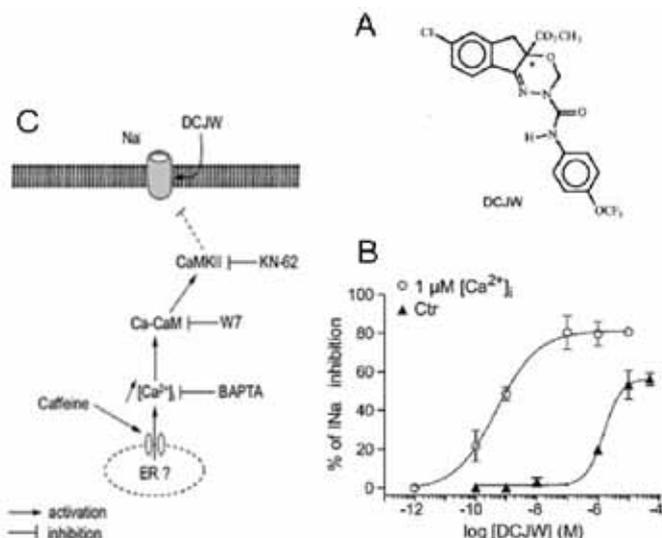
■ Henry C., Laloi M., Rabot A., SakR S., Vian A., Lemoine R., Pelleschi-Travier S. 2010. Insight into the potential role of sucrose transporters in light-modulated bud break in *Rosa hybrida*. Plant Biology 2010, Annual Meeting of the American Society of Plant Biologists & the Canadian Society of Plant Physiologists (31/07-04/08, Montréal, Canada).

Mémoires de stage

■ Pineau Jeanne : Cinétique de développement et d'extension des organes de l'axe I chez le rosier buisson *rosa x hybrida* variété «radazz». Master I : Biologie Et Technologie Du Végétal, Université d'Angers, 2010.

■ Romium Méryll : Approche Ecophysiologique De La Ramification Du Rosier. Master I : Biologie Et Technologie Du Végétal, Université d'Angers, 2010.

■ Toualbia Youness : Etude de la régulation par les sucres de gènes codant pour des transporteurs de sucres impliqués dans le photocontrôle du débourrement chez le Rosier (*Rosa hybrida* L.). Master I : Biologie et technologie du végétal, Université d'Angers, 2010, 29 pp.



Optimisation de l'effet d'un insecticide de la famille des oxadiazines (le DCJW) sur le canal sodium des insectes. (A) structure chimique du DCJW, (B) courbes effet-log dose comparatives de l'effet inhibiteur du DCJW sur le courant sodium (INa), avant (Ctr) et après augmentation du calcium intracellulaire (o). Dans ces conditions, à doses plus faibles, l'efficacité du DCJW est fortement augmentée (environ x3000). (C) Identification de la voie de signalisation impliquant la CaMKinase II dans l'augmentation de l'efficacité du DCJW.

L'activation des voies de signalisations intracellulaires impliquées dans la régulation des cibles membranaires chez l'insecte permet d'optimiser l'efficacité des insecticides tout en réduisant les doses.

Objectif

Mettre en évidence l'implication des voies de signalisations dépendantes du calcium intracellulaire dans i) la régulation des canaux ioniques membranaires cibles des insecticides et ii) l'optimisation des effets insecticides.

Contexte

Le laboratoire RCIM UPRES EA 2647 / USC INRA 2023 est spécialisé dans le développement de nouvelles stratégies afin d'optimiser l'efficacité des insecticides sur les cibles membranaires neuronales des insectes. Depuis ces cinq dernières années, il a été possible de caractériser les principaux mécanismes calcium-dépendants de phosphorylation/déphosphorylation impliqués dans la régulation fonctionnelle de ces cibles. Par conséquent, ces voies de signalisations intracellulaires sont fortement suspectées d'exercer une modulation importante de l'effet des insecticides.

Résultats

L'utilisation de la technique électrophysiologique de patch-clamp adaptée à des neurones d'insectes maintenus en culture à court-terme a permis de démontrer qu'une élévation de calcium intracellulaire permet d'augmenter d'un facteur 3000 la sensibilité de la cible (le canal sodium) à un insecticide de la famille des oxadiazines, le DCJW qui provient de la bio-transformation de

l'indoxacarbe chez l'insecte. Grâce au recours d'agents pharmacologiques sélectifs, tels que le KN-62 (inhibiteur de la CaMKinase II), le W7 (inhibiteur du complexe calcium-calmoduline), la caféine (activateur des stocks de calcium intracellulaires) et le BAPTA (chélateur du calcium intracellulaire), il a été possible d'identifier la voie de signalisation intracellulaire impliquant une protéine kinase calcium calmoduline-dépendante, CaMKinase II, responsable de l'augmentation de la sensibilité du canal sodium vis-à-vis du DCJW.

Perspectives

Projet de développement d'un nouveau procédé de co-formulation associant une substance active insecticide et un co-formulant qui intervient sur le métabolisme calcique des cellules d'insectes pour optimiser l'efficacité d'un insecticide donné tout en réduisant les doses de traitements, en accord avec la loi de programmation du Grenelle de l'Environnement, Ecophyto 2018.

Partenaires

Partenaires académiques

Région Pays de la Loire.

Université du Michigan, USA/ Prof. Ke Dong, Department of Entomology, Neuroscience and Genetics Programs Michigan State University, East Lansing, MI 48824.

Central China Normal University, Chine / Prof. Guang-Fu Yang / Key Laboratory of Pesticide & Chemical Biology, Ministry of Education, College of Chemistry, Wuhan 430079, Républ. de Chine.

Partenaires industriels

DuPont Crop Protection, Stine-Haskell Research Center, 1094 Elkton Road, Newark, DE 19711, USA. Contact : Dr Daniel Cordova.

BASF Corporation, Research Triangle Park, NC 27709, USA. Contact : Dr Vince Salgado.

Valorisation

Contrat coopération recherche avec Intervet (Beaucouzé).

Bibliographie

■ Lavielle-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 decarbomethoxylated JW062 (DCJW) in insect pacemaker neurons ? *J. Pharmacol Exp Ther.* 333:264-272.

Contact

Bruno LAPIED, Laboratoire RCIM UPRES EA 2647/USC INRA-IFR 149 QUASAV, UFR-Sciences, 2 Bd Lavoisier, 49045 Angers cedex, France. Mél : bruno.lapied@univ-angers.fr

Revue scientifique à comité de lecture

- Laviaille-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 decarbomethoxylated JW062 (DCJW) in insect pacemaker neurons? *J. Pharmacol Exp Ther.* 333:264-272.
- Benzidane Y., Touinsi S., Motte E., Jadas-Hécart A., Communal P.Y., Leduc L. & Thany S.H. 2010. Toxicity of thiamethoxam on cockroach locomotor activity associated to its metabolite clothianidin. *Pesticide Management Science*, 66:1351-1359.
- Thany S.H. & Tricoire-Leignel H. 2010. Emerging pharmacological properties of cholinergic synaptic transmission: comparison between mammalian and insect synaptic and extrasynaptic nicotinic receptors. *Current Neuropharmacology*, (sous presse).

Ouvrages et chapitres d'ouvrages

- Legros C., & Goyffon M. 2010. Aspects moléculaires de l'interaction entre les toxines de scorpion et les canaux sodiques. Aspects cliniques et thérapeutiques des envenimations graves. Eds Xavier Montauban, Collection Konemann, pp. 18-29.
- Tricoire-Leignel H. & Thany S. H. 2010. Identification of critical elements determining toxins and insecticides affinity, ligand binding domains and channel properties. In: Thany SH (ed) *Insect nicotinic acetylcholine receptors*. Landes Bioscience, Austin, Texas, USA, pp. 45-52.
- Thany S. H. 2010. Electrophysiological studies and pharmacological properties of insect native nicotinic acetylcholine receptors. Thany SH (ed) *Insect nicotinic acetylcholine receptors*. Landes Bioscience, Austin Texas, USA, pp. 53-63.
- Thany S. H. 2010. Neonicotinoid insecticides : historical evolution and resistance mechanisms. In: Thany SH (ed) *Insect nicotinic acetylcholine receptors*. Landes Bioscience, Austin Texas, USA, pp. 75-83.

■ Thany S. H., Tricoire-Leignel H. & Lapied B. 2010. Identification of cholinergic synaptic transmission in the insect nervous system. Thany SH (ed). *Insect nicotinic acetylcholine receptors*. Landes Bioscience, Austin Texas, USA, pp. 1-10.

Communications colloques

Communications orales

- Bodereau B., Thany S. H. & Lapied B. 2010. Modulation de la sensibilité des nAChRs aux insecticides néonicotinoïdes : implications du potentiel de membrane, du calcium, des voies de signalisation et des propriétés fonctionnelles des nAChRs. 11^{ème} rencontre du Club de Neurobiologie des Invertébrés. 20-21 mai, Angers.
- Bourdin C, Moignot B, Quinchard S, Lapied B & Legros C. 2010. Caractérisation de deux sous-unités auxiliaires du canal sodium dépendant du potentiel chez la blatte *Periplaneta americana*. 11^{ème} rencontre du Club de Neurobiologie des Invertébrés. 20-21 mai 2010, Angers.
- Legros C, Moignot B, Laviaille-Defaix C & Lapied B. 2010. Les canaux sodium dépendant du potentiel des DUM neurones de ma blatte *P. americana* : régulation intracellulaire, propriétés électrophysiologiques, pharmacologiques et structures moléculaires. 11^{ème} rencontre du Club de Neurobiologie des Invertébrés. 20-21 mai, Angers.
- Ndong Nna R, Licznar P, Soubabère O., Lapied B. & Apaire-Marchais V. 2010. Utilisation d'un virus d'insecte comme agent synergisant pour augmenter l'efficacité du traitement insecticide et réduire les doses utilisées. Workshop NPP-Arysta-LifeSciences, 17 juin, Pau.

Posters

- Apaire-Marchais V., Mohamed A., Gruau C., Pannetier C., Licznar P, Corbel V. & Lapied B. 2010. Optimisation des traitements utilisés en lutte antivectorielle : associations synergiques répulsif / insecticide. Société française de Mycologie médicale, Société Française de Parasitologie, Société de Médecine des Voyages, 19-21 mai, Angers, France.
- Bodereau B., Thany S. H. & Lapied B. 2010. Modulation de la sensibilité des

nAChRs aux insecticides néonicotinoïdes : implications du potentiel de membrane, du calcium, des voies de signalisation et des propriétés fonctionnelles des nAChRs. 11^{ème} rencontre du Club de Neurobiologie des Invertébrés. 20-21 mai, Angers.

■ Bodereau B., Thany S.H. & Lapied B. 2010. Transmembrane potential, calcium and cyclic AMP modulate selectively insect neuronal nAChR subtype sensitivity to the neurotoxic neonicotinoid insecticides. 7th Forum of European Neuroscience Societies (FENS meeting), 3-7 juillet, Amsterdam, The Netherlands.

■ Bourdin C, Moignot B, Quinchard S, Lapied B & Legros C. 2010. Caractérisation de deux sous-unités auxiliaires du canal sodium dépendant du potentiel chez la blatte *Periplaneta americana*. 11^{ème} rencontre du Club de Neurobiologie des Invertébrés. 20-21 mai 2010, Angers.

■ Bourdin C., Moignot B., Châtel A., Picard D., Murillo L., Lapied B. & Legros C. 2010. Characterization of two novel auxiliary insect sodium channel subunits in the cockroach *Periplaneta americana*. 21^{ème} colloque Canaux Ioniques, 12-15 septembre, Presqu'île de Giens.

■ Chatel A., Coquerel Q, Quinchard S., Lapied B. & Legros C. 2010. Caractérisation de la β -tyramine hydroxylase du système nerveux de la blatte *P. americana*. 11^{ème} rencontre du Club de Neurobiologie des Invertébrés. 20-21 mai, Angers.

■ Frances C., Tricoire-Leignel H., Thany S. H., Marchand-Geneste N. 2010. Homology modelling of new nicotinic acetylcholine receptor ligand binding domains in the cockroach and analysis of insecticide binding modes using docking method. 14th International Workshop on Quantitative structure-activity relationships in Environmental and Health Sciences, 24-28 mai, Montreal, Quebec, Canada.

■ Legros C., Moignot B., Laviaille-Defaix C. & Lapied B. 2010. Calcium signalling modulates the sensitivity of voltage-gated sodium channels to neurotoxic insecticide in dorsal unpaired median neurons of *Periplaneta americana*. 21^{ème} colloque Canaux Ioniques, 12-15 septembre, Presqu'île de Giens.

■ Licznar P., Laviaille-Defaix C., Ataire-Marchais V., Pennetier C., Legros C., Corbel V. & Lapied B. 2010. Mosquito borne-disease vector isolated neurons: a new biological model for optimizing insecticide/repellent efficacy while reducing adverse effects on ecosystem. Emerging Vector-borne diseases in a Changing European Environment (EDEN), 10-12 mai, Montpellier.

■ Mohamed A., Stankiewicz M., Licznar P., Ataire-Marchais V., Pennetier C., Corbel V., Thany S. H. & Lapied B. 2010. Positive allosteric modulation of muscarinic receptors is responsible for the synergistic effect occurring between the repellent DEET and carbamate in insect central nervous system. 7th Forum of European Neuroscience Societies (FENS meeting), 3-7 juillet, Amsterdam, The Netherlands.

■ Thany S. H., Heuland E., Griveau A., Quinchart S., & Tricoire-Leignel H. 2010. Molecular characterization of calmodulin and calmodulin kinase II in the cockroach *Periplaneta Americana* and their involvement in the modulation of insect nicotinic receptors. 7th Forum of European Neuroscience Societies (FENS meeting), 3-7 juillet, Amsterdam, The Netherlands.

■ Thany S. H., Heuland E., Griveau A., Quinchart S., & Tricoire-Leignel H. 2010. Molecular characterization of calmodulin and calmodulin kinase II in the cockroach *Periplaneta Americana* and their involvement in the modulation of insect nicotinic receptors. 7th Forum of European Neuroscience Societies (FENS meeting), 3-7 juillet, Amsterdam, The Netherlands.

■ Tricoire-Leignel H., Thany S. H., Bouabid S., Quinchart S., Lapied B., Marchand-Geneste N. 2010. 3D molecular characterization of two new nicotinic acetylcholine receptor ligand binding domains in the cockroach and analysis of insecticide binding modes using docking method. 7th Forum of European Neuroscience Societies (FENS meeting), 3-7 juillet, Amsterdam, The Netherlands.

Communications & manifestations sur invitation

■ Lapied B. 2010. Mécanismes neurophysiologiques de l'action des insecticides et des répulsifs. Séminaire sur la Recherche en Lutte Anti-Vectorielle, IRD-Agropolis International, 28 mai, Montpellier.

■ Lapied B. 2010. Virus insecte : un allié précieux comme biopesticide. SIVAL, 12-14 janvier, Angers.

■ Legros C. 2010. Engineering KcsA-Kv1.x chimeric proteins for toxin-channel interaction studies. 18th Meeting on Toxinology Meeting on Toxinology of the French Society of Toxinology (SFETI). "Advances and new technologies in Toxinology", Conferences Center of Institut Pasteur, 13-14 December, Paris.

Mémoires d'HDR

■ Thany Steeve, 2010. Les récepteurs nicotiniques neuronaux des insectes : du récepteur à la fonction. Formation Biologiste Moléculaire et Electrophysiologiste, Université d'Angers.

Mémoires de stage

■ Atton Aurélie : Clonage et expression des sous-unités $\alpha 1$ de canal sodium de rat. Master 1, Sciences, Technologies et Ingénierie de la Santé (STIS), Université d'Angers.

■ Aurélie Rapin : Etude de l'expression des acétylcholinestérases 1 et 2 par PCR en temps réel. Master 1, Sciences, Technologies et Ingénierie de la Santé (STIS), Université d'Angers.

■ Benzidane Yacim : Etude de la neurotoxicité induite par les insecticides néonicotinoides sur les cellules de Kenyon de la blatte *Periplaneta americana*. Master 2, Altérations des Systèmes Biologiques, Université d'Angers.

■ de Wild Marie Elise : Dosage de l'activité des acétylcholinestérases 1 et 2 exprimées dans la lignée cellulaire sf9. Master 1, Technologies et Ingénierie de la Santé (STIS), Université d'Angers.

■ Fadili Fatima : Etude comparative des séquences des sous-unités des récepteurs cholinergiques de type nicotinique entre différentes espèces d'insectes. Master 1, Environnement Ecologie, Université d'Angers.

■ Gruau Charlotte : Construction d'un baculovirus recombinant exprimant la CaMKinase II. Master 2, BioVIGPA.

■ Khater Younes : Analyse bioinformatique des séquences des sous-unités des récepteurs cholinergiques de type nicotinique chez les mammifères et les insectes. Master 1, Environnement Ecologie, Université d'Angers.

■ Mensi Imène : Caractérisation de nouveaux dérivés de pyrazolines à double pharmacophore insecticides et anti-fongiques. Master 2, Altérations des Systèmes Biologiques, Université d'Angers.

■ Taillebois Emiliane : Mesure des niveaux d'expressions des sous-unités des récepteurs nicotiniques des corps pédonculés chez la blatte. Master 1, Environnement Ecologie, Université d'Angers.

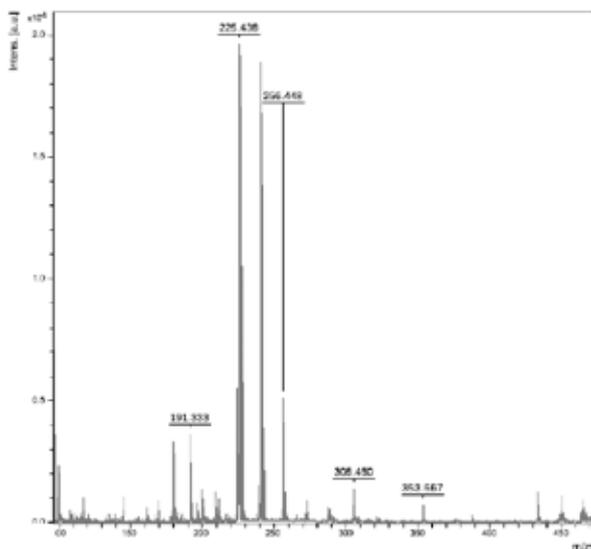


Figure 1 : Spectre SM MALDI-TOF (matrice : HCCA) d'un composé de PM 353 : l'ion quasimoléculaire est totalement masqué par les pics matriciels.

Un nouveau procédé pour les analyses phytochimiques

Contexte

De développement relativement récent, la spectrométrie de masse par désorption-ionisation laser assistée par matrice (SM MALDI-TOF) a très rapidement connu un essor considérable dans le domaine des analyses/ identifications moléculaires, en raison d'une très grande sensibilité alliée à une excellente précision de la technique. Si la SM MALDI-TOF est ainsi couramment utilisée dans l'analyse des macromolécules (biopolymères : peptides, protéines, acides nucléiques..., ou polymères synthétiques), son emploi demeure cependant très limité dans celle des petites molécules (PM < 800) en raison des « ions parasites » produits par la matrice elle-même, petite molécule absorbant à la longueur d'onde du laser et co-cristallisée, en large excès, avec l'analyte afin d'en permettre la désorption-ionisation (Figure 1).

Résultats

Dans le cadre d'un programme Blanc de l'ANR (DIAMS) et d'un AP régional (SADILCA), tous deux labellisés par Végépolys, nous avons ainsi élaboré, en étroite collaboration avec l'UMR 6200 du CNRS MOLTECH Anjou, une nouvelle matrice, le MT3P absorbant très fortement ($20\,000\text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$) dans l'UV (λ_{max} : 340 nm, laser N_2 du spectromètre : 337

nm). Par ailleurs, cette matrice génère très peu d'ions parasites et, par interactions dipolaires, conduit à l'ionisation spécifique des alcaloïdes, métabolites secondaires d'intérêt biologique majeur (Figure 2). Ces métabolites secondaires présentant au moins un atome d'azote inclus dans un système hétérocyclique possèdent en effet des activités pharmacologiques significatives (nicotine, cocaïne, morphine...). Soutenue par le Service des Activités Industrielles & Commerciales de l'Université d'Angers (SAIC) et le CNRS, ce concept fait actuellement l'objet d'une demande de brevet (Déclaration d'invention DI 04246-01) et, en janvier 2011, la filiale de valorisation du CNRS (FIST SA) a mandaté à cet effet le cabinet spécialisé Novagraaf Technologies.

Bibliographie

- Bruneton J. 2009. Pharmacognosie: Phytochimie, Plantes Médicinales. Ed. Lavoisier (4^{ème} édition).
- Cole R. 2010. Electrospray and MALDI Mass Spectrometry: Fundamentals, Instrumentation, Practicalities, and Biological Applications, Ed. Wiley (2nd édition).
- Zenobi R. and R. Knochenmuss 1998. Ion Formation in MALDI Mass Spectrometry. *Mass Spectrometry Reviews*, 17, 337-366.

¹ Cf. règlement (CE) n° 258/97 du Parlement Européen et du Conseil du 27 janvier 1997 ; Scientific Document: Opinion of the Panel on contaminants in the food chain [CONTAM] related to pyrrolizidine alkaloids as undesirable substances in animal feed, The EFSA Journal, 447, 1-51 (2007)

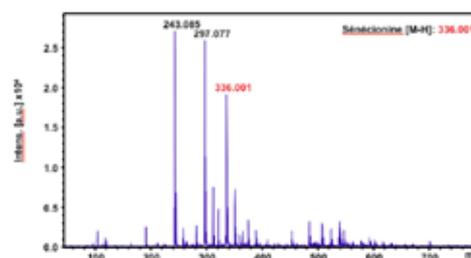
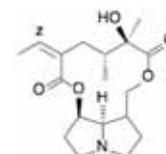


Figure 2 : SM MALDI-TOF (matrice MT3P en noir; analyte en rouge) : A : quinidine ; B : Détection spécifique de la sénécionine, alcaloïde hépatotoxique, à partir d'un extrait brut (EtOH/H₃O⁺) de *Senecio vulgaris* (Asteraceae).



Reuves scientifiques à comité de lecture

- Aliouane N., Chafaa S., Douadi T., Hélesbeux J.-J., Khan M. A., Bouet G., Duval O. 2010. Novel Polydentate Phosphonic Acids: Protonation and Stability Constants of complexes with Fe(III), Cu(II) in Aqueous Medium, *Heteroatom Chem.*, 21, 51-62.
- Alomar K., Landreau A., Kempf M., Khan M.A., Allain M., Bouet G. 2010. Synthesis, crystal structure, characterization of zinc (II), cadmium (II) complexes with 3-thiophene aldehyde thiosemicarbazone (3TTSCH). Biological activities of 3TTSCH and its complexes, *J. Inorg. Biochem.*, 104, 397-404.
- Bertrand S., Bouchara J.-P., Venier M.-C., Richomme P., Duval O., Larcher G. 2010. N³-methyl coprogen B, a potential marker of the airway colonization by *Scedosporium apiospermum* in patients with cystic fibrosis, *Med. Mycol.*, 48, 98-107
- Bertrand S., Duval O., Hélesbeux J.-J., Larcher G., Richomme P. 2010. Synthesis of the trans-fusarinine scaffold, *Tetrahedron Lett.*, 51 (16), 2119-2122.
- Derbré S., Gatto J., Pelleray A., Coulon L., Séraphin D., Richomme P. 2010. Automating a 96-well microtiter plate assay for advanced glycation end-products inhibitors or inducers identification: application to the screening of a small natural compounds library, *Anal. Bioanal. Chem.*, 398, 1747-1758.
- Devy J., Ouchani F., Oudot Delacoux C., Hélesbeux J.-J., Vanquelef E., Al-Khara S., Salesse S., Duval O., Letinois I., Martiny L., Charpentier E. 2010. The anti-invasive activity of synthetic alkaloid ethoxyfagaronine on L1210 leukemia cells is mediated by downregulation of plasminogen activators and MT1-MMP expression, *Invest. New Drugs*, Accepted (on line).
- Dugé de Bernonville T., Guyot S., Paulin J.-P., Gaucher M., Loufrani L., Henrion D., Derbré S., Guilet D., Richomme P., Dat J., Brisset M.-N. 2010. Dihydrochalcones: implication in resistance to oxidative stress and bioactivities against advanced glycation end-products and vasoconstriction, *Phytochemistry*, 71, 443-452.
- Franconi F., Chapon C., Le Jeune J.J., Richomme P., Lemaire L. 2010. Signal

response mapping (SIRMA) to dephaser : A new susceptibility gradient quantification method, *Med. Phys.*, 37, 877-884.

- Lorentz C., Dulac A., Pencreac'h G., Ergan F., Richomme P., Soultani-Vigneron S. 2010. Lipase-catalyzed synthesis of 4-O- and 3-O-palmitoyl chlorogenic acids as new antioxidants, *Biotechnol. Lett.*, 32, 1955-1960.

- Pinel B., Dubois J., Seraphin D., Richomme P. 2010. Semisynthesis of α -methyl- α -lactones and in vitro evaluation of their activity on protein farnesyltransferase, *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, 25(2), 172-179.

- Ropivia J., Derbré S., Rouger C., Pagniez F., Le Pape P., Richomme P. 2010. Isoquinolines from the roots of *Thalictrum flavum* L. and their evaluation as antiparasitic compounds, *Molecules*, 15, 6476-6484.

- Sibous L., Bentouhami E., Maïza A., Bouet G.M., Khan M.A. 2010. Synthesis, Characterization and Electrochemical Behavior of CoII, NiII and CdII Complexes with N2O2 Donor Ligands Derived from 4,4'-Diaminobiphenyl and 2-Hydroxybenzaldehyde or 2,4-Dihydroxybenzaldehyde. *J. Sol. Chem.*, 39(4), 511-521, 2010.

- Terbouche A., Djebbar S., Benali-Baitich O., Bouet G. 2010. Characterization and complexing activity of humic acid extracted from Yahouren soil with heavy metals by conductimetry and quenching of fluorescence. *Soil and Sediment Contamination: An International Journal*, 19(1), 21-41.

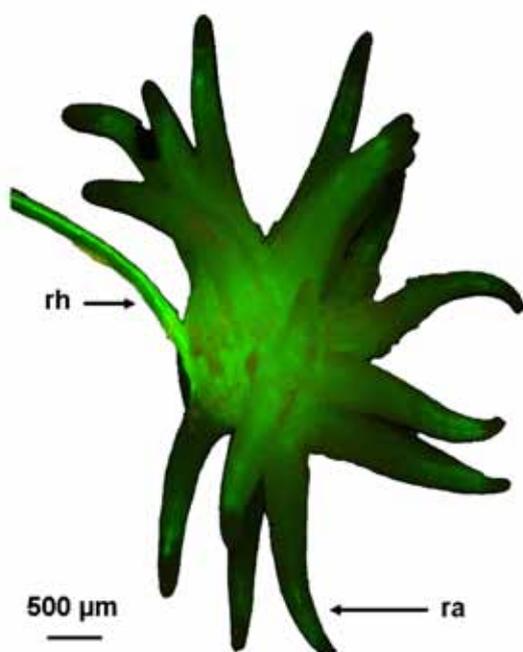


Figure 1. Traçage du flux de sève phloémienne entre le colza hôte et un jeune tubercule d'orobanche rameuse, 2h après application de carboxyfluorescéine (CF, traceur fluorescent) sur les feuilles du colza hôte (observation macroscopique). Dans les racines hôtes (rh), CF (molécule non perméante) est confinée aux tissus phloémiens. La fluorescence du tubercule et des racines adventives (ra) de l'orobanche démontre le transfert de CF du phloème racinaire de l'hôte vers l'orobanche via des plasmodesmes interspécifiques à l'interface hôte-parasite.

L'orobanche rameuse : plante parasite et force de puits surnuméraire pour son hôte

Objectif

Une fois fixée aux racines de la plante hôte, l'orobanche développe une force d'attraction importante (force de puits) vis-à-vis de l'eau et des substances minérales et organiques de la plante hôte. L'objectif de ce travail est d'identifier et de caractériser les acteurs moléculaires de la force de puits de l'orobanche vis-à-vis du saccharose, molécule organique majeure prélevée par l'orobanche chez la plante hôte, ainsi que les modes de décharge phloémienne de ce diholoside au sein du parasite.

Contexte

L'orobanche rameuse parasite un grand nombre de plantes sauvages et cultivées. Fixée à une plante hôte, cette adventice parasite constitue un puits majoritaire, modifie en sa faveur les flux d'eau et de nutriments au sein de la plante hôte et réduit ainsi très fortement la productivité des plantes infectées. L'identification des acteurs moléculaires de la force de puits de l'orobanche, et de sa régulation, permettra la proposition de nouvelles stratégies de lutte contre cette adventice parasite. C'est dans ce contexte que les recherches ont porté sur l'implication des invertases, saccharose synthétases et transporteurs de saccharose dans le développement de l'orobanche.

Résultats

L'utilisation d'un traceur phloémien fluorescent a démontré l'existence d'une connexion phloémienne directe à l'interface hôte-parasite (Figure 1) et, au sein du parasite, d'une barrière apoplastique entre les tissus phloémiens et différents tissus puits. Dix acteurs moléculaires potentiellement impliqués dans l'utilisation et le transport du saccharose ont été identifiés chez *P. ramosa*. Des approches complémentaires d'immunolocalisation, d'hybridation et d'activité *in situ*, de purification et de microséquençage protéiques ont été entreprises pour caractériser les principaux acteurs. Une invertase vacuolaire PrSAII s'est révélée largement dominante vis-à-vis des autres enzymes de clivage du saccharose, et constamment impliquée, tout au long du développement du parasite, dans le stockage d'hexoses et la régulation de la turgescence cellulaire des organes en croissance (Draie *et al.*, 2011). Les fonctions de PrSusI et PrSus2 (saccharose synthétases) sont plus discrètes mais pas moins essentielles. PrSusI est impliquée dans la synthèse de cellulose des trachéides en maturation (Figure 2), en lien avec une régulation transcriptionnelle contrôlée positivement par l'auxine. PrSus2 serait impliquée dans la synthèse d'amidon dans les parenchymes d'accumulation. Parmi les transporteurs putatifs de saccharose identifiés, PrSUT1 est constamment le plus exprimé. PrSUT1 serait plasmalemme et impliquée dans la décharge phloémienne du saccharose dans le tubercule, la tige souterraine et la hampe florale. PrSUT3 serait tonoplastique et impliquée, avec PrSAII, dans le stockage vacuolaire d'hexoses dans les parenchymes d'accumulation. Bien que des études complémentaires soient nécessaires pour valider la fonction, la régulation et la localisation subcellulaire de certains de ces acteurs, ce travail propose un modèle de décharge et d'utilisation du saccharose issu de l'hôte chez l'orobanche rameuse.

Perspectives

La mobilité phloémienne de protéines et de matériel génétique (dont RNAi) à l'interface plante- plante parasite a été démontrée. Ainsi, cette étude appelle d'autres travaux pour évaluer l'efficacité de nouvelles résistances transgéniques chez les plantes hôtes basées sur la production d'inhibiteurs protéiques ou de vecteurs de silencing spécifiquement ciblés contre les acteurs clés chez l'orobanche. Une stratégie de silencing *via* la transformation génétique de l'hôte est nécessaire puisqu'aucune méthode de transformation de l'orobanche n'est disponible à ce jour. Sur ces perspectives, une collaboration avec Fabien Nogué de l'Institut J. P. Bourgin (INRA centre Versailles-Grignon) a été initiée fin 2010 (projet INRA).

Partenaires

Nathalie Leduc et Eric Mortreau, UMR SAGA INRA Centre Angers-Nantes - Agrocampus Ouest INHP - Université d'Angers.
 Brigitte Bouchet, UR BIA, INRA Centre Angers-Nantes.

Yvonnick Chéreau, UMR 6204 U3B CNRS - Université de Nantes.

Rémi Lemoine, PHYMOTS, UMR FRE 3091 CNRS - Université de Poitiers.

Stéphanie Boutet-Mercey, Plateforme PTS-OC028, INRA Centre Versailles-Grignon..

Bibliographie

■ Draie, R. 2009. Caractérisation d'une invertase acide, enzyme majeure de la force de puits de l'orobanche rameuse. Thèse de doctorat de l'Université de Nantes.

■ Draie, R., Péron, T., Pouvreau, J-B., Véronési, C., Jégou, S., Delavault, P., Thoiron, S., and Péron, T. 2010. Caractérisation moléculaire et régulation de la force de puits de la plante parasite *Phelipanche ramosa* (L.) Pomel vis-à-vis du saccharose prélevé chez son hôte. Thèse de doctorat de l'Université de Nantes.

■ Simier, P. 2011. Invertases involved in the development of the parasitic plant *Phelipanche ramosa*: characterization of the dominant soluble acid isoform, PrSAII. *Molecular Plant Pathology*, in press (DOI: 10.1111/j.1364-3703.2010.00702.x)..

Contact

Philippe SIMIER, Laboratoire de Biologie et Pathologie Végétales, UFR Sciences & Techniques, 2 rue de la Houssinière 44322 Nantes.
 Mél : philippe.simier@univ-nantes.fr

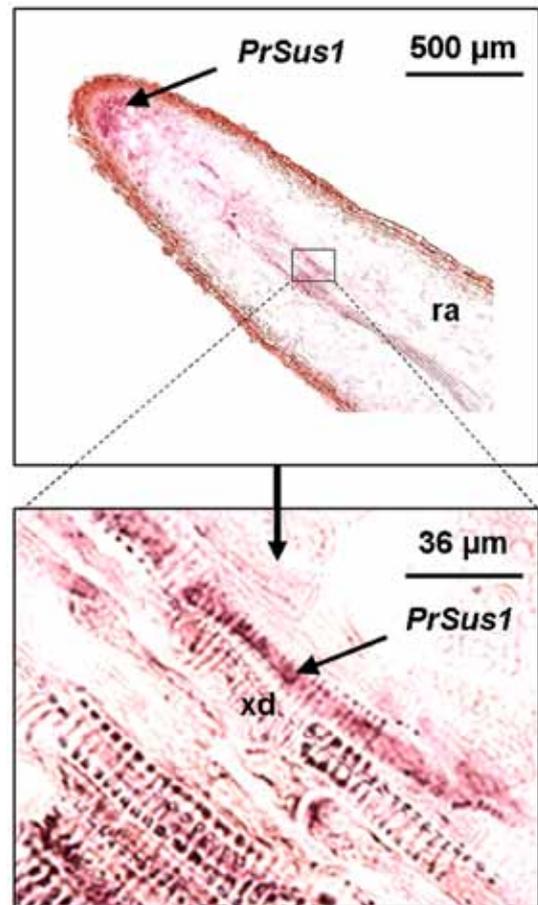


Figure 2. Coupe longitudinale d'une racine adventive (ra) d'un jeune tubercule d'orobanche rameuse : résultat d'une hybridation de sonde anti-sens pour PrSusI. Les flèches indiquent les tissus présentant une forte expression du gène PrSusI : méristème racinaire et xylème (xd, trachéides en maturation). Analyses comparatives par rapport au témoin (sonde sens pour PrSusI, non présenté ici).

Revue scientifique à comité de lecture

- Abbes Z, Kharrat M, Pouvreau J-B, Delavault P, Delavault P, Chaïbi W and Simier P. 2010. Study of dynamics of faba bean (*Vicia faba* L.) parasitism by *Orobanche foetida*. *Phytopathologia Mediterranea*, 49: 239-248.
- Labrousse P, Delmail D, Arnaud M-C and Thalouarn P. 2010. Mineral nutrient concentration influences sunflower infection by broomrape (*Orobanche cumana*). *Botany*, 88: 839-849.
- Normand J, Ralet M-C, Thibault J-F, Rogniaux H, Delavault P and E. Bonnin. 2010. Purification, characterization and mode of action of a rhamnogalacturonase hydrolase from *Irpex lacteus*, tolerant to an acetylated substrate. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 86: 577-588.

Autres revues scientifiques

- Nowak B, Pineault-Molénat D, Boulet C et Leflon M. 2010. Impact des cultures intermédiaires épuratrices sur l'évolution du stock semencier d'orobanche rameuse. Comptes-Rendus de la 21^{ème} Conférence du Columa. Journées internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes. AFPP, Dijon, 8-9 décembre 2010.
- Pineault D, Boulet C et Benharrat H. 2010. L'orobanche rameuse, les plantes pièges et le feu. Cinq plantes pièges et deux modes de destruction thermique des graines testés comme moyens de lutte contre la plus redoutable plante parasite du colza. *Phytoma - La défense des Végétaux*, 630 : 32-35.

Communications colloques

Communications orales

- Gauthier M, Véronesi C, Delourme R, Simier P et P. Delavault 2010. Approches moléculaires et caractérisation de l'interaction hôte-pathogène : colza - *P. ramosa*. 17^{ème} Carrefour Promosol Colza. Saint Brieuç, France, 26-27 janvier.

- Montiel G, Vincourt P, Simier P et P. Delavault 2010. Le polymorphisme de la résistance du tournesol à l'orobanche : approches génétique, transcriptomique et phénotypique. 22^{ème} Carrefour Promosol Tournesol, Sète, France.
- Voisin M, Duffe P, Dauvergne X., Delavault P, Delourme R et P. Simier 2010. Diversité génétique des populations d'orobanche rameuse du colza. 17^{ème} Carrefour Promosol Colza. Saint Brieuç, France, 26-27 janvier.

Posters

- Péron T, Pouvreau J-B, Draie R, Véronési C, Thoiron S, Delavault P and P. Simier 2010. An overview of the carbon metabolism actors that condition the survival of the parasitic plant: *Phelipanche ramosa*. XVII Congress of the Federation of European Societies of Plant Biology (FESPb), Valencia, Spain, 4-9 July.
- Pouvreau J-B, Auger B, Delavault P and P. Simier 2010. Development of a high-throughput method for estimating the germination rate of broomrape seeds. IPGSA Conference 2010, 20th International Conference on Plant Growth Substances, Tarragona, Spain, 28 June-4 July.

Mémoires de thèse

- Péron Thierry : Caractérisation moléculaire et régulation de la force de puits de la plante parasite *Phelipanche ramosa* (L.) Pomel vis-à-vis du saccharose prélevé chez son hôte. Thèse de doctorat de l'Université de Nantes soutenue le 19 novembre 2010, 361 pp, directeurs de thèse: P. Simier et P. Delavault.

Mémoires de stage

- Carroux Angélique : Etude de la germination de différentes espèces d'*Orobanche* et *Phelipanche*. Master 1 Biologie de l'Environnement, Université de Nantes, 2010.
- Goronflot Thomas : Etude de la sensibilité à l'orobanche rameuse du blé tendre d'hiver, de l'orge de printemps et de quelques adventices de nos régions. Master 1 Biologie de l'Environnement Université de Nantes, 2010.
- Nour-Eddin Bentahar : La germination de *Phelipanche ramosa* L. : variabilité de la réponse des pathovars T et C. Master 1 Biologie de l'Environnement, Université de Nantes, 2010.
- Pottier Mathieu : Étude des continuités phloémiennes et caractérisation des transporteurs de saccharose et de mannitol chez *Phelipanche ramosa*, plante parasite du colza. Master 2 Recherche BioVIGPA, Université de Nantes, 2010.



Vue générale de vendanges sur l'aire d'AOC Saumur-Champigny

Influence des pratiques œnologiques sur la typicité du vin

Objectif

Les vins AOC possèdent des caractéristiques remarquables liées au terroir où ils sont produits. Un travail de recherche porté par l'UMT Vinitera montre que ce lien au terroir peut être expliqué non plus uniquement par l'origine des parcelles, comme le laisse supposer l'idée communément admise de l'importance du sol dans le système AOC, mais également par les pratiques œnologiques telles que le choix de la date des vendanges ou le mode de cuvaïson.

Contexte

Le lien au terroir, également appelé typicité, est un élément essentiel de la reconnaissance et de la protection du système de production des vins AOC. Pouvoir caractériser ce lien au terroir est un enjeu majeur pour la filière viticole. Cependant la typicité d'un vin est difficile à démontrer. Les composés phénoliques, responsables de la couleur, de l'astringence et de l'amertume des vins rouges, ne sont pas mesurables de façon précise et le lien entre des qualités sensorielles et une composition spécifique du vin est difficile à établir. Les pratiques œnologiques telles que le choix de la date des vendanges et le mode de cuvaïson ont été particulièrement étudiées ici car elles sont jugées *a priori* importantes pour expliquer la composition des raisins et des vins en composés phénoliques.

Résultats

Il existe un écart entre la typicité en tant que concept et la typicité telle qu'elle est sensoriellement perçue. Du point de vue conceptuel, les acteurs de la production mettent en avant la dimension environnementale du terroir, alors que les actes techniques, en particulier les choix de date de vendange et de vinification prévalent pour expliquer les typicités perçues.

Le choix de la date des vendanges impacte le degré de typicité. Une approche histologique a montré que la localisation de certains composés phénoliques des baies, les proanthocyanidines, évolue en fonction de la maturité. La composition en proanthocyanidines ne semble pas varier en fin de maturation, mais leur extractibilité est dépendante du niveau de maturité et ainsi impacte les caractéristiques sensorielles des vins et leur degré de typicité. La durée de cuvaïson apparaît moins importante que le choix de la date de vendange, même si son effet sur le degré de typicité est néanmoins démontré.

Parmi les caractéristiques biochimiques, le rendement de dépolymérisation des proanthocyanidines, les teneurs en sucre des baies (alcool du vin) et en anthocyanes libres sont les plus explicatives des caractéristiques sensorielles et de la typicité des vins.

Quant à l'origine des parcelles, elle a un effet beaucoup moins important que ne laisse supposer l'idée, communément admise, de la prévalence du sol dans le système des AOC. Enfin, cette étude démontre l'importance de la notion de "construction sociale" de la typicité, synthétisée par la mesure du consensus entre les acteurs de la production, dans le système des AOC.

Perspectives

Ces résultats ont permis de mieux comprendre l'évolution de la composition des baies lors de la maturation du raisin ainsi que l'extractibilité des composés phénoliques au cours de la vinification. À terme, une meilleure évaluation de la qualité de la vendange permettra de maîtriser les processus d'élaboration des vins, tout en respectant les types de vins recherchés.

Ces résultats montrent également qu'il est possible de caractériser précisément le lien au terroir de vins en AOC et met en lumière des « voies de progrès » dans la construction sociale des AOC, en révélant les écarts entre le concept et le produit, et en mettant à la disposition des acteurs de la production des outils statistiques adaptés et une méthodologie pour recueillir les données.

Partenaires

INRA, UMR 1083 SPO Sciences Pour l'Oenologie, 34060 Montpellier.

INRA, UE 999 Pech Rouge, 11430 Gruissan.

INRA, UMR1259 GenHort Génétique et Horticulture, Beaucauzé.

Syndicat des producteurs de l'AOC Anjou Villages Brissac.

Valorisation

Des synthèses des résultats présentés lors de congrès internationaux, ou dans des publications scientifiques, ont été diffusés à la profession viticole via :

- le site internet <http://www.techniloire.com>,
- des séminaires et colloques techniques (Euroviti 2008, 2009, Journées techniques Interloire 2008, 2009),
- un ouvrage de vulgarisation à destination des professionnels du Val de Loire,
- des communications dans le journal de l'interprofession (trois articles en 2008),
- et des comptes rendus lors des AG du syndicat de l'AOC Anjou Villages Brissac.

Bibliographie

■ Cadot Y., Chevalier M., Minana Castello M.T., Moutounet M., 2008. *Le potentiel phénolique du cabernet franc*. Ed. INRA Angers, 56 p.

■ Thiollet-Scholtus M., Morlat R., Cadot Y. 2008. Diversité des pratiques des vignerons et types de vins. *Le Vigneron du Val de Loire*, 276, 4.

■ Cadot Y., Samson A., Caille S., Symoneaux R., Coulon C., Scholtus M., Morlat R., Barbeau G. 2008. Anjou Villages Brissac, caractérisation sensorielle de la typicité des vins. *Le Vigneron du Val de Loire* 276, 4.

■ Morlat R., Cadot Y., Thiollet-Scholtus M., Thibault C., Symoneaux R., Coulon C., Barbeau G., 2008. La typicité des Anjou-Villages Brissac est étudiée par Vinitera. *Le Vigneron du Val de Loire*, 272, 8.

■ Cadot Y. 2010. Influence de la date de vendange sur les composés phénoliques de la baie de raisin ; conséquences pour la typicité du vin. *Thèse de Doctorat*, Centre International d'Études Supérieures en Sciences Agronomiques, Montpellier, 281 p.

■ Cadot Y., Caille S., Samson A., Barbeau G., Cheynier V. 2010. Sensory dimension of wine typicality related to a terroir by Quantitative Descriptive Analysis, Just About Right analysis and typicality assessment. *Analytica Chimica Acta*, 660(1-2), 53-62.

Contact

Yves CADOT, UE 1117 Vigne et Vin, INRA Centre d'Angers-Nantes, 42 rue Georges Morel, BP 60057, 49071 Angers cedex 01.
Mél : yves.cadot@angers.inra.fr

Rubrique libre

Plateforme Régionale d'Innovation de Montreuil-Bellay

Le Conseil Régional des Pays de la Loire a initié la mise en place de Plateformes Régionales d'Innovation (PRI) dans des secteurs économiquement importants pour notre territoire. Le but est à chaque fois de rassembler autant que possible tous les acteurs de la recherche, du développement et de la formation et ainsi de développer, conforter les compétences et rechercher des synergies fortes. La filière vitivinicole, autour de l'Institut Français de la Vigne et du Vin, l'INRA, le lycée Edgar Pisani, des syndicats de producteurs et Végépolys, est ainsi soutenue dans ses actions de recherche-développement et de formation, notamment par l'embauche par la région en 2010 de deux personnes pour une durée de 3 ans (IR - Véronique Sarrot et TR - Etienne Rayer).

La plateforme portée par le Lycée Edgar Pisani de Montreuil-Bellay a pour vocation de tester de nouveaux systèmes de production de raisins et de nouveaux produits en rupture avec l'existant. Trois axes sont développés :

- obtention/sélection de matériel végétal innovant. Cet axe reprend le travail développé par l'INRA dans le projet A2PV RESDUR ainsi que des actions régionales concernant la sélection clonale. L'objectif est de tester en grandeur nature des nouvelles variétés et de nouveaux clones en poursuivant des objectifs de résistance/tolérance naturelle aux principales maladies, adaptation au changement climatique, faible teneur en alcool.

- expérimentation de nouvelles pratiques agroviticoles respectant l'environnement et favorisant la biodiversité. Cet axe reprend le travail développé dans des actions pilotées par l'IFV et/ou l'INRA (optimisation des doses de produits phytosanitaires, programme « mildium », traitement des effluents) en poursuivant un objectif de réduction des fréquences et doses d'application de produits phytosanitaires.

- production artisanale de jus de raisin. Ce troisième axe vise à produire des jus de raisins à partir de variétés locales et/ou de nouvelles variétés sans traitements, pour diversifier l'offre en caves particulières.

En coordination avec le projet ECOVITI (cf. rubrique « Nouvelles des Unités »), il est prévu la mise en place dès 2011 d'expérimentations-systèmes combinant du matériel végétal innovant et des pratiques d'entretien du sol et de la partie aérienne de la vigne adaptées aux unités de terroirs et plus respectueuses de l'environnement.





Revue scientifique à comité de lecture

- Bonnefoy C., Quénot H., Planchon O., Barbeau G. 2010. Températures et indices bioclimatiques dans le vignoble du Val de Loire dans un contexte de changement climatique. *Echo-Géo* numéro 14 (2010). Septembre 2010 - Novembre 2010. Editeur : UMR 8586 PRODIG. <http://echogeo.revues.org/12146>.
- Cadot Y., Caillé S., Samson A., Barbeau G., Cheynier V. 2010. Sensory dimension of wine typicality related to a terroir by Quantitative Descriptive Analysis, Just About Right analysis and typicality assessment. *Analytica Chimica Acta*, 660 : 1-2, pp. 53-62.
- Pelsy F., Hocquigny S., Moncada X., Barbeau G., Forget D., Hinrichsen P., Merdinoglu D. 2010. An extensive study of the clonal genetic diversity within seven French wine grape collections. *Theoretical and Applied Genetics*. 2010: 1-13

Revue techniques

- Barbeau G., Blin A. 2010. Influence du porte-greffe sur le comportement agronomique de la vigne (var. Cabernet franc) en moyenne vallée de la Loire. www.techniloire.com.
- Cadot Y. 2010. Vins de terroirs et styles de vins. Du point de vue des producteurs, quelles sont les relations entre le style de vin recherché et certains actes techniques. www.techniloire.com.
- Cadot Y. 2010. Etude de la dimension sensorielle de la typicité par l'association de trois approches sensorielles : profil conventionnel, profil « just about right » et question de typicité. www.techniloire.com.
- Thiollet-Scholtus M. 2010. L'eau et la vigne : évaluer l'impact des pratiques viticoles sur la qualité des eaux. *Revue des œnologues*.

Ouvrages et chapitres d'ouvrages

- Morlat. 2010. Traité de viticulture de terroir. *Editions Tec&Doc, Lavoisier*. 11, rue Lavoisier, 75008 Paris. 524 pp.

Communications colloques

Communications orales

- Barbeau G. 2010. Comportement en Val de Loire de croisements de vignes pour des résistances durables au mildiou et à l'oïdium. *Colloque Euroviti, SI-VAL Angers*, 13 janvier 2010.
- Bonnefoy C., Quénot H., Barbeau G., Madelin M. 2010. Analyse climatique à échelle fine dans les Coteaux du Layon. Poster. *VIII International Terroir Congress*. Soave (VR), Italie, 14-18 juin 2010.
- Bouvet M-H., Champenois R., Cosneau M., Mège A. 2010. Les métiers techniques à l'Unité Vigne et Vin. Qualification des vins : Etude du lien Terroir-Typicité. *AG département SAD-INRA*, Saint Raphaël, 27-29 janvier 2010.
- Cadot Y. 2010. Analyse de la typicité du point de vue de l'offre : de la représentation conceptuelle à la représentation sensorielle. Etude des liens avec les pratiques œnologiques. *AG SAD*, Saint Raphael, 27-29 janvier 2010.
- Champenois R., Caille S., Cadot Y., Samson A., Cheynier V. 2010. Typicality and terroir : comparison of soil type and harvest date effects on the sensorial style of wine. *VIII International Terroir Congress*. Soave (VR), Italie, 14-18 juin 2010.
- Cadot Y., Caillé S., Thiollet-Scholtus M., Samson A., Barbeau G., Cheynier V. 2010. Typicality related to terroir : from conceptual to perceptual representation. Study of the links with enological practices. *VIII International Terroir Congress*. Soave (VR), Italie, 14-18 juin 2010.
- Cadot Y., Champenois R., Caille S., Samson A. and Cheynier V. 2010. Composition and localization of extractable and no-extractable flavonoids in grape berries during ripening: what is the impact on wine sensory profiles? *25th International Conference on Polyphenols*. Montpellier, 23-27 août 2010.
- Coulon, C., Barbeau G., Morlat R. and Thiollet-Scholtus M. 2010. Design of a model to predict berry composition and wine style according to soil factors, climate and winegrowers' practices. *Proceedings of Agro 2010 the XIth ESA Congress*, Montpellier, France, 29 août-3 septembre 2010.
- Coulon, C., Rioux D., Guillaume S., Charnomordic B., Barbeau G. and Thiollet-Scholtus M. 2010. Design of an

indicator of vine vigor potential conferred by soil (VIPOS), using a fuzzy expert system. *VIII Congrès International des Terroirs Viticoles*, Soave, Italie, 14-18 juin 2010.

■ Coulon C., Barbeau G. 2010. Pratiques agro-viticoles et qualité des moûts. *Journées techniques viticulture biologique*. 15-16 décembre 2010, Angers.

■ Goulet E., Morlat R., Rioux D., Barbeau G. 2010. Perception des études terroirs par les viticulteurs, caractérisation de leur utilisation et impact sur le vignoble. *Communication orale. AG SAD*, Saint Raphael, 27-29 janvier 2010.

■ Morlat R. 2010. Amending vineyards soils. *7th ICCS*, Seattle USA, June 20-22, 2010.

■ Quénot H., Antelo L., Villena W., Muñoz A., Barbeau G. 2010. Analyse du climat dans le vignoble d'altitude de Tarija (Bolivie) dans un contexte de changement climatique. *Troisième Congrès international viticulture de montagne et/ou en forte pente*. Castiglione di Sicilia, Catania, Italie. 12-16 mai 2010.

■ Thiollet-Scholtus M., Sarrazin F., Coulon C., Goulet E., Renaud C. 2010. Diversité des pratiques en relation avec les paramètres environnementaux et les stratégies d'exploitation : quelles évolutions ? *Communication orale. AG SAD*, Saint Raphael, 27-29 janvier 2010.

■ Thiollet-Scholtus M., Tonus A., Barbeau G., Bockstaller C. 2010. Assessment of environmental sustainability of grape growing activity in France. *VIII International Terroir Congress*. Soave (VR), Italie, 14-18 juin 2010.

■ Thiollet-Scholtus M., Badier M., Barbeau G. 2010. Changing the scale of characterisation of a wine area : from a single protected designation of origin to a vineyard Loire Valley Observatory (ViLVO). *VIII International Terroir Congress*. Soave (VR), Italie, 14-18 juin 2010.

Posters

- Bernard F.M., Winterholer R, Thiollet-Scholtus M. 2010. Successive surveys to define practices and decision process of winegrowers to produce "vins de pays charentais" in the Cognac firewater vineyard area. *VIII International Terroir Congress*. Soave (VR), Italie, 14-18 juin 2010.



- Coulon C. 2010. Prédiction de la composition du raisin en fonction des facteurs du milieu (sol, sous-sol et climat) et des pratiques agroviticoles. AG SAD, Saint Raphael, 27-29 janvier 2010.
- Guérin L., Barbeau G., Jourjon F., Goulet E. 2010. Comprendre comment se construit la typicité d'un vin. AG SAD, Saint Raphael, 27-29 janvier 2010.
- Julien-Roger S., Cosneau M. 2010. Métier de technicien et adjoint-technique à l'unité Vigne et Vin de l'INRA Angers-Nantes. AG SAD, Saint Raphael, 27-29 janvier 2010.
- Renaud C., Benoit M., Thiollet-Scholthus M., Jourjon F. 2010. Evaluation des impacts environnementaux des itinéraires techniques viticoles de production AOP en Val de Loire : démarche de l'adaptation de la méthode de l'analyse du cycle de vie (ACV). VIII International Terroir Congress. Soave (VR), Italie, 14-18 juin 2010.

Mémoires de thèse

- Cadot Y. 2010. Influence de la date de vendange sur les composés phénoliques de la baie de raisin ; conséquences pour la typicité du vin. Thèse de Doctorat, Centre International d'Études Supérieures en Sciences Agronomiques Montpellier, 281 p. Soutenue le 8 décembre 2010.

Mémoires de stage

- Audouin Y. 2010. Importance relative des facteurs environnementaux et des actes techniques œnologiques. Master I, Mathématiques et informatique appliquées, IMA Angers.
- Chiron I. 2010. La typicité liée au terroir : de la représentation conceptuelle à la représentation perceptuelle. Master I, Mathématiques et informatique appliquées, IMA Angers.
- Housset N. 2010. Étude de la représentation du lien au terroir par les vignerons. Master I, Mathématiques et informatique appliquées, IMA Angers.
- Neethling G. 2010. La relation entre le milieu physique et la qualité des raisins : évolutions et perspectives. Mémoire de Fin d'étude International Master Vintage, Groupe-ESA.
- Pillonel N. 2010. Sélection de variétés à résistances durables au mildiou et à l'oïdium sur la vigne Programme RES-

DUR. M1 Biologie et Technologies du Végétal, Université d'Angers.

- Trapateau L. 2010. Suivi de nouveaux clones de Cabernet Franc et Chenin. ENITA, VetAgro Sup. Clermont-Ferrand.

- Vadulga M. 2010. Analyse sociotechnique des pratiques vitivinicoles du val de Loire. Mémoire de Fin d'étude International Master Vintage, Groupe-ESA.

Documents à vocation de transfert

- Barbeau G. 2010. Les évolutions climatiques et leurs conséquences pour les vignerons du Val de Loire. Assemblée générale des Vignerons Indépendants du Centre Val de Loire. 25 février 2010, Bourgueil (37).
- Barbeau G. 2010. Programme RES-DUR. Création variétale et sélection clonale. Comité technique végétal Val de Loire. 17 novembre 2010 (doc. ppt).
- Barbeau G. 2010. Suivi de nouveaux clones de Cabernet franc et Chenin. Comité technique végétal Val de Loire. 17 novembre 2010 (doc. ppt).
- Barbeau G. 2010. Création variétale et sélection clonale chez la vigne. Visite Président de Région Pays de Loire à la plateforme régionale d'innovation de Montreuil-Bellay (PRI). 2 décembre 2010, (doc. ppt).
- Barbeau G. 2010. Accueil d'étudiants en journalisme de l'IUT de Tours. SadInfos (Newsletter du département SAD de l'INRA).
- Mandroux C. 2010. Changement climatique, qu'en est-il précisément dans le Val de Loire ? 26/11/2010. www.techniloire.com (d'après le rapport de E. Neethling).
- Mandroux C. 2010. Changement climatique et qualité des raisins dans le Val de Loire. 12/12/2010 www.techniloire.com (d'après le rapport de E. Neethling).
- Neethling G. 2010. Relation entre le milieu physique et la qualité des raisins dans le Val de Loire. Evolution et perspective dans un contexte de changement climatique. 20/12/2010. www.techniloire.com.

Rubrique libre

Unité Expérimentale Horticole

L'année 2010 a été pour l'unité expérimentale horticole une année d'ouverture vers l'enseignement puisque l'UE a été amenée à participer à des enseignements dans le cadre de 3 formations angevines :

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

Ces enseignements ont été accompagnés de travaux pratiques et visites réalisées sur les parcelles de l'UE.

Ainsi, en terme d'ouverture de l'UE Horticole, ce sont 130 personnes, étudiants, mais aussi lycéens, arboriculteurs et techniciens arboricoles qui ont été accueillis, guidés et ont échangés avec le personnel de l'UE.



© INRA, A. Lemarquand

Verger de pommiers (variété Belchard® 'Chantecler')

Coté vie collective de l'unité, en 2010, nous avons déploré le décès accidentel de Julien Bourgeais à l'âge de 24 ans. Claudine Foubert a démarré une formation qualifiante d'une durée d'un an et Anne Caudron une Validation des Acquis de l'Expérience.

En termes d'essais 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, prolongés par de nouveaux essais en 2010. Cet essai est mené conjointement entre l'UE et l'UMR PaVé (chercheurs INRA et Agrocampus Ouest). En 2009, 2 molécules ont été testées et en 2010 l'essai s'est focalisé sur l'une des 2 molécules (dans le cadre d'un financement privé) testée avec différentes modalités d'applications. En parallèle le mode d'action moléculaire, la systémie et l'effet dose ont été testés par l'équipe GEFIN de l'UMR PaVé.

2010 a également été la première année d'essai dans le cadre d'un projet CTPS nommé Sélection fruitière en dispositifs à faibles intrants.

Le matériel, dont la multiplication a été assurée par la pépinière de l'UE, a été planté durant l'hiver 2008-2009 sur le site de la Rétuzière à Champigné et en 2009-2010 sur le site des Jarres à Toulonne (Gironde) de l'INRA de Bordeaux. Cet essai bloc en randomisation complète, multi-site, permettra de tester 18 génotypes présentant des caractères de moindres sensibilités aux maladies. Ces génotypes ont été sélectionnés, par François Laurens de l'UMR GenHort-Angers, parmi le matériel disponible inscrit au catalogue officiel des variétés ou au sein des hybrides créés par l'INRA et en cours de sélection dans le cadre de réseaux nationaux (niveau I, niveau II).

Un itinéraire technique économe en intrants a été défini (pas d'irrigation, un seul traitement anti-puceron, traitement des seuls risques tavelure « graves » et « moyens » ... Cf. tableau ci-dessous).

Action	Produits	Substances Actives	Dose	Dates d'interventions						Total
				22/4	27/4	7/5	9/6	25/8	3/11	
ta velure	chorus	cyprodinil	0,45							1
ta velure	impala	fenbuconazol	0,70							1
chancr	Funguran OH	hydroxide de cuivre	3,00							1
puceron	suprême	acétamipride	0,25							1
carpocapse	madex	virus de la granulose	0,10							1
desherbage	round up max	glyphosate	3,00							1
desherbage	surflan	oryzalin	3,00							1

Interventions phytosanitaires effectuées en 2010 en parcelle R41 (essai bas intrants)

L'objectif de cet essai est double :

Définir un niveau d'intrants permettant d'identifier le comportement des nouvelles variétés face au cortège des bio agresseurs du verger, tout en obtenant une récolte de fruit permettant d'en identifier les caractéristiques organoleptiques. Repérer des variétés présentant un bon comportement en conditions de faibles intrants.

Ce dispositif a fonctionné en 2010 sur le site de la Rétuzière et nous amène à faire évoluer la notion de faibles intrants afin de conserver des fruits même pour les variétés les plus sensibles. Ce dispositif sera rejoint en 2011 par celui de Toulonne qui se basera sur les premiers résultats de l'UE Horticole pour définir à son tour un premier itinéraire bas intrants.



© INRA, A. Lemarquand

Construction d'une « cage » de pollinisation pour poiriers



Du fonctionnement au pilotage des associations blé-pois :
une approche de la plante à la parcelle.

Associations blé-pois : du fonctionnement au pilotage

Objectif

Notre objectif était d'analyser la réponse d'associations blé-pois à différentes dynamiques de disponibilités en azote minéral du sol afin de tester la date d'apport de fertilisation azotée comme outil de pilotage de la part des espèces à la récolte.

Contexte

Avec l'émergence des préoccupations d'économie d'intrants et de préservation de l'environnement, les associations, définies comme la culture d'au moins deux espèces différentes sur la même surface pendant une période significative de leur développement, présentent un regain d'intérêt en Europe. Ces associations pourraient avoir des applications intéressantes pour le développement de cultures « multiservices » à moindre niveau d'intrants (azote particulièrement). Corre-Hellou *et al.* (2006) avaient montré que les performances des associations céréale-légumineuse dépendent fortement du niveau d'azote minéral du sol. Cependant on ne dispose pas à l'heure actuelle de références suffisantes pour piloter la fertilisation azotée de l'association en fonction de différents objectifs de production.

Résultats

Nos expérimentations de plein champ ont démontré que la fertilisation azotée est un levier efficace pour orienter la proportion de chaque espèce dans le mélange, critère aujourd'hui mal maîtrisé. Un apport d'azote favorise la croissance du blé et pénalise celle du pois. La céréale apparaît plus compétitive que la légumineuse pour les ressources d'azote minéral pour une date d'apport intervenant avant début du remplissage des grains du pois. Cependant, l'intensité de la réponse à la date de fertilisation varie en fonction des écarts de dynamiques de croissance et de phénologie de chaque espèce avant l'apport, facteurs qui apparaissent déterminants dans le partage de l'N minéral et le comportement de la fixation symbiotique (Naudin *et al.*, 2010).

Par ailleurs, la fertilisation azotée entraîne une courte inhibition de la fixation symbiotique qui est réversible si l'apport intervient avant floraison du pois. En conclusion, la fertilisation azotée est un outil intéressant pour le pilotage de la proportion des espèces dans la biomasse de l'association mais peut réduire la quantité d'azote fixée par l'association qui est corrélée au niveau de biomasse du pois.

Perspectives

Couplés à un travail de modélisation, ces résultats ont permis la proposition d'éléments de conduite de ces associations pour des objectifs de production contrastés (blé meunier bas intrants, fourrages, pois protéagineux avec moins de facteurs agronomiques limitants) (Naudin, 2009). Actuellement, ces travaux se poursuivent sur trois volets déjà bien initiés : (i) tester en plein champ des règles de décision pour le raisonnement de la fertilisation azotée ; (ii) approfondir la réponse de la fixation du pois (inhibition et réversibilité) à de courtes expositions aux nitrates (en cours de publication) ; (iii) adapter la méthodologie d'analyse de cycle de vie aux associations blé-pois afin d'en proposer une première évaluation environnementale.

Partenaires

Cette étude a été réalisée en partenariat avec l'UMR 211 Agronomie INRA AgroParisTech, avec l'UMR 102 LEG INRA, et avec la station expérimentale de La Jaillière (ARVALIS Institut du Végétal). Elle a bénéficié de financement de la part de l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie), du CASDAR n°431 (Compte d'Affectation Spéciale pour le Développement Agricole et Rural), du Conseil Général du Maine-et-Loire, et de l'UNIP (Union National Interprofessionnel des plantes riches en Protéines).

Bibliographie

- Corre-Hellou G, Fustec J, Crozat J. 2006. Interspecific competition for Soil N and its interaction with N₂ fixation, leaf expansion and crop growth in pea-barley intercrops. *Plant Soil*, 282:195-208.
- Naudin C, Corre-Hellou G, Pineau S, Crozat Y, Jeuffroy MH. 2010. The effect of various dynamics of N availability on winter pea-wheat intercrops: crop growth, N partitioning and symbiotic N₂ fixation. *Field Crop Res.*, 119:2-11.
- Naudin C, Corre-Hellou G, Voisin AS, Oury V, Salon C, Crozat Y, Jeuffroy MH. 2011. Inhibition and recovery of symbiotic N₂ fixation of pea (*Pisum sativum* L.) by short term exposure to nitrate. *Plant Soil*, in press.

Contacts

Christophe NAUDIN, Guénaëlle CORRE-HELLOU, UP-SP LEVA, LUNAM Université, Groupe ESA, UP-SP LEVA, 55 rue Rabelais, 49007 Angers. Mél : c.naudin@groupe-esa.com

Revue scientifique à comité de lecture

- Barillot R, Frak E, Combes D, Durand JL, Escobar-Gutierrez A.J. 2010. What determines the complex kinetics of stomatal conductance under blueless PAR in *Festuca arundinacea*? *J Exp. Bot.*, 61:2795-2806.
- Fustec J, Lesuffleur F, Mahieu S, Cliquet JB. 2010. Nitrogen rhizodeposition of legumes. A review. *Agron. Sustain. Dev.*, 30:57-66.
- Naudin C, Corre-Hellou G, Pineau S, Crozat Y, Jeuffroy MH. 2010. The effect of various dynamics of N availability on winter pea-wheat intercrops: crop growth, N partitioning and symbiotic N₂ fixation. *Field Crop Res.*, 119:2-11.

Revue technique

- Cortes-Mora FA, Piva G, Jamont M, Fustec J. 2010. Niche separation and nitrogen transfer in Brassica-legume intercrops. *Field and Vegetable Crops Research*, 47:581-586.
- Louam G, Corre-Hellou G, Fustec J, Julier B, Litrico I, Hinsinger P, Lecomte C. 2010. Déterminants écologiques et physiologiques de la productivité et de la stabilité des associations graminées-légumineuses. *Innovations agronomiques*, 11 :70-99.

Communications colloques

Communications orales

- Colomb B, Carof M, Aveline A, Glan-dièrre A, Fontaine L. 2010. Appropriation et adaptation de MASC par des conseillers agricoles pour l'évaluation de systèmes de culture biologiques. In : Le modèle MASC et ses utilisations pour l'évaluation de la durabilité des systèmes de culture. Séminaire MASC, 9-10 mars 2010, Paris.
- Corre-Hellou G, Naudin C, Coste F, Malagoli P, Fayaud B, Barillot R, Escobar-Gutierrez A.J. 2010. Functioning and agroecological roles of legumes in intercropping Systems to combine high productivity, high quality and reduction of external N inputs. In Legumes for global health. IFLRC V and AEP VIII International congress. April 26-30, 2010, Antalya, Turkey.

- Dürr C, Wagner MH, Larmure A, Ducoumau S, Raveneau MP, Coste F, Burstin J. 2010. Climatic changes during the end of crop cycle affect pea seed characteristics and germination. IFLRC V & 7th European Conference on Grain Legumes, April 26-30, 2010, Antalya, Turkey.

Posters

- Aveline A, Carof M, Morvan T, Denis E, De Marguerie A. 2010. How can farmers be assisted when adapted to low input management of their cropping systems Proceedings of the XIth congress of the European Society for Agronomy, August 30- September 3, 2010, Montpellier, France, 805-806.
- Barillot R, Combes D, Huynh P, Escobar-Gutierrez A.J. 2010. Analyzing light competition in cereal-legume intercropping systems through functional structural model. Proceedings of the 6th International Workshop on Functional Structural Plant Models, September 12-17, 2010, University of California, Davis, United States, 156-157.
- Fayaud B, Coste F, Corre-Hellou G, Gardarin A, Dürr C. 2010. Early growth: a key step to be predicted in crop systems. AGRO 2010, Proceedings of the XIth congress of the European Society for Agronomy, August 30- September 3, 2010, Montpellier, France.
- Fustec J, Cortes-Mora A.J, Piva G, Oury V, Pineau S, Renaud S. 2010. Legumes increase forage brassica yields in lower input systems. Grassland in a changing world. 23rd European Grassland Federation Symposium. EGF 2010, August 29-September 2, 2010, Kiel, Germany.
- Jamont M, Cortes-Mora F.A, Crépel-lière S, Piva G, Jaloux B, Fustec J, Le Corff J. 2010. How to combine N supply and biological control in low input systems. AGRO 2010, Proceedings of the XIth congress of the European Society for Agronomy, August 30 - September 3, 2010, Montpellier, France, 635-636.
- Naudin C, Corre-Hellou G, Jeuffroy MH. 2010. Management of the proportions of species in winter pea-wheat intercrops: can N fertilization be used without greatly disturbing N₂ fixation? AGRO 2010, Proceedings of the XIth

congress of the European Society for Agronomy, August 30- September 3, 2010, Montpellier, France, 295-296.

- Peigné J, Vian JF, Cannavacciuolo M, Aveline A, Gautronneau Y. 2010. Weeds and crop yields under conservation tillage in organic farming. AGRO 2010, Proceedings of the XIth congress of the European Society for Agronomy, August 30 - September 3, 2010, Montpellier, France, 637-638.
- Piron D, Cannavacciuolo M, Pérès G, Cluzeau D. 2010. Modelling earthworm populations and trait of earthworm activities under contrasted soil tillage management. Proceedings of the 9th International Symposium on Earthworm Ecology. September 5-10, 010, Xalapa, Mexico. p 146.

Mémoires de stage

- Goldoni-Arruda P.A. : Développement de la filière Quinoa en Val de Loire. Elaboration des itinéraires techniques adaptés à la culture du Quinoa. Impact des dates et des densités de semis sur la production et la qualité. Master 2, Ingénieur Institut Polytechnique Lasalle Beauvais, 2010.
- Guillaud M. : Expérimentation sur le travail du sol en agriculture biologique. Master 2, ingénieur ISA de Lille, 2010.
- Pottier M. : Expérimentation sur le travail du sol en agriculture biologique. Master 2 Ingénieur, ISA de Lille, 2010.
- Siméon F. : Estimation de la voie mycorhizienne dans les transferts d'azote entre le pois et le blé dur cultivés en association. Master 2, Recherche BioVI-GPA, Université de Nantes, 2010.

Autre communication

- Fustec J. 2010. Utiliser la biodiversité dans les agrosystèmes à faibles niveaux d'intrants. Colloque Régional « Découvrir la biodiversité aujourd'hui ». 13 octobre 2010. La Roche-sur-Yon.

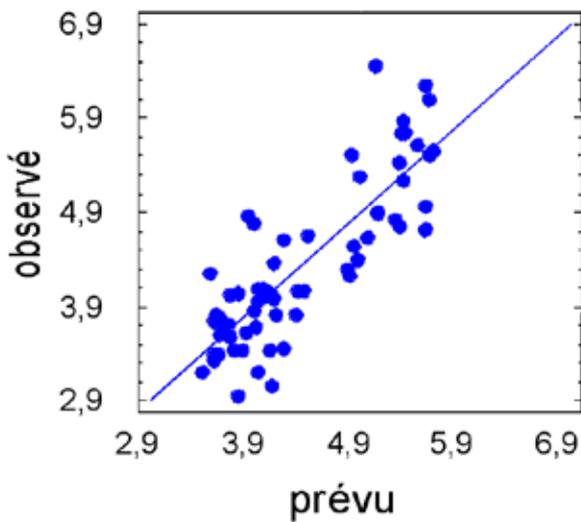


Fig. 2 : Corrélation entre la quantité maximale des anthocyanes extraites des pellicules des baies et des propriétés mécaniques des baies ($R^2=0,66$; $p<0,001$)

Le lien entre l'extractibilité des polyphénols et les propriétés mécaniques des baies de raisin (*Vitis vinifera* L.)

Objectif

L'objectif de ce travail est d'étudier les relations entre la variation de la texture des baies du raisin et l'extractibilité de leurs composés phénoliques en prenant comme source de variation le stade de maturité des baies, leur origine et le millésime.

Contexte

Les composés phénoliques sont des paramètres déterminants de la qualité du raisin et du vin ; leur extraction au cours de la vinification reste encore mal maîtrisée et la compréhension du lien entre leurs teneurs dans les raisins à la date de vendange et leurs teneurs finales dans le vin demeurent encore un verrou technologique à lever.

De plus, la qualité du raisin reste une notion difficile à définir car faisant intervenir plusieurs paramètres. L'évaluation seule des paramètres technologiques de maturation classiques (sucres et acidité) n'est plus suffisante pour prédire de façon complète et objective le potentiel œnologique des raisins. Le choix de la bonne date de vendange, en lien notamment avec la variabilité induite par le terroir d'origine et les pratiques culturales associées, est par conséquent très important mais sa détermination reste encore difficile. L'apport de nouveaux indicateurs de maturité et de nouvelles méthodes de mesures représenterait une avancée significative pour la filière viti-vinicole et fait l'objet de nos travaux réalisés dans le cadre de l'Unité Mixte Technologique Vinitera.

Les travaux antérieurs, réalisés sur 3 millésimes (2006, 2007 et 2008), ont montré l'intérêt de la texture dans le suivi de la maturité des baies de raisin d'origines différentes (Le Moigne et al., 2008 et Maury et al., 2009). En effet les propriétés mécaniques des baies de raisin évoluent pendant leur maturation et cette évolution semble dépendante de la nature du sol et des conditions d'alimentation hydrique. La question soulevée est : quel lien peut-on établir entre ces propriétés mécaniques, le degré de maturité des baies et l'extractibilité des polyphénols dans le vin ?

Le travail doctoral d'Imen Zouid (soutenu le 25 janvier 2011) avait pour objectif d'étudier ce lien et de répondre à deux questions :

- Comment évoluent la composition, la teneur et l'extractibilité des composés phénoliques des pellicules et des pépins des raisins au cours de la maturation et provenant de parcelles ayant des profils et des propriétés différentes ?
- Peut-on identifier la contribution des propriétés mécaniques de la baie du raisin à l'extractibilité de ses composés phénoliques pendant la maturation ?

Résultats

Le matériel végétal était constitué de baies de raisin du cépage rouge Cabernet Franc issues de 2 millésimes (2007 et 2008), de 5 parcelles du Val de Loire (Anjou, Saumur et Touraine) et prélevées à des stades différents de maturité (5 stades étudiés en 2007 et 8 en 2008). Tous les lots de baies ont été analysés par des mesures physiques (pénétrromètre, compression) et ont subi des macérations en solutions hydro-alcooliques afin d'évaluer les cinétiques d'extractibilité des différentes familles de polyphénols issus respectivement de la pellicule et des pépins (Fig. 1).

Les résultats montrent que les cinétiques d'extraction sont différentes : ainsi par exemple l'extraction des composés phénoliques des pépins est plus lente que celle des pellicules. En ce qui concerne le taux d'extraction des polyphénols totaux des extraits de pépins, les valeurs s'échelonnent de 31 à 58% en moyenne pour le millésime 2007 et de 44 à 57% pour le millésime 2008 selon le type de la parcelle.

De plus les différences significatives sont observées dans la composition des extraits entre les deux millésimes : les pépins sont moins riches en anthocyanes et les pellicules plus riches en polyphénols totaux en 2007 qu'en 2008.

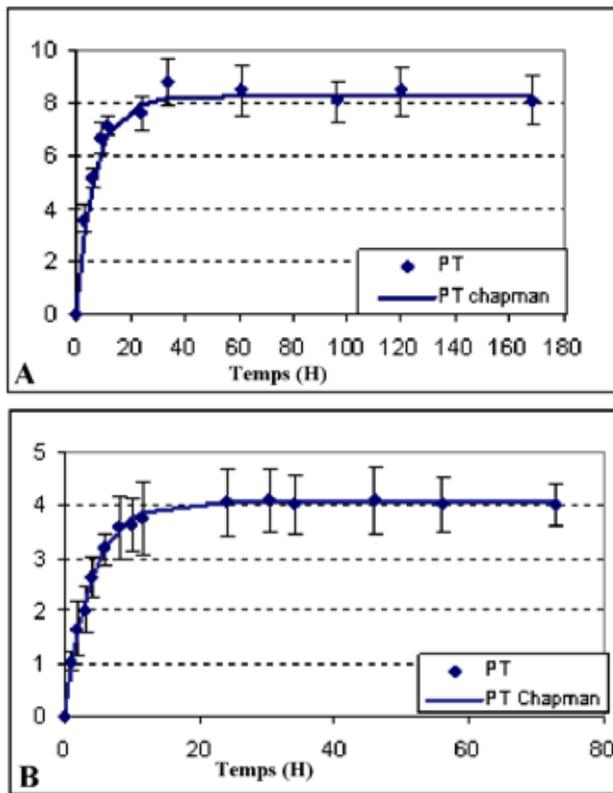


Fig. 1 : Cinétiques d'extraction en milieu hydroalcoolique des polyphénols totaux (PT) à partir des pellicules de raisin (Parcelle 5, date A3, millésime 2007-A et 2008-B).

Les corrélations entre les paramètres mécaniques des baies mesurés par double compression et les indicateurs de la maturité phénolique (Indice de Glories, anthocyanes totales, polyphénols totaux) ont pu être établies (Fig. 2). Ainsi, l'extractibilité des anthocyanes totales semble être corrélée à la dureté des baies, leur cohésion et à la résistance mécaniques de leurs pellicules. Les baies de petite taille et de fermeté élevée ont un potentiel d'extractibilité moins important.

Cependant les modèles établis sont plus ou moins robustes selon les millésimes et les parcelles étudiés et il est difficile de conclure sur le lien direct entre l'extractibilité des polyphénols et leurs propriétés structurales. Ces travaux n'ont pas pu être comparés à ceux de la bibliographie car très peu de publications sont disponibles sur ce sujet et sur des récents travaux publiés, les conclusions sont contradictoires. Ainsi Rio Segade *et al.*, (2008) ont montré que le ramollissement de la baie et notamment la résistance de la pellicule à la déformation par pénétration conduisait à une extraction plus importante des composés phénoliques, alors que Luca *et al.*, (2009) ont démontré l'inverse. Ces observations tant sur un plan qualitatif que quantitatif sont difficilement généralisables en raison des différentes approches analytiques utilisées ainsi que des différents cépages étudiés.

D'autres avancées dans ce domaine restent néanmoins largement nécessaires.

Perspectives

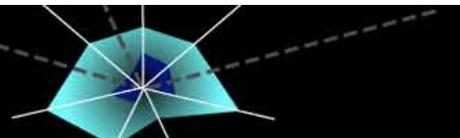
Ce travail est une première approche sur la contribution des propriétés mécaniques de la baie et de leurs modifications au cours de la maturation à l'extractibilité des composés d'intérêt organoleptique pour les vins que sont les composés phénoliques. Ces premiers résultats méritent d'être confirmés sur plusieurs millésimes et d'autres variétés de raisins. Parmi les perspectives à ce travail, l'une d'entre elles concerne l'étude des propriétés mécaniques de la baie par de nouvelles applications telles que la traction des pellicules et la traction associée au détachement du pédicelle. Il serait également intéressant d'associer, à ces mesures à l'échelle macroscopique, des mesures à l'échelle microscopique, telles que l'analyse de la structure des tissus et de leur évolution (taille et forme, espace intercellulaire), de la composition chimique des parois cellulaires ainsi que de l'activité enzymatique au sein du raisin au cours de la maturation. Cet aspect sera exploré dans le cadre d'une nouvelle thèse financée par le Conseil Général du Maine et Loire et démarrée en septembre 2010 par Stéphanie Doumouya sur l'analyse et compréhension des mécanismes d'évolution des propriétés mécaniques du raisin au cours de sa maturation (thèse sous la direction de Marc Lahaye (BIA INRA Nantes) et René Siret (GRAPPE ESA Angers)).

Bibliographie

- Le Moigne M., Maury C., Bertrand D. & Jourjon F. 2008. Sensory and instrumental characterisation of Cabernet Franc grapes according to ripening stages and growing location. *Food Quality and Preference*, 19(2), 220-231.
- Maury M., Madieta E., Le Moigne M., Mehina-gic 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*. 40 : 5, pp. 511-535.
- Zouid I. 2011. Mise au point d'outils innovants de caractérisation de la maturation du raisin: contribution à la définition d'un nouvel indice de maturité pour l'élaboration de vins de qualité. Thèse soutenue le 25 janvier 2011, Université d'Angers.

Contact

René SIRET, Unité de recherche GRAPPE, Groupe ESA, 55 Rue Rabelais, BP 30748, 49007 Angers cedex 01. Mél : r.siret@groupe-esa.com



Revues scientifiques à comité de lecture

- Andrew C., Vestner J., Barril C., Maury C., Prenzler P., Scollary G. 2010. The influence of stereochemistry of antioxidants and flavanols on oxidation processes in a model wine system: ascorbic acid, erythorbic acid, (+)-catechin and (-)-epicatechin. *J. Agric. Food Chem.* 2010, 58, 1004-1011.
- Boumaza R., Huche-Thelie L., Demotes-Mainard S., Le Coz E., Leduc N., Pelleschi-Travier S., Qannari E.M., Sakr S., Santagostini P., Symoneaux R., Guerin V. 2010. Sensory profiles and preference analysis in ornamental horticulture : the case of the rosebush. *Food Quality and Preference*, 21(8), 987-997.
- Maitre I., Symoneaux R., Jourjon F., Mehinagic E. 2010. Sensory typicality of wines: How scientists have recently dealt with this subject. *Food Quality and Preference*, 21(7), 726-731.
- Maury C. & Andrew C. 2010. Determination of the impact of bottle colour and phenolic concentration on pigment development in white wine stored under external conditions. *Analytica Chimica Acta*. 660, 81-86.
- Renard C., Le Quere Jm, Bauduin Rb, Symoneaux R, Baron A. 2010. Modulating phenolic composition and organoleptic properties of apple juices by manipulating the pressing conditions. *Food Chem*, 124(1), 117-125.
- Zouid I., Siret R., Mehinagic E., Maury C., Chevalier M., Jourjon F. 2010. Evolution of grape berries during ripening: investigations into the links between their mechanical properties and the extractibility of their skin anthocyanins. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 2010, 44(2), 87-99.

Revues techniques

- Mape I., Siret R., Jourjon F., Blin M., Turbillon C., Mehinagic E. 2010. Spectroscopie visible proche infrarouge pour décrire les fruits et prédire leurs paramètres sensoriels. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* Vol 42(4): 248-255.
- Mehinagic E., Bourles E., Jourjon F. 2010. Aptitude variétale des pommes à la transformation. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* Mars-Avril 2010, Vol. 42(2) : 138-145.
- Perrin L., Symoneaux R., Maitre I., Asselin C., Pages J., Jourjon F. 2010. Ap-

port des méthodes spontanées pour l'analyse sensorielle des vins. *Newsletter Technoloire*, n° 16, Mars 2010.

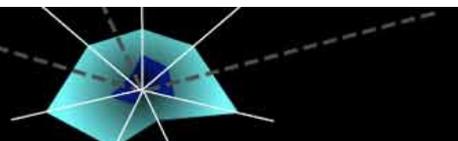
- Siret R., Symoneaux R., Brossaud F., Forgerit V., Mongondry P., Mehinagic E., Jourjon F. 2010. Viscosité et texture des vins: comparaison de méthodes rhéologiques et sensorielles. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 42, (5), 314-320.
- Vandewalle P., Sourice A., Mehinagic E., Jourjon F. 2010. La sonométrie une nouvelle méthode pour caractériser la fermeté des pommes ? *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, n° 3/2010. Mai-Juin 2010, Vol. 42(3): 182-187.
- Zouid I., Siret R., Mehinagic E., Maury C., Jourjon F. 2010. Influence des propriétés mécaniques des baies de Cabernet Franc sur l'évolution et l'extractibilité des anthocyanes. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* Vol. 42(6): 360-366.

Communications colloques

- Bonazzi C., Devic E., Jesionkowska K., Klewicki R., Konopacka D., Sijtsema S.J., Symoneaux R. 2010. An interdisciplinary approach for developing new fruit snacks with nutritional potential, from consumers preference to processes impact. Fourth European Conference on Sensory and Consumer Research: A sense of Quality, 5-8 September at Vitoria-Gasteiz, Spain.
- Cohen J. 2010. A Better Understanding of the Structure of a Wine Market Using the Attribute of Variety, at Enometrics XVII held by the European Association of Wine Economists EuAWE in Palermo, Italie, 9-12 juin 2010.
- Cohen J. 2010. Market Structure From a Price Perspective in the Australian Retail Wine Market, at the 4th Annual American Association of Wine Economists Conference hosted by the University of California-Davis, 25-28 juin 2010.
- Doublon-Gatti M., Civardi S., Zamboni M., Bavaresco L., Ferrari F., Raimondi S., Simoni M., Elothmani D., Jourjon F. 2010. Influenza di alcuni aspetti ambientali sul contenuto di stilbeni nel vino nell'area della Doc "Sangiovese di Romagna" (Italia). In Proc. of 8th International Terroir Congress, Soave, Italy 14-18 June.
- Franquin S., Cayol C., Patron C., Le Meurly D., Mehinagic, E. 2010. Impact of processing without oxygen on the

phenolic content and antioxidant activity of Braeburn cloudy apple juice. 15th IUFOST Congress, Cape Town, South Africa, August 22-26, 2010.

- Gatti M., Civardi S., Zamboni M., Bavaresco L., Ferrari F., Raimondi S., Simoni M., Elothmani D., Jourjon F. 2010. Influenza di alcuni aspetti ambientali sul contenuto di stilbeni nel vino nell'area della Doc "Sangiovese di Romagna" (Italia). In Proc. of 8th International Terroir Congress, Soave, Italy 14-18 June, Vol. 1, 4: 102-107.
- Gatti M., Civardi S., Zamboni M., Bavaresco L., Ferrari F., Raimondi S., Simoni M., Elothmani D., Jourjon F. 2010. Influenza di alcuni aspetti ambientali sul contenuto di stilbeni nel vino nell'area della Doc "Sangiovese di Romagna" (Italia). In Proc. of 8th International Terroir Congress, Soave, Italy 14-18 June.
- Hmid I., Elothmani D., Hanine H., Mehinagic E., Oukabli A. 2010. Polyphénols et anthocyanes du Punica Granatum L. (Grenadier). 10^{ème} Forum des Doctorants, Angers, 18 mai 2010.
- 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., Elothmani D., Hassib A. 2010. Extraction et étude des Polyphénols totaux et pigments bêtaïnes dans la figue de barbarie d'origine Marocaine (*Opuntia ficus indica*). Analytical Chemistry for a Sustainable Development ACSD 2010. 17-19 mars 2010 Mohammedia (Morocco).
- Khatabi O., Hanine H., Elothmani D., Hassib A., Mehinagic E. 2010. Polyphénols et pigments Bêtaïnes de l'*Opuntia Ficus Indica* (Figue de Barbarie) d'origine marocaine : extraction et étude. 10^{ème} Forum des Doctorants, Angers, 18 mai 2010.
- Maitre I. 2010. Does information on 'terroir' influence wine choice ? XXXIII^{ème} Congrès Mondial de la Vigne et du Vin – 8^{ème} Assemblée Générale de l'O.I.V. Tbilisi (Géorgie), 20 au 27 juin 2010.
- Maury C., Siret R., Letaief H., Zouid I., Symoneaux R. & Jourjon F. 2010. How Instrumental Texture Measurements and Sensory Analysis Could Provide Information about Grape Ripening ? IVF



Congress, 24-28 March 2010, Stuttgart, Germany (oral presentation).

■ Meunier M., Renaud C., Bille A., Siret R. 2011. Etude du mode d'action de la silice sur la physiologie de la vigne : impact sur la qualité du raisin et du vin. Les 6^{èmes} Rencontres du Végétal, 10-11 janvier 2011, Angers.

■ Renaud C., Benoit M., Jourjon F. 2011. Recherche de concordances entre qualités des produits et qualités environnementales: évaluation multicritère des itinéraires techniques de production de raisins pour l'élaboration de vins d'AOP en Val de Loire. Les 6^{èmes} Rencontres du Végétal, 10-11 janvier 2011, Angers.

■ Renaud C., Benoit M., Thiollot-Sholtus M., Jourjon F. 2010. Evaluation des impacts environnementaux des itinéraires techniques viticoles de production de vins AOP en Val de Loire : démarche d'adaptation de la méthode de l'analyse du cycle de vie (ACV). VIII^e Congrès International des Terroirs Viticoles, Vérone, Italie, 14-18 juin 2010.

■ Renaud C., Benoit M., Jourjon F. 2010. An approach for evaluation of compatibility between grape quality and environmental objectives in Loire Valley PDO wine production. XXXIII^e Congrès Mondial de la Vigne et du Vin, 8^{ème} Assemblée Générale de l'O.I.V. Tbilissi (Géorgie), 20-27 juin 2010.

■ Renaud C., Benoit M., Jourjon F. 2010. Trade-offs between quality and environment in wine production : presentation of a research program for their combined assessment. The 7th International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-Food Sector. 22-24 September 2010, Bari (Italy).

■ Siret R., Guerin L., Picque D., Le Moigne M., Maury C., Beguin J., Lieben P., Jourjon F. 2010. Comparative Study of Visible/NIR and MIR Spectroscopy for Grape Maturity Analysis. IVIF Congress, 24-28 March 2010, Stuttgart, Germany (oral presentation).

■ Siret R., Symoneaux R., Brossaud F., Mongondry P., Jourjon F. 2010. An original approach to estimate viscosity and texture of wines: comparison of rheological and sensory methods. IVIF Congress, 24-28 March 2010, Stuttgart, Germany (poster).

■ Tiplica T., Vandewalle P., Verron S., Gremy-Gros C., Mehinagic E. 2010. Identification of apple varieties us-

ing acoustic measurements. Congrès CAFMET 2010, 19-23 avril 2010. Le Caire, Egypte.

■ Wilson D., Jourjon F. 2010. Promoting Wine by 'Terroir: the 5th International Academy of Wine Business Research conference to be held at the University of Auckland, February 8-10, 2010.

■ Zouid I., Siret R., Maury C. And Jourjon F. 2010. Evolution of the mechanical properties of berries during ripening: Impact on the extractability of grape skin anthocyanins. IVIF Congress, 24-28 March 2010, Stuttgart, Germany (poster).

■ Zouid I., Siret R., Maury C., Jourjon F., Mehinagic E., Rio Segade S., Rolle L. 2010. Relationship between physical and mechanical berries properties and phenol extractability of different varieties of *Vitis Vinifera* L. Grapes. 3rd Int. Symposium Macrowine 2010, Torino, Italie, 16-18 juin 2010.

Mémoires de thèse et HDR

■ Bourles Erwan : Aptitude variétale des pommes à la transformation : recherche d'indicateurs biochimiques de l'évolution de la texture et de marqueurs d'intérêt nutritionnel. Thèse démarrée en septembre 2006 réalisée sous la direction de Jean-Luc Courthaudon (Université d'Angers) et co-encadrée par Emira Mehinagic. Thèse en Sciences des Aliments, Université d'Angers, soutenue le 14 avril 2010.

■ Mehinagic Emira : Texture des fruits: de la construction à la perception. Mémoire d'habilitation à diriger des recherches, soutenu le 19 octobre 2010, Université d'Angers.

Mémoires de stage

■ Atmani Ablal : Mise au point de méthodologies sensorielles destinées aux personnes âgées. Master sciences, Technologies, Santé, spécialité Gestion des Propriétés Sensorielles des Aliments. Agrosup Dijon (ENSBANA), mars à septembre 2010.

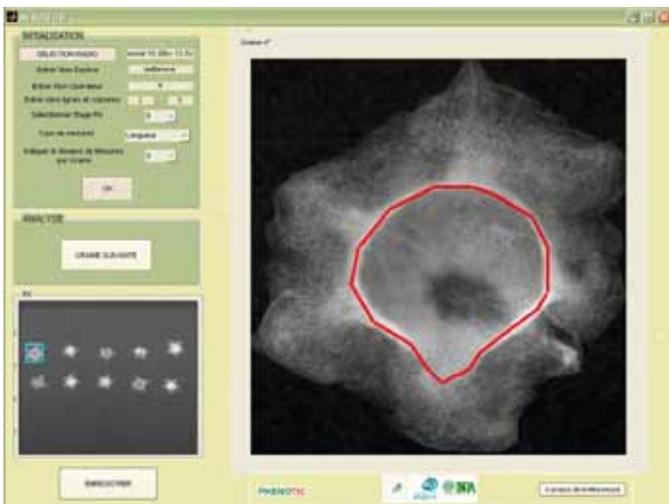
■ Couturier Marie : Caractérisation de la maturation du raisin et de la qualité du vin à l'aide de méthodes spectroscopiques (moyen infra-rouge et visible/proche infra-rouge): corrélations avec les méthodes de référence (compo-

sés phénoliques, sucres, acides), du 6 avril au 30 septembre 2010. Master 2 Professionnel Ingénierie Mathématique spécialité probabilités et statistiques, UFR Sciences, Nantes.

■ Suda Ivy Ruyko : Mise au point d'un dispositif expérimental et d'une méthode pour tester l'adéquation entre la qualité environnementale de l'itinéraire technique agro-viticole et la qualité du raisin. Mémoire de Master Vintage Esa, mars à septembre 2010.

■ Tataru Dorin : La Structure du Marché français de Vin : Comment le Terroir, le Prix et les Descripteurs Sensoriels Influence le Comportement d'Achat. Mémoire de Master Vintage Esa, janvier à juin 2010.

■ Wang Jing : Mise au point de références sensorielles destinées aux panels experts de dégustation du vin. Master sciences, Technologies, Santé, spécialité Gestion des Propriétés Sensorielles des Aliments. Agrosup Dijon (ENSBANA), mars à septembre 2010.



Interface VisimeRX.

VisimeRX : logiciel d'analyse d'images radiographiques de semences

Objectif

Afin de renforcer les possibilités de traitement d'images radiographiques de semences sèches, un logiciel d'analyse de ces images a été développé. Il permet d'examiner et de mesurer individuellement les semences radiographiées ainsi que l'enregistrement et la traçabilité des résultats.

Contexte

Dans le cadre du projet PHENOTIC au sein de l'IFR Quasav, différents dispositifs de phénotypage des semences sont développés au GEVES-SNES pour étudier la qualité physique et la qualité germinative des semences. Les caractéristiques physiques et morphologiques internes des semences peuvent être approchées par radiographie, méthode d'imagerie non destructive développée depuis les années 80 à la SNES. Sur les images obtenues, il est possible d'observer la structure interne des graines, et grâce au logiciel développé d'effectuer des mesures sur les différents organes constituant les semences.

Résultats

Depuis 2009, le dispositif d'imagerie radiographique en place au GEVES-SNES a été considérablement amélioré en matière d'acquisition et de traitement des données. Le débit, la précision et le type de mesures réalisés ont augmenté à la fois grâce à l'acquisition par le GEVES d'un appareil numérique de radiographie (Figure 1), et également par le développement du logiciel VisimeRX réalisé dans le cadre du projet PHENOTIC. Ce logiciel « visionneuse-mesureuse » (Figure 2) permet une analyse complète et rapide des échantillons radiographiés par visualisation individualisée des semences, saisie d'informations, enregistrement et traçabilité des résultats. Un catalogue de caractères observables est pré-défini par espèce et peut être complété. Il permet graine par graine d'identifier et quantifier pour

chaque échantillon des dommages physiques ou des dégâts causés par des insectes. Différentes mesures de longueur ou surface faites sur les images sont aussi réalisables sur les téguments, les réserves et l'embryon pour une caractérisation morphométrique quantitative des semences.

Perspectives

Les possibilités de caractérisation aux rayons X sont valorisées à travers différents programmes de recherche méthodologique pour la caractérisation de semences issues de conditions de productions variées ou la mise en évidence de différences entre génotypes. Des caractérisations ont aussi été réalisées sur semences de mauvaises herbes. Elles ont permis d'établir un lien entre épaisseur des téguments et conservation des graines dans le stock du sol, et vont être étendues à un plus grand nombre d'espèces. Ces projets permettent d'identifier et de proposer de nouvelles prestations de service pour la plateforme. De plus, la mise au point de procédures automatisées de détection de défauts devrait permettre de compléter les possibilités du logiciel VisimeRX.

Partenaires

Le GEVES-SNES, le laboratoire LISA de l'Université d'Angers, l'INRA UMR PMS.

Le projet collaboratif PHENOTIC (<http://www.istia.univangers.fr/LISA/PHENOTIC/index.html>) est financé par la Région Pays-de-la-Loire, le Conseil Général du Maine-et-Loire et Angers Loire Métropole.

Bibliographie

- Gardarin A, Dürr C, Mannino MR, Busset H and Colbach N. 2010. Seed mortality in the soil is related to the seed coat thickness. *Seed Science Research*, 20, 243–256.
- Belin E, Rousseau D, Léchappé J & Dürr C. 2010. Tools for diagnosis on X-ray images for high-throughput phenotyping of seeds Agro2010, XIth European Society of Agronomy congress, Montpellier 29 August-3 Sept. 2010 (poster).
- VISIMERX référencé auprès de l'APP le 21/09/2010 aux noms conjoints de l'Université d'ANGERS, de l'INRA, et du GEVES. Numéro d'enregistrement : IDDN.FR.001.380007.000.R.P.2010.000.10800.

Contacts

Joël LECHAPPÉ, Geves - SNES, rue George Morel, BP 90024, 49071 Beaucouzé Cedex, France. Mél : joel.lechappe@geves.fr
 Carolyne DURR, INRA, UMR 1191 PMS, 16 bd Lavoisier, 49045 Angers, France. Mél : carolyne.durr@angers.inra.fr
 Etienne BELIN, INRA, UMR 1191 PMS, 16 bd Lavoisier, 49045 Angers, France. Mél : etienne.belin@angers.inra.fr



Appareil radiographique numérique Faxitron MX-20DC12



Communications colloques

Orales

■ Boureau T., Amiard F., Jacques M-A., Belin E., Poussier S., Hanteville S., Grimault V., Perrot S., Durr C., Breteau J-M., Chapeau-Blondeau F., Rousseau D. 2010. Utilisation de la thermographie pour localiser des microorganismes phytopathogènes dans des tissus végétaux de manière non-destructive. Aussois, janvier 2010.

■ Perrot S., Brochard C., Grimault G. 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 Chevaugeon, 8èmes rencontres de phytopathologie, mycologie. Aussois, 25-29 janvier 2010.

■ Rousseau D., Boureau T., Jacques M-A., Grimault V., Campion C., Caffier V. 2010. Suivi du développement de microorganismes phytopathogènes dans des tissus végétaux à l'échelle de la feuille par thermographie infrarouge, (proposition de résumé pour les journées Proxi-détection). 1-2 février 2010, Avignon-Réseau télédétection de l'INRA.

■ Serrandat I., Grimault V. 2010. Detection of 3 single pathogens infecting *linum* seeds by one single method. Congrès ISTA Cologne, juin 2010.

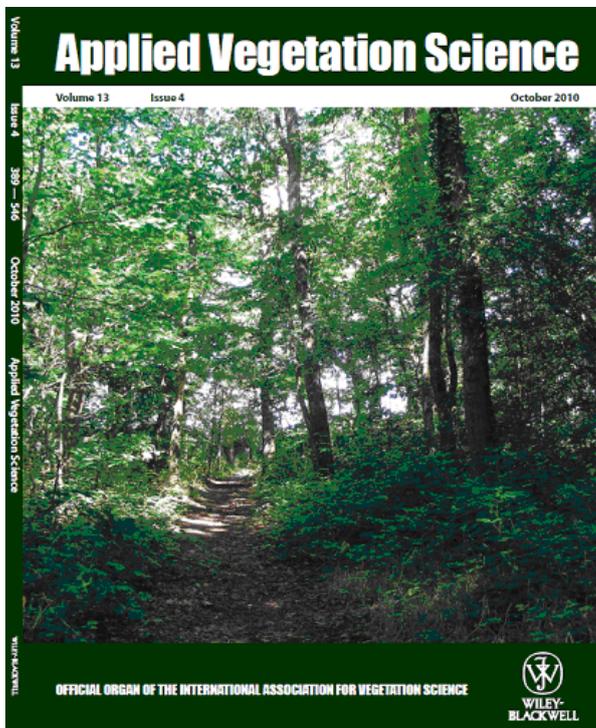


Figure 1 :
Illustration d'un de
nos sites d'études
en couverture
de la revue
« Applied
Vegetation
Science »

Biodiversité urbaine – Végétation des bois et effet lisière

Objectif

Le développement urbain a de nombreuses conséquences sur la biodiversité, et nous avons déjà pu en caractériser différents aspects concernant la végétation des boisements le long d'un gradient ville-campagne (*figure 1*). Ce travail vise à comparer l'influence de l'effet lisière, dû à une matrice rurale ou urbaine, sur la végétation.

Contexte

L'influence de la matrice sur la biodiversité est une question particulièrement importante pour des taches d'habitats semi-naturels fragmentées comme des espaces boisés. Une des conséquences de la fragmentation est la diminution de la surface des taches d'habitats : un plus grand linéaire de l'habitat va être en contact avec les habitats adjacents. Or le contact avec les habitats adjacents entraîne des différences (conditions environnementales, distribution des espèces) entre la zone périphérique de la tache d'habitat et sa zone centrale : c'est ce que l'on nomme l'effet lisière (*figure 2*). Dans les paysages agricoles de l'Europe de l'Ouest, beaucoup d'espaces boisés sont fragmentés depuis longtemps. Cependant, un certain nombre de petits bois voient la composition en habitats de la matrice adjacente modifiée par l'urbanisation.

Résultats

La richesse spécifique (moyenne de relevés de 9m²) de la flore est plus importante en lisière qu'en intérieur mais c'est également le cas pour des richesses partielles des espèces regroupées selon leur affinité au milieu forestier (*figure 3*). La richesse en espèces exotiques est plus élevée dans les bois urbains que ruraux ; au contraire, la richesse en espèces spécialistes est plus forte dans les bois ruraux que les urbains, en particulier en lisière. La richesse élevée de l'habitat lisière est largement reconnue et généralement expliquée par une présence plus importante d'espèces provenant des habitats adjacents. Les bois étudiés présentent effectivement plus d'espèces non forestières en lisière ; mais les espèces forestières généralistes et spécialistes sont aussi beaucoup plus nombreuses en lisière qu'en intérieur.

Perspectives

La lisière joue donc un rôle important pour le maintien de la diversité de ces espaces boisés et une attention toute particulière doit lui être accordée. En effet, en milieu urbain, les lisières sont souvent soumises à des perturbations importantes que ce soit par la fréquentation humaine, par la gestion ou en lien avec des démarches d'aménagement. Ces résultats concernant l'influence de la lisière s'articulent avec deux axes d'application de nos démarches de recherches en écologie urbaine :



Figure 2: lisières urbaines et rurales de boisements.

- influence des pratiques de gestion des espaces verts à des fins de conservation de la biodiversité
- influence de la distribution dans le paysage de ces espaces semi-naturels et contribution possible à l'élaboration des trames vertes urbaines

Partenaires

- PIR (programme interdisciplinaire de recherche) « Ville et Environnement » (CNRS, MEEDDAT).
- Programme Trames Vertes Urbaines (ANR « Ville durable ») - www.trameverteurbaine.com/
- Programme ECORURB (écologie à l'interface rural – urbain) - w3.rennes.inra.fr/ecorurb/.

Bibliographie

- Vallet, J., V. Beaujouan, J. Pithon F. Roze, H. Daniel. 2010. The effects of urban or rural landscape context and distance from the edge on native woodland plant communities. *Biodiversity and Conservation* 19 (12): 3375-3392

■ Daniel H., Bernez I. 2010. Ecologie de la restauration en zone urbaine ou rurale : contraintes ou opportunités ? *Espaces Naturels* 29-30.

■ Vallet, J., H. Daniel, V. Beaujouan, F. Roze, S. Pavoine. 2010. Using biological traits to assess how urbanization filters species of small woodlands. *Applied Vegetation Science* 13 (4): 412-424.

■ Daniel H., 2010. De l'arbre urbain aux corridors de biodiversité en ville, quelles contributions possibles aux trames vertes urbaines ? *12^{ème} Colloque scientifique de la SNHF « L'arbre: vulnérable mais durable »* Paris, 28 mai 2010: 39-43..

Contact

Hervé DANIEL, Unité Paysage, Agrocampus-Ouest, INHP Angers.

Mél : herve.daniel@agrocampus-ouest.fr

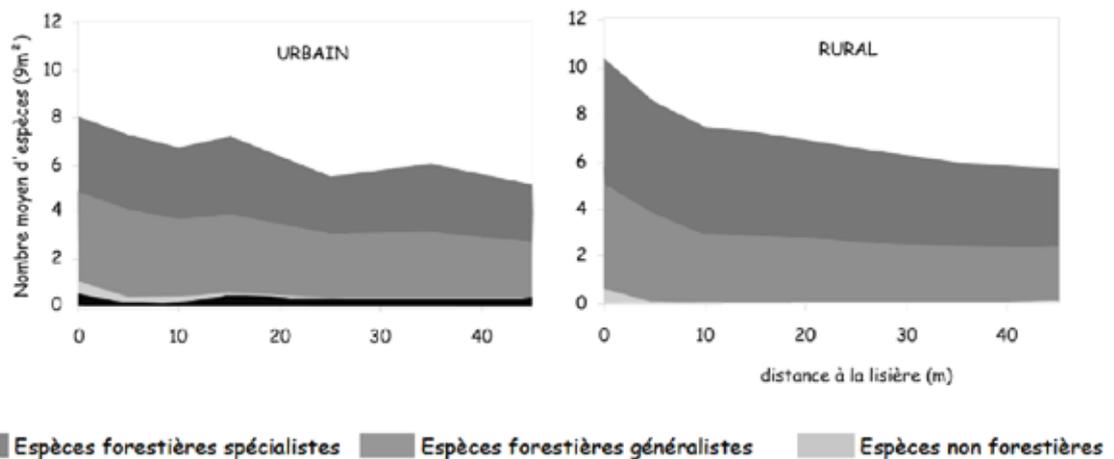


Figure 3 :Variation des richesses floristiques en fonction de la distance à la lisière dans des espaces boisés urbains et ruraux.

Revue scientifique à comité de lecture

- Arnaud-Fassetta G., Carcaud N., Salvador P.-G., Castanet C. 2010. Fluviale paleo-environments in archaeological approach an global change - hydrological risk issues. *Quaternary International*. 216(1-2) : 93-117.
- Choumert J., Cormier L. 2010. The provision of urban parks: an empirical test of spatial spillovers in an urban area using geographic information systems, *Annals of Regional Science*, p.1-14. En ligne DOI: 10.1007/s00168-010-0366-8.
- Cormier L., De Lajarte, N. Carcaud 2010. La planification des trames vertes, du global au local : réalités et limites, *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Aménagement, Urbanisme, document 504, mis en ligne le 06 juillet 2010. URL : <http://cybergeo.revues.org/index23187.html>.
- Piana J., Carcaud N., Cyprien A.-L., Visset L., Leroy D. 2010. Regard d'une géoarchéologue sur un paysage fluvial : 15000 ans de dynamique paysagère dans la vallée du Loir, *Norois*.
- Vallet J., Daniel H., Beaujouan V., Rozé F. and Pavoine S. 2010. Using biological traits to assess how urbanization filters plant species of small woodlands, *Applied Vegetation Science*, 13(4), 412-424.
- Vallet J., Beaujouan V., Pithon J., Rozé F. and Daniel H. 2010. The effects of urban or rural landscape context and distance from the edge on native woodland plant communities, *Biodiversity and conservation*, 19(12), 3375-3392.

Autres revues scientifiques

- Barraud R., Carcaud N., Davodeau H., Montembault D. 2010. Quel tableau géographique des paysages ligériens ? *Géosciences, revue du BRGM*, n°12, pp.112-122.
- Daniel H. and Bernez I. 2010. Ecologie de la restauration en zone urbaine ou rurale : contraintes ou opportunités ? *Espaces Naturels* 29 30.
- Joliet F. 2010. Mon paysage, ton paysage, *Makivik Magazine*.
- Marshall A. 2010. S'approprier le désert. Agriculture mondialisée et dynamiques socio-environnementales sur le piémont côtier du Pérou. Le cas des oasis de Viru et d'Ica-Villacuri. *Carnets de géographes*, n°1, octobre 2010.

Revue techniques

- Davodeau H. 2010. Paysages et politiques publiques – la sensibilité paysagère à l'épreuve de la gestion territoriale, Editions universitaires européennes, 303 p.
- Pain G., Pithon J. 2010. The preservation of wine-growing areas in terms of sustainable agriculture, management of natural habitats and biodiversity conservation. An example: biodiversity in a wine-growing region. VITOUR European World Heritage vineyards (INTERREG IIIC). 2nd technical seminar. Krems (Au), 8th-11th June 2010.
- Sigwalt A., Pain G., Pancher A., Vincent A. 2010. Biodiversity between collective commercial promotion and landscape agronomy innovation. Long presentation: Innovation & sustainable development in agriculture and food.

Ouvrages et chapitres d'ouvrages

- Carcaud N., Barraud R., Clauzel C., Dia I. 2010. L'évolution des paysages fluviaux. In : G. Arnaud-Fassetta Dir., *L'évolution de la recherche sur les hydrosystèmes continentaux*, l'Harmattan, 42 p.
- Joliet F. 2010. Un paysage du Grand Nord à partager ? Le « donné à voir » du Parc Tursujuq, dans J. G. Petit J.G., P. Aatami, T. Pitawabano (Dir) *Le Nunavik, gouvernance, culture, société*, Rennes: PUR, pp 197-211.
- Salvador, P.-G., Carcaud N., Castanet C., Arnaud-Fassetta G. 2010. Géoarchéologie fluviale. In: G. Arnaud-Fassetta Dir., *L'évolution de la recherche sur les hydrosystèmes continentaux*, l'Harmattan, 43 p.
- Marshall A. 2010. Los impactos ambientales y sociales del desarrollo agroindustrial en el desierto de la costa peruana. In « *Territorios y actores rurales latino-americanos : nuevas prácticas y nuevos modelos de gestión* », Villagomez Yanga V., Guibert Martine et Neuburger Martina, México/Toulouse, Ed. Colmich.

Communications colloques

- Cormier L. 2010. La planification des trames vertes, du global au local : réalités et limites. CERTU-Réseau géomatique et connaissance des territoires, 19 Janvier 2010, Ministère de l'Ecologie du Développement durable des Transports et du Logement, La Défense Paris.
- Cormier L. 2010. Trames vertes : de la notion à sa planification territoriale, quelles réalités ? Journée interdisciplinaire sur le développement durable « La biodiversité : controverses, projets et actions », Organisée par le réseau « Développement durable et territoires fragiles », 25 novembre 2010, université de Lille.

- Cormier L., J. Baudry 2010. Is the French view of greenways avant-garde or déjà-vu ? Actes du 3^{ème} colloque "Fábos Conference on Landscape and Greenway Planning", Budapest, 8-11 juillet, p. 365-373.
- Daniel H. 2010. De l'arbre urbain aux corridors de biodiversité en ville, quelles contributions possibles aux trames vertes urbaines ? 12^{ème} Colloque scientifique de la SNHF « L'arbre : vulnérable mais durable » Paris, 28 mai 2010: 39-43.
- Daniel H. 2010. The effects of urban environment on woodland florals - Implications for urban green infrastructures management and planning. *Sino-Europe Workshop on Urban Planning Xiamen, China 6-9 Avril 2010*.
- Daniel H., Payet A. & Le Lay G. 2010. Caractérisation de la biodiversité dans les parcs urbains : quelle importance dans l'usage et les perceptions de la nature en ville ? Etude de cinq parcs de la ville d'Angers (Maine et Loire). XXII^{ème} Colloque de la Société d'Ecologie Humaine « Jardins, espaces de vie, de connaissances et de biodiversité » Brest, 2-4 juin 2010 (Com orale).
- Davodeau H. 2010. Le projet de paysage : politiques paysagères et pratiques paysagistes, Séminaire UMR CITERES, Tours, 8 octobre Tours.
- Davodeau H., Barraud R. et Montembault D. 2010. Le remodelage des épis de la Loire armoricaine ; patrimoine naturel vs patrimoine culturel? 135^{ème} congrès des sociétés historiques et scientifiques 6-11 avril 2010, Neuchâtel (Suisse).
- Davodeau H., Toubanc M. 2010. Le paysage outil, les outils du paysage, Principes et méthodes de la médiation paysagère, OPDE Outils pour décider ensemble, Aide à la décision et gouvernance. Recueil des communications du colloque des 25/26 octobre à Montpellier, pp.375-391/436.
- Gault C., Pithon J. Vallet J., Beaujouan V., Daniel H. 2010. Analysis of woodland plant and bird communities richness along a rural-urban gradient - Opportunities to maintain and restore biodiversity in cities. 7th European Conference on Ecological Restoration, Avignon France 23 -27 August 2010.
- Gault C., Vallet J., Beaujouan V., Daniel H. 2010. Variabilité de la richesse des communautés végétales herbacées de différents parcs boisés périurbains. Colloque EcoVeg 6 (Ecologie des communautés végétales), Rouen, 31 mars-2 avril 2010.
- Marshall A. 2010. Nuevos centros y nuevos márgenes. Agricultura globalizada en las pampas del piedemonte peruano. Coloquio internacional. Espacios periféricos y marginales en los Andes y sus piedemontes. Lima, Pérou, 9-11 Noviembre del 2010.
- Marshall A. et Bertrand F. 2010. Détection des changements dans les oasis péruviennes. Analyse multi temporelle à partir de l'indice de végétation NDVI. XII^{ème} journée scientifique. Réseau télédétection. AUF. Monastir, Tunisie, 29-30 novembre 2010.
- Vallet J., Beaujouan V., Daniel H., Pain G., Pithon J. 2010. Effets du contexte paysager sur la flore estivale des espaces interstitiels - cas de l'AOC viticole de Saumur-Champigny (Maine-et-Loire). Colloque EcoVeg 6 (Ecologie des communautés végétales), Rouen, 31 mars - 2 avril 2010.

Mémoire de stage

- Merck M., 2010, Développement et optimisation d'un logiciel de modélisation géomorphologique. Mémoire de M1 en Informatique, Université d'Angers et AgroCampus Ouest, 30 p.

Rubrique libre

Ouvrage « *Analyses économiques du paysage* », coordonné par Walid Oueslati, Editions Quæ

Résumé

La Convention européenne du paysage définit le paysage comme « une partie de territoire telle que perçue par les populations, dont le caractère résulte de l'action de facteurs naturels et/ou humains et de leurs interrelations ». Cette définition marque bien les contours d'un concept mobilisateur sur la question du cadre de vie et de son évolution. Ainsi, le paysage est à maints égards une construction politique, culturelle et économique des apports qu'entretiennent les sociétés humaines à l'espace.

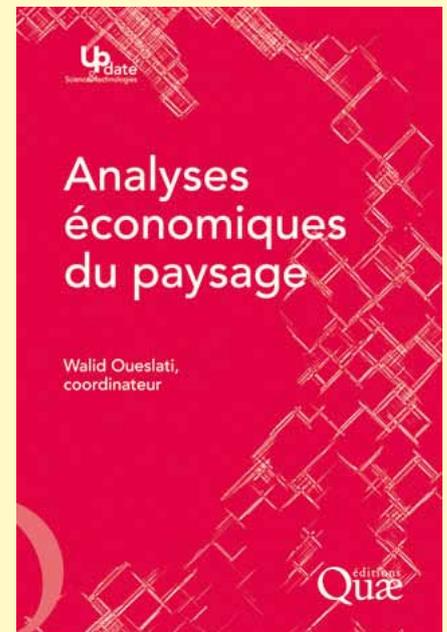
Qu'est-ce qui fonde l'organisation sociale de l'espace ? Quels sont les mécanismes à l'origine de son évolution ? Qu'est-ce qui rassemble les individus, malgré la divergence de leurs intérêts ? Existe-t-il un système de valeurs qui les guide vers une meilleure occupation de l'espace tant rural qu'urbain ? Selon quels critères ?

L'approche économique du paysage s'est développée ces dernières années pour répondre à ces questions et à bien d'autres. Cet ouvrage collectif, qui réunit les résultats récents de la recherche, présente différents développements de l'analyse économique en relation avec les problématiques du paysage. Il s'adresse aussi bien aux chercheurs, enseignants et étudiants qu'aux acteurs de l'aménagement et de la gestion des paysages.

Références

Walid Oueslati, économiste de l'environnement, est professeur à Agro Campus Ouest et membre du laboratoire Granem (Groupe de recherche angevin en économie et management, université d'Angers).

Ses recherches portent principalement sur l'étude des politiques environnementales et l'évaluation des aménités paysagères. Depuis 2006, il coordonne le Consortium européen sur l'économie du paysage.



Revue scientifique à comité de lecture

- Appere G., Beaumais O. 2010. Recreational shellfish harvesting and health risks : a pseudo-panel approach combining revealed and stated preference data with correction for on-site sampling. *Ecological Economics*, à paraître, [Cnrs 1], [Aeres A*].
- Appere G., Travers M., Dupont F. 2010. Comportement du consommateur face à un risque endogène immédiat. *Revue Economique*, Vol.61, N°3, mai, [Cnrs 3], [Aeres B].
- Camus S. 2010. L'authenticité d'un site touristique, ses antécédents et ses influences sur le touriste. *Gestion 2000*, janvier-février, 101-117, [Cnrs 4], [Aeres C].
- Camus S., Hikkeroval L., Sahut J.-M. 2010. Tourisme durable : une approche systématique. *Revue Management & Avenir*, N°34, [Cnrs 4], [Aeres B].
- Choumert J. 2010. An empirical investigation of public choices for green spaces. *Land Use Policy*, Doi:10.1016/j.landusepol.2010.03.001.
- Choumert J., Cormier L. 2010. The provision of urban parks : an empirical test of spatial spillovers in an urban area using geographic information systems. *Annals of Regional Science*, Doi : 10.1007/S00168-010-0366-8, [Cnrs 2], [Aeres A].
- Choumert J., Travers M. 2010. La capitalisation immobilière des espaces verts dans la ville d'angers : une approche hédoniste. *Revue Economique*, accepté mars 2010, à paraître [Cnrs 3], [Aeres B].
- Compaire P. 2010. Une contribution ignorée d'antoine-césar becquerel : l'analyse économétrique du marché du blé en France. En collaboration avec J-P. Simonin, janvier, *Economie Appliquée*, [Cnrs 4], [Aeres B].
- Gauzente C. 2010. Does anybody read sms-advertising ? A qualitative and quantitative study of mobile users' attitudes and perceived ad-clutter. *International Journal of Technology and Human Interaction*, [Cnrs 4], [Aeres B].
- Gauzente C. 2010. Market orientation in franchise networks : a contrast analysis of franchisers and franchisees views. *International Review of Retailing, Distribution And Consumer Research*, 20/2, 273-284, [Harzing 1].
- Kessab A. 2010. Les indicateurs de performance de la loi organique relative aux lois de finances appliqués aux institutions culturelles publiques de spectacle vivant. *Politiques et Management Public*, avril (à paraître) [Cnrs 4], [Aeres B].
- Legohérel P., Ngobo P., Guéguen N.

- 2010. A cross-category investigation into the effects of nine-endings pricing on brand choice. *Journal of Retailing and Consumer Services*, parution 2010, [Aeres B].
- Leroux I., Berro A. 2010. Négociation public/privé et co-evolution stratégique dans un biocluster. *M@N@Gement*, Vol. 13(1), 384-419, version anglaise dans la même revue, Vol. 13(3), 450-481 [Cnrs 2], [Aeres A].
- Merlin-Brogniart C. 2010. The integration of sustainable development in for-profit public service networks in france. The case of the postal and energy field (Gdf, Edf). *Journal of Innovation Economics* N°5, Innovation and performances in the service sector [Econlit, Isi, Repec].
- Merlin-Brogniart C., Moursli A.-C. 2010. Les dynamiques de l'innovation au sein des maisons de repos : le cas d'un établissement associatif. *Revue Economies Et Sociétés*, Série «Économie et Gestion Des Services» (Egs), N°11 [Aeres B].
- Muller P., Amisse S. 2010. Les logiques à l'origine des dynamiques de coopération dans les clusters : l'exemple de filières du végétal spécialisé. *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, à paraître [Cnrs 3], [Aeres B].
- Muller P., Hussler C., Rondé P. 2010. University knowledge networks in space : are far-reaching scientists also international knowledge brokers ? *International Journal of Entrepreneurship & Innovation*, à paraître [Cnrs 4], [Aeres C].
- Plottu B., Plottu E. 2010. Multidimensionalité des enjeux du paysage : de l'évaluation à la décision. *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, N°2, [Cnrs 3], [Aeres B].
- Pop D. 2010. Corporate governance solutions for transition economies : representations and warranties in takeover agreements. *International Review of Law and Economics* (en révision), [Cnrs 1], [Aeres A].
- Rousseliere D., Rousseliere S. 2010. On the impact of trust on willingness to purchase gm food : evidence from a european survey. *Review of Agricultural and Environmental Studies*, Vol. 91, N°1 (Forthcoming) [Aeres B].
- Sevi B. 2010. The newsvendor problem under multiplicative background risk. *European Journal of Operational Research*, 200, 918-923 [Cnrs 1], [Aeres A*].
- Sevi B. Le Pen Y. 2010. On the non-convergence of energy intensities : evidence from a pair-wise econometric approach. *Ecological Economics*, 69, 641-650 [Cnrs 1], [Aeres A*].
- Sevi B., Chevallier J. 2010. On the realized volatility of the ecx co2 emissions 2008 futures contract : distribution, dy-

- namics and forecasting. *Annals of Finance*, à paraître, [Cnrs 3], [Aeres B].
- Sevi B., Le Pen Y. 2010. The impact of a shock on the correlations between three indices - the lehman brothers case (in French). *Revue Economique*, à paraître [Cnrs 3], [Aeres B].
- Sevi B., Le Pen Y. 2010. Volatility transmission and volatility impulse response functions in european electricity forward markets. *Energy Economics*, à paraître, [Cnrs 2], [Aeres A].
- Sevi B., Le Pen Y. 2010. What trends in energy efficiencies ? Evidence from a robust test. *Energy Economics*, 32, 702-708 [Cnrs 2], [Aeres A].
- Simon E., Noblet J.-P. 2010. Capacité d'absorption. *Revue de littérature, opérationnalisation et exploration : Gestion 2000*, N° automne 2010, à paraître [Cnrs 4], [Aeres B].
- Simon E., Pariente G., Pesqueux Y. 2010. Les dérives éthiques dans l'entreprise. *Management & Avenir*, N° 301-307, avril 2010, à paraître [Cnrs 4], [Aeres B].

Revue scientifique à comité de lecture (non répertoriées dans les bases de données internationales)

- Gauzente C., Guilloux V. 2010. Does psychological profile has something to do with satisfaction ? A french retailing franchisees study. *International Journal of Entrepreneurship and Small Business*, 11.
- Oueslati W. 2010. The economics stakes of landscape governance. *Revista Brasileira De Horticultura Ornamental*, Vol. 16, N°1, 60-67.
- Sagot-Duvaurox D. 2010. Quels modèles économiques pour les marchés de la photographie à l'heure du numérique ? *Cahiers Louis-Lumière* N°7, juillet (Preprint : <http://Culturevisuelle.Org/Regnum>).
- Sevi B., Chevallier J. 2010. Jump robust estimation of realized volatility in the EU ets. *Journal of Energy Markets*, 3, 1-19.
- Simon E., Joffre O. 2010. La Rcg : un premier bilan. *L'entreprise face au changement. Revue des Cas en Gestion*, N°2, Avril, 5-6.
- Simon E., Joffre O. 2010. Les Phénomènes d'adaptation à l'environnement. *L'entreprise face au changement, Revue des Cas en Gestion*, N°2, Avril, 25-27.
- Waters O'neill M. 2010. Transacting cultures. How cultural diversity and economic integration are leading the way towards a new brand for North America. *Nueva Revista de Lenguas Extranjeras*, Universidad Mendoza, Argentina (à paraître).



Site expérimental Agrocampus Ouest

Amélioration des sols urbains par l'apport de grandes quantités de matière organique

Objectif

Nos objectifs de recherche ont été: (1) d'étudier l'évolution de la matière organique ajoutée en grande quantité dans la fosse de plantation, (2) de mesurer les effets de cet apport sur la structuration du sol, la modification de ses propriétés physiques et le développement racinaire.

Contexte

Le sol urbain support des plantations est souvent le facteur le plus limitant car imperméable et rapidement compact. Le volume de sol disponible pour la colonisation racinaire est restreint notamment par la présence des réseaux souterrains. Pour augmenter la durabilité des plantations urbaines, les services espaces verts de ville essaient d'adapter les conditions agronomiques aux besoins des végétaux. De plus, dans un objectif de valorisation des déchets organiques, la couche de surface est enrichie avec de grandes quantités de composts organiques (40% v/v). Peu de travaux se sont intéressés aux effets de l'incorporation de grandes quantités de matières organiques dans les sols urbains.

Résultats

Le site expérimental était situé à Agrocampus Ouest Centre d'Angers. D'octobre 2004 à octobre 2009, nous avons réalisé des mesures sur 49 bacs de 600L, placés en conditions naturelles, remplis en 2 couches de substrat dont la première était enrichie avec 20 ou 40% v/v de matière organique (un compost de déchet vert et un compost de boue de station d'épuration et palettes broyées). Des *Ostrya carpinifolia* Scop, en racines nues, ont été plantés dans 21 bacs.

L'addition de grandes quantités de compost organique dans le sol reconstitué a eu un effet immédiat sur l'amélioration des propriétés physiques, puis sur leur maintien dans le temps (60 mois). La majeure partie de la dégradation physique de la matière organique, ainsi que les mécanismes

de structuration se sont réalisés pendant la première année. Après 24 mois, la décomposition des particules grossières des composts dans un matériau terreux peu ou pas structuré a permis de construire une structure stable de macro-grégats > 3mm et a favorisé la formation d'une nouvelle macro-porosité (pores > 1000µm). L'apport de grandes quantités de compost organique a aussi permis un développement considérable du système racinaire et plus particulièrement des racines fines par rapport au sol témoin.

Perspectives

L'ajout d'au moins 40% en volume de matière organique semble indispensable pour obtenir de bonnes propriétés physiques et chimiques du sol reconstitué pour la plantation d'arbre en volume restreint. Il faut cependant porter une attention particulière aux propriétés initiales du produit organique : physique (granulométrie), biologique (teneur en carbone et stabilité biologique) et chimique (teneur en nutriments et en métaux lourds).

De futures recherches sont nécessaires pour identifier l'interaction des racines et de la faune du sol sur la structure du sol riche en matière organique. L'objectif serait de développer un modèle générique de la structuration du sol après introduction de grandes quantités de matière organique. Ce modèle pourrait être un outil d'aide à la décision pour la construction ou la réhabilitation des sols urbains.

Partenaires

Le projet a été financé par l'ADEME, la région Pays de la Loire et Agrocampus Ouest.

Bibliographie

- Caubel V., Vidal-Beaudet, L., Grosbellet C. 2010. How compost improve the agronomic properties of planting holes. 2nd international conference on landscape and Urban Horticulture, Bologne 9-13 June 2009, *Acta Horticulturae*, 881, 517-524 (oral).
- Grosbellet C. 2008. Evolution et effets sur la structuration du sol de la matière organique apportée en grande quantité. Thèse de l'Université d'Angers, 237 p.
- Vidal-Beaudet, L., Caubel V., Olivier R. 2010. Street root development in topsoil amended with high level of compost. 2nd international conference on landscape and Urban Horticulture, Bologne 9-13 June 2009, *Acta Horticulturae*, 881, 511-516 (oral).
- Grosbellet C., Vidal-Beaudet L., Caubel V. and Charpentier S. 2011. Improvement of soil structure formation by degradation of coarse organic matter. *Geoderma*, 162:27-38.

Contact

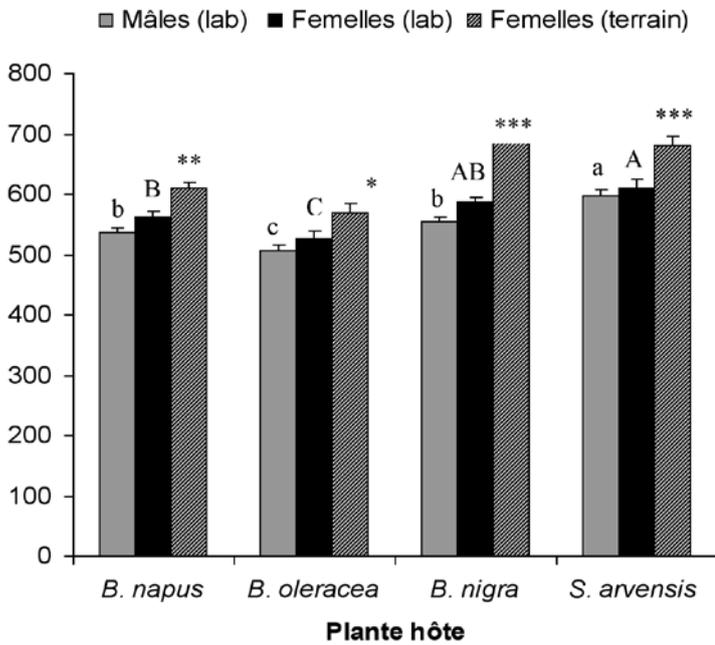
Laure VIDAL-BEAUDET, Unité Propre EPHOR, Agrocampus Ouest Centre d'Angers, 2 rue Le Nôtre, 49045 Angers cedex. Mél : laure.beaudet@agrocampus-ouest.fr

Revue scientifique à comité de lecture

- Cannavo P., Vidal-Beaudet L., Béchet B., Lassabatère L., Charpentier S. 2010. Spatial distribution of sediments and transfer properties in soils in a storm-water infiltration basin. *Journal of Soils and Sediment*, 10, 1499-1509.
- Cosentino D., Hallett, P.D., Michel J.C., Chenu C. 2010. Measuring small amounts of water repellency in soil: an appraisal of current methods. *Geoderma*, 159 (1-2).
- Grosbellet C., Vidal-Beaudet L., Caubel V., Charpentier S. 2011. Improvement of soil structure formation by fractionation of coarse organic matter. *Geoderma*, 162: 27-38
- Mesmoudi K., Soudani, A., Bournet P.E. 2010. Determination of the inside air temperature of a greenhouse with tomato crop under hot and arid climates, *J. Appl. Sc. in Environ. Sanitation*, 5(2), 110-122.
- Michel J.C., 2010. The physical properties of peat: a key factor for modern growing media. *Mires and Peat*, 6: Art. 2. (Online: www.mires-and-peat.net/map06/map_06_02.htm).

Communications colloques

- Cablé A., Bournet P.E., Morille B., Chassériaux G. 2010. Predicting the distributed climate inside a Venlo glasshouse with CFD considering the variation of solar radiation at daily time scale, *Greenhouse 2010, 28th International Horticultural Congress*, August 22-27, Lisboa.
- Chassériaux G., Gaschet O. 2010. A multifunctional dehumidifying heat pump for greenhouses, *Acta Horticulturae*, in press.
- Guillet J., Tawegoum R., Riadi R., Mille-roux G. 2010. Identification d'une unité de conditionnement d'air par l'approche multi-modèle. p186, *Conférence Internationale Francophone d'Automatique*, 2-4 juin, Nancy.
- Mesmoudi K. Soudani A., Bournet P.E., Bougoul S. 2010. Convection heat transfer conductance at the greenhouse cover : an experimental approach, p1-6, *2nd International Conference on Energy Conversion and Conservation CICME 2010*, April 22-25th, Hammamet, Tunisie.
- Mesmoudi K. Soudani A., Bournet P.E., Bougoul S. 2010. On the determination of the convection heat transfer conductance at the greenhouse cover under semi arid climatic conditions, *Greenhouse 2010, 28th International Horticultural Congress*, August 22-27, Lisboa.
- Michel J.C., Qi G., Charpentier S., Boivin P. 2010. Evolution of water repellency of organic growing media used in Horticulture and consequences on hysteretic behaviours of the water retention curve. *Austria; Geophysical Research Abstracts*, 12, 3455, *EGU, May 2-7 2010, Vienna*.
- Serir L., Benmoussa H., Bournet P.E. 2010. Thermal simulation of greenhouse under semi-arid climate. *Greenhouse 2010, 28th International Horticultural Congress*, August 22-27, Lisboa.
- Vidal-Beaudet L., Caubel V. 2010. Conduite de l'arbre en volume limité. p31-34, *12ème colloque scientifique de la SNHF «L'arbre vulnérable mais durable»*, 28 mai 2010, Paris.



Le parasitoïde *Diaeretiella rapae* est significativement plus grand lorsque son hôte *Brevicoryne brassicae*, le puceron du chou, se nourrit sur des adventices comme la moutarde des champs (*Sinapis arvensis*) ou la moutarde noire (*B. nigra*). Il est donc peut-être possible de favoriser ce parasitoïde en laissant quelques adventices en bordure de parcelles de chou (*B. oleracea*) ou de colza (*B. napus*).

Lutte biologique par conservation : le rôle des adventices

Objectif

Proposer de nouvelles stratégies de lutte contre les insectes ravageurs des cultures de Brassicacées par une gestion de la diversité végétale présente dans les parcelles et en bordure.

Contexte

L'équipe EIPI « Ecologie des Interactions Plantes Insectes » rattachée à l'UMR Bio3P « Biologie des Organismes et des Populations appliquée à la Protection des Plantes » travaille depuis deux ans sur les interactions trophiques plantes hôtes-insectes ravageurs-ennemis naturels afin de proposer des stratégies de lutte biologique par conservation qui pourraient conduire à une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires. Dans ce contexte, la prise en compte de la flore adventice représente une piste intéressante dans la mesure où ces espèces peuvent peut-être servir de plantes relais pour les auxiliaires des cultures.

Résultats

Le développement d'un ravageur important des cultures de Brassicacées, *Brevicoryne brassicae*, le puceron du chou, et de son principal parasitoïde, *Diaeretiella rapae*, a été comparé sur quatre espèces de plantes hôtes, deux espèces cultivées (*Brassica oleracea* – chou - et *B. napus* - colza) et deux espèces adventices

(*B. nigra* - moutarde noire - et *Sinapis arvensis* - moutarde des champs). Alors que les populations de pucerons du chou atteignent des taux de croissance similaires sur les différentes espèces de plantes hôtes, le parasitoïde se développe mieux sur les espèces adventices. En particulier, le parasitoïde est significativement plus grand lorsque son hôte se nourrit de moutarde des champs ou de moutarde noire, et ce résultat a été observé dans les parcelles ou en conditions de laboratoire pour les femelles parasitoïdes (voir Figure). Cette étude a permis de vérifier que malgré des caractéristiques morphologiques (présence de trichomes) et chimiques (présence et concentration en composés secondaires potentiellement toxiques) différentes de celles des cultures, les mauvaises herbes peuvent servir de plantes hôtes pour les ravageurs et pour leurs ennemis naturels.

Perspectives

Pour que les adventices jouent un rôle dans la dynamique des populations des niveaux trophiques supérieurs, il faut maintenant vérifier que les insectes ravageurs et leurs ennemis naturels sont attirés et colonisent les adventices. Si cela est le cas, une gestion des mauvaises herbes dans les parcelles et en bordure pourra ensuite être envisagée afin de favoriser les auxiliaires. Maintenir ce type de plantes près des cultures pourrait donc être opportun. Celles qui portent des fleurs pourraient même attirer d'autres ennemis des pucerons... mais hélas aussi d'autres ravageurs ! Favoriser les auxiliaires sans favoriser les ravageurs est une difficulté majeure de la lutte biologique par conservation.

Partenaires

UMR Bio3P Biologie des Organismes et des Populations appliquée à la Protection des Plantes, INRA - Agrocampus Ouest - Université de Rennes I.
Producteurs de choux des régions de l'Authion et de Chemillé.
Cette étude a été financée en partie par la Région Pays de la Loire.

Bibliographie

■ Le Guigo P., Qu Y., Le Corff J. 2010. Plant-mediated effects on a toxin-sequestering aphid and its endoparasitoid. *Basic and Applied Ecology* (in press).

Contact

Josiane LE CORFF, Agrocampus Ouest, UMR Bio3P, 2 rue Le Nôtre, 49045 Angers.
Mél : josiane.lecorff@agrocampus-ouest.fr

Revue scientifique à comité de lecture

- Bischoff A., Müller-Schärer H. 2010. Testing population differentiation in plant species ; how important are environmental maternal effects. *Oikos*, 119, 445-454.
- Bischoff A., Steinger T., Müller-Schärer H. 2010. The effect of plant provenance and intraspecific diversity on the fitness of four plant species used in ecological restoration. *Restoration Ecology*, 18:338-348.
- Colbach N., Darmency H., Tricault Y. 2010. Identifying key life-traits for the dynamics and gene flow in a weedy crop relative : sensitivity analysis of the GENESYS simulation model for weed beet. *Ecological Modelling*, 221, 225-237.
- Crémieux L., Bischoff A., Steinger T., Müller-Schärer H. 2010. Consequences of genetic introgression from foreign provenances into local plant populations. *American Journal of Botany*, 97:94-100.
- Vander Mijnsbrugge K., Bischoff A., Smith B. 2010. A question of origin: where and how to collect seed for ecological restoration? *Basic and Applied Ecology*, 11, 300-311.

Communications colloques

Orales

- Bischoff A., Warthemann G., Winter. 2010. Succession des prairies alluviales après conversion vers un usage traditionnel : l'importance de la dispersion et des conditions environnementales. Colloque en écologie des communautés végétales ECOVEG 6, Rouen.
- Crémieux L., Bischoff A., Heinz Müller-Schärer, Steinger T. 2010. Ecosystem effects of introducing non-local plants: Genetic introgression into local populations and interactions with other organisms. 7th European Conference of the Society of Ecological Restoration (SER), Avignon.
- Jaloux B. 2010. Cultures associées et contrôle des populations de pucerons, mécanismes et perspectives. Journées Techniques Fruits & Légumes Biologiques GRAB/ITAB, 14-15 décembre 2010, Angers.

- Le Guigo P., Rolier A., Le Corff J. 2010. Can I count on my neighbours to defend myself? 7th International Conference of Entomology, Louvain-la-Neuve, Belgique.
- Lormel C., Clément A., Jaloux B. 2010. Étude de la dynamique des populations de tigres du platane en milieu urbain par un système automatisé d'analyse d'images couleur. 16^{ème} Colloque National de la Recherche en IUT, Angers.
- Tricault Y. 2010. Paysage : quel impact sur les ravageurs et leurs auxiliaires ? Journées Techniques Fruits & Légumes Biologiques GRAB/ITAB, 14-15 décembre 2010, Angers.

Posters

- Jamont M., Cortes-Mora F., Crépel-lière S., Piva G., Jaloux B., Fustec J., Le Corff J. 2010. How to combine fertilization and biological control in low input agricultural systems. European Society for Agronomy (Agro2010). Montpellier.
- Lormel C., Jaloux B., Clément A. 2010. Control of damages caused by Sycamore lace bug on Platanus by image processing. 28th International Horticultural Congress (IHC). Lisboa, Portugal.

Mémoire de thèse

- Le Guigo P. Interactions trophiques entre des Brassicacées, des pucerons et un parasitoïde- Importance des plantes hôtes et des plantes voisines. Thèse de doctorat de l'Université d'Angers soutenue le 15 décembre 2010.

Mémoires de stage

- Hurault B. : Adaptation et différenciation génétique entre populations sauvages de moutarde noire *Brassica nigra*. Effets sur les interactions trophiques. Master 2, Université de Nantes, 2010.
- Ginet A. : Impact des cultures associées sur les interactions entre plantes hôtes et ravageurs des Brassicacées. Master 1, Université d'Angers, 2010.
- Lamarre E. : Relation entre la composition floristique des bordures de parcelles de Brassicacées légumières et l'infestation des cultures par les ravageurs et leurs ennemis naturels. Master 1, Université de Rennes 1, 2010.

- Protsenko Q. : Caractérisation des mécanismes de résistance par association pour une Brassicacée par attraction d'un parasitoïde. Master 1, Université d'Angers, 2010.
- Renault M. : Contraintes agronomiques et trame paysagère : quels déterminants pour le fonctionnement des populations d'insectes ravageurs et auxiliaires ? Master 2, BioVIGPA, Université d'Angers, 2010.

Action de culture scientifique et technique

- Le Corff J., Le Guigo P. 2010. Le puceron et la moutarde. *Têtes chercheuses*, Actualités et culture des sciences en Pays de la Loire, 13: 16-17.

Rubrique libre

Domaine pédagogique et expérimental d'Agrocampus Ouest

Actualités

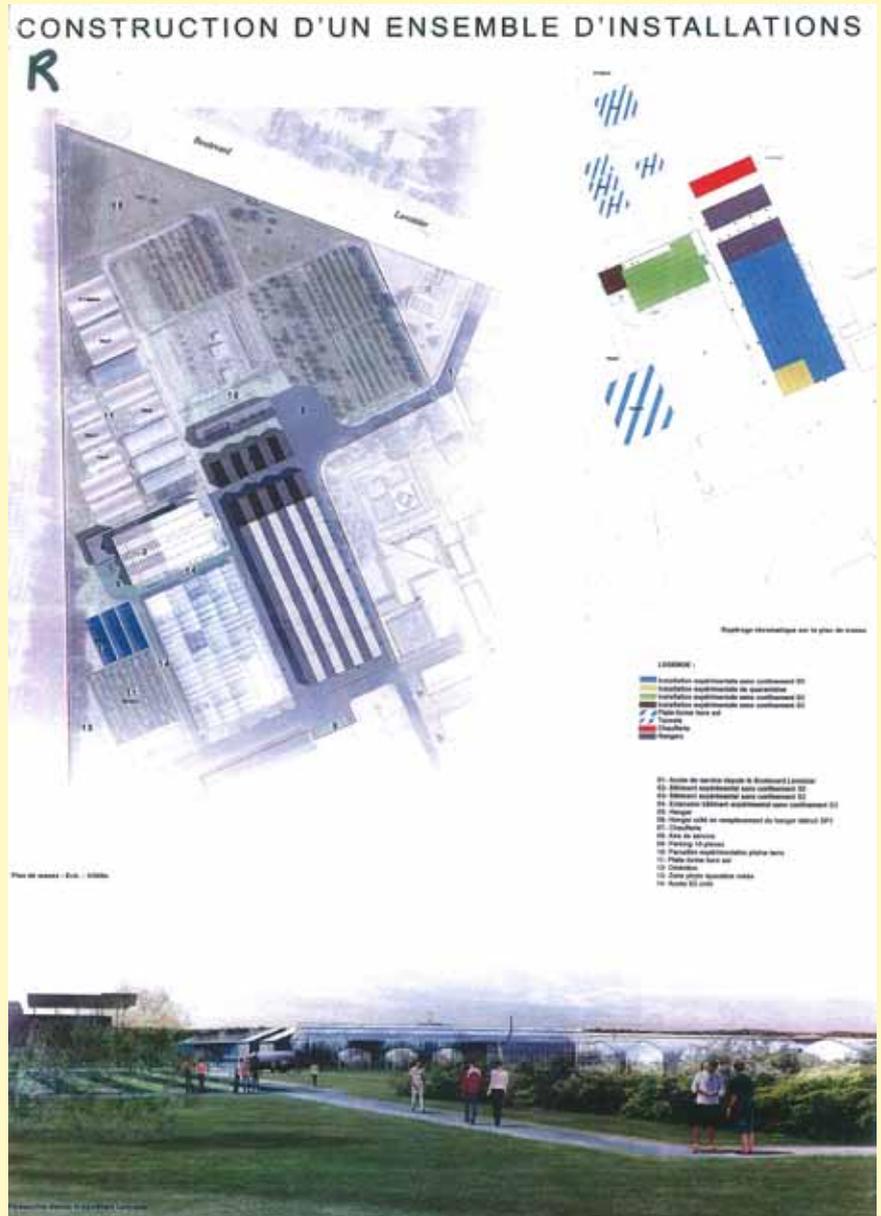
Le concours d'architecte pour la construction des nouvelles installations expérimentales s'est déroulé d'avril à octobre 2010. L'équipe Liard & Tanguy de Rennes a été retenue. Cette équipe est composée : Liard & Tanguy architectes, Arrdhor BET serre, Armor Ingénierie BET fluide, Inddigo BET environnement, SBC BET structure et Bagoth économiste de la construction. Le projet retenu positionne les nouvelles installations en face des serres Agrocampus Ouest et en extension des serres S2 (cf. Esquisse). Les nouvelles installations devraient être opérationnelles à l'été 2012.

Une option de chauffage biomasse est à l'étude pour l'ensemble des installations. Une autre étude énergétique est aussi en cours, maîtrise d'ouvrage Université d'Angers, avec la réalisation d'un réseau de chaleur à l'échelle du campus de Belle Beille.

Par ailleurs fin 2010, un accompagnement par le cabinet Didaction a débuté pour réfléchir à l'organisation de la future équipe INEM (fusions des équipes de serristes de l'INRA et du domaine pédagogique et expérimental d'Agrocampus Ouest).

Contact

Rémi GARDET, Responsable du domaine pédagogique et expérimental, Agrocampus Ouest, 2, rue Le Nôtre, 49000 Angers cedex. Mél : Remi.Gardet@agrocampus-ouest.fr



Esquisse du projet retenu dans le cadre du concours INEM : INStallations Expérimentales Mutualisées (Liard&Tanguy).

NOUVELLES DES UNITES

GenHort

L'année 2010 a été principalement marquée par la réussite de 2 projets déposés en réponse à des appels d'offre importants pour l'UMR GenHort :

- **le projet européen «Fruit Breedomics»**, coordonné par F. Laurens (UMR GenHort) a pour objectif d'améliorer l'efficacité de la sélection des arbres fruitiers en rapprochant la recherche scientifique en génétique des applications potentielles en sélection. Il porte essentiellement sur la pomme et la pêche. Mais, beaucoup des outils et méthodes développés par le projet profiteront aux autres espèces de la famille des Rosacées (poirier, cerisier, abricotier, fraisier, ...). Pour atteindre cet objectif, Fruit Breedomics fournira : i) des outils moléculaires et bioinformatiques pour améliorer l'efficacité de la sélection, ii) des géniteurs et des méthodes pour créer des variétés peu sensibles aux maladies et de bonne qualité répondant aux demandes des arboriculteurs et des consommateurs.



« Kick-off meeting » de Fruit Breedomics

Le consortium est composé de 24 partenaires : 18 instituts de recherche de différents pays européens : France, Espagne, Pays Bas, Italie, Suisse, Allemagne, Belgique, République Tchèque, Grande Bretagne et non européens : Israël, Afrique du Sud, Nouvelle Zélande et Chine. Cinq pépiniéristes, éditeurs et multiplicateurs de plants sont également partenaires.

Ce projet a débuté le 1er mars 2011 pour une durée de 4 ans ½. Son budget global est de 10M€. Il bénéficiera d'une subvention de l'UE de 6M€.

- **le projet collaboratif BRIO « Breeding, Research and Innovation on Ornamentals »** est un projet du FUI, avec un budget de 4M€ sur 4 ans, dont 1,6 seront pris en charge par l'état et la région. Ce projet a été monté avec le soutien du pôle de compétitivité Végépolys. Il associe des entreprises horticoles (6 groupements soient 23 entreprises), des chercheurs de l'UMR GenHort (V. Kapusta, V. Malécot) et la plate-forme d'innovation et de transfert de Végépolys, Valinov (A. Bellamy). BRIO porte sur 8 groupes d'espèces ornementales, appartenant à différentes branches de production (pépinière, annuelles à massif, fleurs coupées, plantes en pots, bulbes). L'objectif est de transférer aux entreprises des outils techniques et scientifiques qui permettent de raccourcir les délais en sélection variétale, et ainsi de favoriser la compétitivité et l'autonomie de la filière ornementale française, pour lesquelles l'innovation variétale semble un facteur clé.

L'originalité du projet tient dans sa généralité : appliquer à différents groupes d'espèces et avec des partenaires variés une méthodologie de prédiction amorcée sur un seul groupe d'espèce et avec un seul groupement. A l'issue des 4 ans les entreprises devraient disposer de moyens méthodologiques et techniques pour optimiser le choix des outils et des géniteurs à utiliser en innovation variétale.



Principales espèces étudiées dans le projet BRIO.

Six autres nouveaux contrats de recherche impliquant l'UMR ont également commencé en 2010 :

- AO Région Thématique Structurée « AI-FRUIT : Approche intégrative du déterminisme structural, génétique et écophysologique de la qualité des fruits », porté par BIA (2010-2013)
- AO Fédération pour le Recherche en Biodiversité « COREPOM : Construction d'une core collection représentative de la biodiversité cultivée à l'échelle nationale » coordonné par C.E. Durel (2010-2011)
- AIP Bioressources « LDCorePom », coordonné par C.E. Durel (2010-2011)
- Projet Innovant DGAP « ARYANE : Apple full transcriptome array », coordonné par Jean Pierre Renou (2010-2012)
- AO CASDAR « Rosa Fortissima » Rosier : maladies fongiques, (pilote par Astredhor (2010-2012)
- AO CTPS « Résistance carotte Alternaria », coordonné par Valérie Le Clerc (2010-2012)

NOUVELLES DES UNITES

PaVé

2010 a été une année de préparation à l'évaluation AERES et de réflexion à la fusion avec les autres UMR angevines partenaires de l'INRA pour la constitution de l'IRHS à partir du 1 janvier 2012. Les effectifs de l'UMR sont restés stables en 2010. Néanmoins, James Dat, professeur à l'Université d'Angers a quitté l'UMR et l'Université d'Angers pour prendre le poste de DGRT en Franche Comté.

Plusieurs contrats de recherche ont démarré en 2010. Un contrat bilatéral entre la France et le Maroc (PRAD 10-08) a débuté ; il vise à caractériser l'évolution d'une épidémie de Feu bactérien qui vient d'émerger au Maroc. Deux contrats nationaux ont été initiés. L'un, financé par l'ANR, s'appelle "Fungisohores" et vise à identifier des effecteurs chez *V. inaequalis* et de caractériser leur polymorphisme dans les populations du champignon. Les effecteurs sont des molécules clés du dialogue moléculaire entre les agents pathogènes et les plantes hôtes qui définissent soit la maladie soit la résistance. L'autre, financé par le fond REI de la DGA, vise à caractériser une bactérie non-pathogène des plantes et des animaux. Quatre projets financés par les collectivités locales ont démarré en 2010 : - le projet VENSEQ vise à déterminer la séquence nucléotidique du génome de *Venturia inaequalis* - le projet MODEMAVE vise à développer des modèles génétiques non spatialisés d'émergence de souches virulentes de tavelure du pommier. Les modèles visent à estimer le temps d'émergence des nouveaux mutants d'un agent pathogène vis-à-vis différents types de résistance: quantitative et qualitative - Des chercheurs de l'UMR PaVé sont également impliqués dans le projet PHENOTIC, notamment dans le volet qui vise à caractériser la progression des symptômes induit dans les feuilles après infection - Enfin, un projet MPIA (maturation de projets innovants en Anjou) a pour objet de consolider un outil moléculaire destiné à quantifier l'état d'induction de défenses d'un tissu de plante et pour lequel un dépôt de brevet a été effectué, afin de transférer cet outil vers les industriels du secteur de la phytoprotection.



Symptômes de nervation noire sur chou causés par *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*.

Quatre chercheurs post-doctoraux ont été accueillis dans l'UMR PaVé, et plusieurs étudiants étrangers ont séjourné pendant des périodes allant d'une semaine à un an dans l'UMR dans le cadre de collaboration, notamment à travers d'action COST. Une thèse a été soutenue par Nadia Mebdi-Hajri en décembre 2010.

La capacité d'accueil de doctorants dans l'UMR a significativement augmenté en 2010 puisque deux chercheurs (M-A. Jacques & B. Le Cam) ont soutenu leur HDR en 2010, ce qui porte à sept le nombre de directeurs de thèse potentiel dans l'UMR.

LBPV - Nantes

Cinq nouvelles personnes ont intégré le LBPV en 2009 :

- un enseignant-chercheur contractuel, Thomas Péron, sur un poste d'Attaché Temporaire d'Enseignement et de Recherche. T. Péron enseigne la biologie cellulaire, la physiologie végétale et les biotechnologies en Licence de Biologie et s'investit, en recherche, sur l'étude fonctionnelle des transporteurs *PrSUT* en système hétérologue (levure) et en protoplastes d'*A. thaliana*.
- un post-doctorant, Bathilde Auger qui après avoir réalisé sa thèse à l'UMR APBV de Rennes I sur le métabolisme des flavonoïdes dans la graine de colza, étudie les stimulants de germination des graines d'orobanche présents dans la rhizosphère du colza (Glucosinolates, Isothiocyanates et Strigolactones, programme ORODUR).
- Un doctorant en co-tutelle avec la Faculté des Sciences de Tunis, Ines Brahmi, dont le sujet de thèse est « Obtention et caractérisation de nouveaux génotypes de pois chiches par radiomutagenèse résistants à *Orobanche foetida* ».
- un assistant ingénieur contractuel, Marie Voisin, qui a pris en charge les analyses génétiques liées au programme STOCK OROBANCHE (projet Casdar)..
- un appui administratif contractuel, Lucile Morin, qui a pris en charge le suivi comptable et budgétaire du laboratoire.

Les projets débutés en 2010 sont :

- ORODUR « Résistance durable à l'orobanche chez le colza », financé par SOFIPROTEOL. Les partenaires du LBPV sur ce projet (2010-2012) sont le GIE Procolza (coordinateur) et l'UMR APBV (Rennes I).
- STOCK OROBANCHE « Développement d'une méthode moléculaire de quantification de l'orobanche rameuse dans les sols, et évaluation par cette méthode de l'efficacité de différentes pratiques culturales dans la lutte contre ce parasite ». Les partenaires du LBPV sur ce projet Casdar (2010-2012) sont le CETIOM (coordinateur), l'ITC et les Chambres d'Agriculture de Vendée et des Deux Sèvres.
- projet franco-tunisien, financé par le programme PHC-UTIQUE et administré par le CMCU. Ce programme a soutenu le séjour au LBPV en 2010 de deux chercheurs tunisiens et d'un doctorant en cotutelle.

NOUVELLES DES UNITES

Autres évènements à souligner en 2010 :

- Restructuration et équipement - mobilier de salles de manipulation au LBPV (50 m²), financé essentiellement par l'Université de Nantes (AAP Bonus Qualité Recherche)
- T. Péron a obtenu un AWARD lors du XVII^e Congress of the Federation of European Societies of Plant Biology (FESPB, Valencia, 4-9 Juin), récompensant la présentation de ses travaux de thèse (Poster).
- Labellisation par le Pôle Mer Bretagne du projet LUTOR « Bio-actifs d'origine marine contre le développement des orobanches dans les cultures ». Les partenaires du LBPV sur ce projet sont Timac Agro International (Groupe Roullier, coordinateur) et Maisadour Semences.

UVV

En 2010, l'Unité expérimentale Vigne et Vin (UVV) du centre INRA d'Angers comptait 11 permanents, dont 4 chercheurs et ingénieurs (dont un poursuivant une thèse en interne) et 7 techniciens et administratifs. L'unité dispose de bureaux, de laboratoires et d'un atelier pilote d'œnologie situés à Angers. Elle s'appuie sur un dispositif expérimental qui comprend des réseaux multi locaux de parcelles chez des viticulteurs et le domaine expérimental INRA de Montreuil-Bellay (49).

Depuis 2009, l'unité accueille une doctorante, Cécile Coulon, sur co-financement INRA-Région. L'unité est également laboratoire d'accueil pour un thésard du CNRS de Rennes dans le cadre du projet TERVICLIM sur l'évolution des terroirs viticoles en relation avec les changements climatiques. Un apprenti CAPA a été présent sur le site de Montreuil-Bellay de septembre 2009 à août 2010.

L'année 2010 constitue pour l'unité Vigne et Vin la quatrième 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, laboratoires GRAPPE et LARESS) et du développement (IFV et Cellule de cartographie des Terroirs Viticoles – CTV).

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 (A2PV – RESDUR) 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 ; un clone de Chenin et un de Cabernet franc ont été inscrits en pré-certifiés en décembre 2010. Le comportement de 4 cépages rouges en relation avec les changements climatiques est suivi depuis 1976. En juin 2010, une Plateforme Régionale d'Innovation (PRI) portée par le lycée Edgar Pisani de Montreuil-Bellay a été labellisée par la Région. Les partenaires principaux en sont l'INRA – UVV et l'IFV).

Depuis le 2^{ème} semestre 2007, l'UVV est partenaire du projet ANR Jeunes chercheurs « TERVICLIM » mentionné plus haut, projet piloté par une équipe du CNRS 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.

Depuis la fin de l'année 2010, l'UVV est partenaire d'un projet de Développement Rural national intitulé « ECOVITI ».

« Concevoir en partenariat une EcoViticulture ECONomiquement viable et ECOlogiquement responsable par rapport aux pesticides ». (Pilotage IFV Val de Loire – David Lafond). Dans la dynamique du plan ECOPHYTO 2018, ce projet s'inscrit dans une viticulture nettement moins dépendante des produits phytosanitaires dans des conditions économiquement acceptables. C'est un objectif ambitieux, car les marges de manœuvre existant en l'état actuel des connaissances ne permettent pas de l'atteindre directement, comme l'a montré l'étude ECOPHYTO R&D. Une modification globale des systèmes de culture viticoles est donc nécessaire. Le projet EcoViti vise à mettre en place la démarche et le partenariat pouvant accompagner cette rupture dans les systèmes viticoles.

NOUVELLES DES UNITES

Laboratoire GRAPPE

En 2010, l'unité a accueilli une nouvelle doctorante, Stéphanie DOUMOUYA qui travaille sur la « Compréhension des facteurs physiologiques et structuraux impliqués dans les changements de propriétés mécaniques de la baie de raisin au cours de son développement ». Cette thèse est réalisée sous la direction de Marc LAHAYE (directeur de thèse, BIA INRA Angers-Nantes) et René SIRET (co-encadrant, GRAPPE ESA Angers) et financée par les collectivités locales.

Mlle DOUMOUYA rejoint ainsi 5 autres doctorants déjà en thèse dont 2 en co-tutelle avec la Faculté des sciences et techniques de Béni Mellal – Maroc.

Deux autres personnes ont également été accueillies au sein de l'unité :

- Mlle Lawrence GENICA en contrat post-doctoral, financé par Région Pays de Loire pour 2 ans sur le sujet : « Profil mixte et description libre : deux méthodes de dégustation adaptées pour les professionnels du vin ? »

- Mlle Sophie MIGNOT en poste de technicienne du laboratoire (CDI).

L'équipe a également accompagné en avril 2010 la soutenance de la thèse de M Erwan BOURLES sur le sujet « Aptitude variétale des pommes à la transformation ; recherche d'indicateurs biochimiques de l'évolution de la texture de marqueurs d'intérêt nutritionnel ». Directeur de thèse : Pr Jean-Luc COURTHAUDON (INSERM U646) et Dr Emira MEHINAGIC (UPSP GRAPPE ESA Angers).

En octobre 2010, Emira Mehinagic a obtenu l'Habilitation à diriger les recherches sur le projet intitulé : « Texture des fruits : de la construction à la perception », sous la direction de Frédérique JOURJON (la directrice des recherches au Groupe ESA).

Contact

Emira MEHINAGIC, Groupe ESA UPSP GRAPPE, 55 Rue Rabelais, BP 30748, 49007 Angers cedex 01. Mél : e.mehinagic@groupe-esa.com. tél. 02 41 23 55 55.

Paysage

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

Fabienne Joliet, qui a obtenu une Bourse de l'Institut Polaire Français (IPEV) pour deux ans, a fait deux missions au Nunavik (Canada) en 2010, dans les communautés Inuites d'Umiujaq et de Kuujuarapik, ainsi que dans la communauté crie de Whapmagoostui. Deux autres missions sont programmées en mars et août 2011. Elle s'intéresse aux représentations et pratiques du paysage, dans le périmètre du futur Parc National Tursujuq. Elle s'attache à mettre en évidence les différentes perceptions et usages de ces paysages (discours, images et parcours) dans le but de les intégrer au projet, notamment le périmètre du parc, les tracés des sentiers, les toponymes, les zones de transit et d'accueil qui sont polémiques selon les acteurs québécois et les habitants Inuits et cris.

Dans ce contexte autochtone de tradition orale, qui consomme néanmoins de plus en plus d'images occidentales (TV, cinéma, Web) et reste représentée par l'imagerie eurocanadienne, Fabienne Joliet cherche à favoriser la création d'images paysagères autochtones avec ses propres codes. Ceci par le biais de Concours photographiques «paysage» et d'atelier de dessins d'enfants «paysage», afin de considérer l'ensemble des générations locales. «Regards Inuits sur le paysage, intimes génies des lieux» est en cours de publication aux Presses Universitaires du Québec, dans la collection trilingue Imagoboréal. Il s'agit d'un album, qui sous forme de carnet, présente les paysages favoris des habitants d'Umiujaq, issus du premier Concours photographique «paysage» organisé.

Arrivées

Fanny Romain, paysagiste DPLG, MCF en théorie et pratique du projet de paysage.

Anaïs Marshall, enseignante-chercheuse contractuelle en géographie physique (2010-2011).

Clémence Gault, doctorante en écologie du paysage (direction : Cyril Fleurant, co-encadrement : Hervé Daniel et Véronique Beaujouan).

Fanny-Anaïs Léger, doctorante en paysage (direction : Walid Oueslati, co-encadrement : Hervé Davodeau).

Départ

Jean Duchesne, retraite.

NOUVELLES DES UNITES

Appel à Projet

Le programme Patrimoines et trajectoires paysagères (PATRA), coordonné par l'équipe de recherche Paysage d'Agrocampus Ouest (Hervé Davodeau), et rassemblant des chercheurs d'Angers, Le Mans, Tours, Orléans, St Etienne, arrive à mi parcours (2010/2011). La recherche est organisée en volets traitant un objet particulier du paysage sur une section spécifique de la vallée : les épis de la Loire armoricaine, les moulins et barrages du bassin de la Maine, les bains et guinguettes de Blois à Orléans, les ouvrages de navigation du Bec d'Allier à Sully sur Loire, les tourbières de la Loire amont. La problématique commune rassemblant ces objets et terrains différenciés est construite autour des questionnements suivants : Comment le changement de statut des ports, plages, levées, épis etc. modifie t-il leurs formes ? Comment les valeurs actuelles (cadre de vie, paysage) s'appliquent-elles sur ces objets aux fonctionnalités économiques révolues ? Comment cette patrimonialisation génère-t-elle de nouvelles ressources pour les politiques publiques ?

A ce stade du programme, la phase de collecte des données est achevée pour chacun des volets, et le travail de terrain est presque terminé. Quelques résultats provisoires ont été produits et présentés au cours du colloque international « Paysages » en avril 2010 à Neuchâtel (Suisse) et d'autres seront communiqués lors du colloque « Hydrosystèmes continentaux et territoires européens confrontés aux différentes lois sur l'eau » à Suisse (Suisse) les 11-13 juillet 2011, et à Pau en septembre (« Patrimonialiser la nature : valeurs et processus »).

Stagiaire Master Recherche :

Merck Madlyn, Master 1 informatique, Université d'Angers.

EPHOR

L'année 2010 marque pour l'Unité EPHOR le début de deux projets importants :

- le programme collaboratif « Plantinov'ser » (2010-2013), inter-filières labellisé par le pôle de compétitivité Végépolys. Il regroupe des entreprises, des instituts de recherche et des acteurs institutionnels autour de la problématique de la réduction des coûts énergétiques et d'intrants en cultures sous serres. Soutenu financièrement par la Région Pays de Loire (450 K euros), par l'ADEME et France AgriMer. L'unité de recherche EPHOR, qui est intervenue dans l'élaboration du projet et la conception d'équipements, supervise le suivi technique, scientifique et l'interprétation des données.

- le démarrage fin 2010 du programme ADEME « Siterre » (2010-2013) avec le BRGM, l'IFFSTAR de Nantes, l'INP Nancy-Lorraine et l'association Plante et Cité d'Angers sur l'inventaire et la caractérisation des matériaux susceptibles d'être recyclés dans la reconstitution de sols en particulier pour les aménagements urbains ; EPHOR y traitera particulièrement le volet appréciation des propriétés physiques.

NOUVELLES THÈSES initiées en 2010

UMR GenHort

■ **JOURDAN Matthieu** : Impact de la variation nucléotidique de gènes de la voie de biosynthèse sur l'accumulation des caroténoïdes chez la carotte, directeur de thèse D. Peltier, encadrant E. Geoffriau.

UMR PaVé

■ **ROUSSEAU Céline** : Analyse du rôle du répertoire des effecteurs de type III et leur évolution dans la spécificité d'hôte et l'émergence des bactéries phytopathogènes, directeur de thèse S. Poussier.

■ **TERRASSON Emmanuel** : Caractérisation des facteurs de régulation de la maturation des graines de *Medicago truncatula* en lien avec la qualité sanitaire et physiologique, directeurs de thèse O. Leprince et M.A. Jacques.

UMR PMS

■ **DELAHAIE Julien** : Etude de la régulation de la maturation des graines récalcitrantes de la légumineuse *Castanospermum australe*, directrice de thèse J. Buitink.

■ **TERRASSON Emmanuel** : Caractérisation des facteurs de régulation de la maturation des graines de *Medicago truncatula* en lien avec la qualité sanitaire et physiologique, directeurs de thèse O. Leprince et M.A. Jacques.

UMR SAGAH

■ **BARBIER François** : Identification des déterminants moléculaires précoces de l'élaboration de la forme chez le rosier, directeur de thèse S. Sakr.

■ **FURET Pierre-Maxime** : Déterminisme trophique de la maïse en place du gradient de débourrement chez le rosier dans un environnement lumineux contrasté; directeur de thèse A. Vian; encadrants J. Lothier et V. Guérin.

LBPV

■ **BRAHMI Inès** : Obtention de nouvelles variétés de légumineuses résistantes à l'orobanche par mutagenèse et caractérisation des résistances; directeur de thèse P. Simier; encadrant Y. Mabrouk (Faculté des Sciences de Tunis).

Laboratoire SONAS

■ **BUDAN Alexandre** : Valorisation vétérinaire de plantes à saponines, directeur de thèse D. Guilet.

■ **MAHMOOD Khalid** : Etude phytochimique de Clusiaceae malaisiennes, directeur de thèse P. Richomme.

GRAPPE

■ **BAVAY Cécile** : Intégration de la variabilité du matériel végétal et des dégustateurs pour permettre une analyse sensorielle plus fiable, directrice de thèse E. Mehinagic.

■ **CHARLES Mathilde** : Déterminants sensoriels et leurs interactions, directrice de thèse E. Mehinagic, encadrant C. Prost.

■ **DOUMOUYA Stéphanie** : Compréhension des facteurs physiologiques et structuraux impliqués dans les changements de propriétés mécaniques de la baie de raisin au cours de son développement, directeur de thèse, Marc Lahaye, co-encadrant, René Siret.

UMR GRANEM

■ **COISNON Thomas** : Politiques d'aménagement, politiques agricoles et étalement urbain, directeur de thèse W. Oueslati

UP Paysage

■ **LEGER Fanny-Anaïs** : Evolution des pratiques et des métiers des paysagistes, directeur de thèse : W. Oueslati

NOUVEAUX POST-DOCTORATS initiés en 2010

UMR GenHort

- **CHAPUT-BARDY Audrey** : Analyse de la diversité génétique au sein des taxons sauvages apparentés à la carotte, encadrant E. Geoffriau, 12 mois.
- **KAWAMURA Koji** : Génétique quantitative de l'architecture du rosier de jardin : analyse architecturale et étude du déterminisme génétique, encadrant F. Foucher, 6 mois.

UMR PaVé

- **CAMARA Baba-Issa** : Modélisation de la dispersion de pathogènes à grande échelle dans un paysage agricole diversifié, encadrante N. Sapoukhina, 12 mois.
- **DUMUR Jerome** : Phosphoprotéome / pathogènes / semences, directeurs de thèse C. Champion et N. Bataillé, 12 mois.
- **ESSAKHI Salwa** : Sélection et caractérisation d'un simulant des bactéries Gram négatif potentiellement utilisable dans une agression biologique, encadrant C. Manceau, 18 mois.

UMR PMS

- **HUNDERTMARK Michaela** : Définition d'une empreinte fonctionnelle de la survie à l'état sec par comparaison protéomique de graines légumineuses orthodoxes et récalcitrantes, encadrant O. Leprince, 12 mois.
- **LE GALL Sophie** : Etude du phosphoprotéome en relation avec la tolérance à la dessiccation et la longévité chez les semences de *Medicago truncatula*, encadrante J. Buitink, 12 mois.
- **HINAULT Marie-Pierre** : Propriétés fonctionnelles de l'HSP22 mitochondriale, encadrant D. Macherel, 12 mois.
- **CHARRIER Aurélie** : Caractérisation de plantes transgéniques affectées dans l'expression de SAP1 et utilisation d'un système double hybride bactérien pour la recherche de protéines partenaires, encadrant E. Lelièvre, 12 mois.

RCIM

- **MURILLO Laurence** : Propriétés insecticides des dérivés de pyrazoline, encadrant C. Legros, 12 mois.

LBPV - Nantes

- **AUGER Mathilde** : Identification des stimulants de germination de l'orobanche rameuse, *Phelipanche ramosa*, présents dans la rhizosphère du colza, encadrant J.B. Pouvreau, 18 mois.

GRAPPE

- **LAWRENCE Génica** : Développement de méthodologies sensorielles adaptées à l'évaluation de la typicité des vins par les professionnels, encadrante E. Mehinagic, 12 mois.



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