

PRÉAMBULE

Cette année, l'édition de ce 3^{ème} volume des « faits marquants » a été coordonnée par l'Institut Fédératif de Recherche « Qualité et Santé du Végétal » (IFR 149 QUASAV) qui a vu le jour officiellement le 1^{er} janvier 2008. Les réflexions menées par toute l'équipe chargée de préparer ce projet depuis la rédaction du document de réponse à l'appel d'offre (avril 2007) jusqu'à la visite du comité d'expertise (fin août 2007) ont clairement permis d'identifier l'intérêt pour notre communauté d'un tel niveau de structuration. La communication et l'animation scientifiques sont inscrites parmi les missions prioritaires de l'Institut et à ce titre ce recueil commun de la production scientifique du pôle végétal constitue, à nos yeux, un outil incontournable.

Les contours de l'IFR n'étant pas figés et l'Institut ayant par essence une vocation fédératrice, l'ensemble des unités du domaine végétal du site angevin ainsi que les collègues Nantais du LBPV ont été invités à contribuer à ce rapport. Depuis 2007, le pôle végétal s'inscrit dans une dynamique d'extension de son périmètre à une échelle au moins régionale. Au niveau de nos tutelles, il faut citer la fusion des Centres INRA d'Angers et de Nantes effective au 1^{er} janvier 2008 et le projet avancé de création d'un Pôle de Recherche et d'Enseignement Supérieur (PRES) régional qui se traduira notamment par la mise en place d'une école doctorale thématique Végétal-Environnement-Nutrition-Agroalimentaire-Mer (VENAM) dès septembre 2008.

A un niveau plus académique le rapprochement Angers – Nantes dans le domaine des sciences du végétal a déjà commencé depuis plusieurs années avec en particulier une participation commune aux programmes du CER 2000-2006. Un bilan très positif des projets de recherche qui ont été développés dans ce cadre a été fait lors du Colloque Végétal et Semences co-organisé par les 3 programmes « Horticulture », « Semences » et « Qualité et typicité des produits » les 29 et 30 novembre 2007. Une partie de ces recherches se poursuivent depuis janvier 2007 dans le cadre du projet régional structurant « Construction et Santé du Végétal » (COSAVE) qui réunit plus d'une dizaine d'unités réparties sur les sites d'Angers et de Nantes.

A l'heure où il est déjà question de structuration ou au moins de coopération inter-régionale (création d'un Grand Etablissement INH Angers – Agrocampus Rennes, habilitation d'un master végétal unique à l'échelle du Grand-Ouest), il est indispensable d'accroître la visibilité de notre site et de marquer clairement son identité liée au végétal spécialisé. Ceci constitue l'objectif prioritaire du nouveau projet « Campus du Végétal », financé par le CPER 2007-2013, qui prévoit le regroupement sur le site de Beaucouzé de l'ensemble des forces de recherche sur le végétal et du pôle de compétitivité Végépolys (gouvernance du pôle et centres techniques d'innovation).

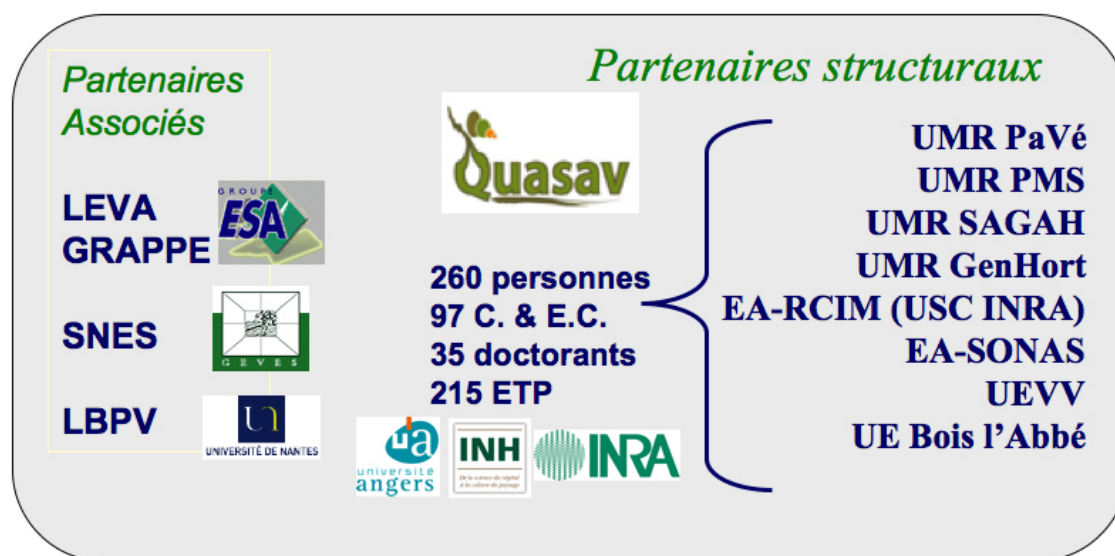
Philippe Simoneau
Professeur Université d'Angers
Directeur IRF Quasav,

Elisabeth Chevreau,
Directrice de Recherche INRA
Directrice adjointe IFR Quasav

Institut Fédératif de Recherche 149

QUASAV

Qualité et Santé du Végétal



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

Pôle végétal - IFR QUASAV et partenaires

SOMMAIRE

UMR GenHort - Génétique et Horticulture (INH - INRA - UA)	p 4
UMR PaVé - Pathologie Végétale (INH - INRA - UA)	p 10
UMR PMS - Physiologie Moléculaire des Semences (INH - INRA - UA)	p 22
UMR Sagah - Sciences AGronomiques Appliquées à l'Horticulture (INH - INRA - UA)	p 31
SONAS - Laboratoire des Substances d'Origines Naturelles et Analogues Structuraux (UA)...	p 35
UPRES RCIM - Récepteurs et Canaux Ioniques Membranaires (UA)	p 36
UEVV - Unité Expérimentale Vigne et Vin (INRA).....	p 38
LBPV - Nantes - Laboratoire de Biologie et Pathologie Végétale (UN)	p 42
Unité Propre LARGE (INH)	p 45
Unité Propre Paysage (INH)	p 48
PBI - Production Biologique Intégrée (INH)	p 54
Equipe Sciences du sol (INH)	p 56
LEVA - Laboratoire d'Ecophysiologie Végétale et d'Agroécologie (ESA)	p 57
GRAPPE - Groupe de Recherche en Agroalimentaire sur les Produits et Procédés (ESA)	p 61
UE Bois l'Abbé et la Rétuzière (INRA)	p 69
Domaine pédagogique et expérimental (INH)	p 70
Rubrique libre de la SNES - Station Nationale d'Essais de Semences (GEVES).....	p 71
Unité Service d'Etudes des Variétés, Brion (GEVES)	p 74
Colloques organisés par le pôle végétal en 2007	p 75
Nouveaux doctorats et post-doctorats initiés en 2007	p 77



Pommiers de types d'architecture contrastés (Photo: Equipe AFEF, INRA, Montpellier)

Décomposition de l'architecture du pommier en effets génétiques, ontogénétiques et climatiques, et détection de QTL.

Objectif

Le contrôle génétique de l'architecture et de la forme est une voie prometteuse chez les arbres fruitiers dans le but de réduire les coûts expérimentaux et environnementaux engendrés par les interventions agronomiques en verger (greffage, taille, éclaircissage, récolte). L'expression des caractères architecturaux résultant des effets combinés du génotype, de l'environnement et du stade de développement, notre objectif a donc été de décomposer ces trois effets pour rechercher des QTL spécifiques de l'effet génotypique ou de ses interactions avec l'âge de l'arbre et le climat.

Contexte de la réalisation

Ce fait marquant résulte d'une collaboration entre :

- l'équipe 'Architecture et Fonctionnement des Espèces Fruitières' (AFEF) de l'UMR DAP (Montpellier) qui coordonne le projet et réalise le phénotypage et l'analyse des données
- et l'équipe 'Bases génétiques de la résistance du pommier aux bioagresseurs' de l'UMR GenHort (Angers) qui a construit la carte génétique et a apporté son soutien méthodologique à la détection des QTL.

Le contrôle génétique de l'architecture et de la forme est une voie prometteuse chez les arbres fruitiers dans le but de réduire les coûts expérimentaux et environnementaux engendrés par les interventions agronomiques en verger (greffage, taille, éclaircissage, récolte). L'expression des caractères architecturaux résultant des effets combinés du génotype, de l'environnement et du stade de développement, notre enjeu a donc été de décomposer ces trois effets pour rechercher des QTL spécifiques de l'effet génotypique ou de ses interactions avec l'âge de l'arbre et le climat.

Résultats

Suite à une première analyse ayant révélé des QTL de caractères architecturaux en première année de croissance [1], une expérimentation pluri-annuelle conduite sur la même population implantée deux fois, à un an d'intervalle, a permis de distinguer les années climatiques des années de développement des arbres. La variance phénotypique a alors été décomposée par un modèle linéaire et la significativité des effets génotype, âge de l'arbre et année climatique, et de leurs interactions de premier ordre a été testée. L'originalité de la démarche a consisté à modéliser également dans le terme résiduel, les dépendances entre années successives et entre les différents axes d'un arbre par des matrices de variance-covariance [2].

Une sélection de modèle a été réalisée en fonction de la significativité des effets et de la structure des corrélations. Les meilleurs prédicteurs linéaires sans biais (BLUP) ont été estimés pour chacun des effets et des QTL ont été détectés. Cette détection s'est révélée plus efficace, et les QTL ont été interprétés comme résultant des effets génotypiques indépendants des effets climatiques et ontogénétiques, ou spécifiques d'un stage ontogénétique et/ou d'une année climatique [3].

L'ensemble de ces résultats ont fait l'objet de publications, et ont été exposés et discutés le 20 Décembre 2007 lors de la soutenance de thèse de V. Segura [4].

Perspectives, impact à terme

Cette nouvelle méthode d'analyse en deux étapes ouvre de nouvelles perspectives méthodologiques pour l'analyse des déterminismes génétiques chez les plantes pérennes. Elle sera appliquée aux étapes ultérieures de développement des pommiers pour étudier la régularité de production.

Bibliographie

- [1] Segura V., Denancé C., Durel C.E., Costes E., 2007. Wide range QTL analysis for complex architectural traits in a 1-year-old apple progeny. *Genome* 50: 159-171.
- [2] Segura V., Cilas C. and Costes E., Dissecting apple tree architecture into genetic, ontogenetic and environmental effects. I: Mixed linear modelling of repeated spatial and temporal measures. In press in *New Phytologist*.
- [3] Segura V., Durel C.E. and Costes E., Dissecting apple tree architecture into genetic, ontogenetic and environmental effects. II: QTL mapping. Submitted to *New Phytologist*.
- [4] Segura V. 2007. Etude des déterminismes génétiques de caractères morphologiques et architecturaux chez le pommier. Thèse de doctorat, Montpellier Supagro.

Partenaires

CIRAD (UPR Maîtrise des BioAgresseurs des Plantes Pérennes) pour la modélisation statistique.

Contacts

Evelyne Costes, UMR DAP - INRA, 2, Place Viala, 34060 Montpellier ; e-mail : costes@supagro.inra.fr
Charles-Eric Durel, UMR GenHort - INRA, BP60057, 49071 Beaucouzé cedex ; e-mail : charles-eric.durel@angers.inra.fr



Hydrangea 'Inovalaur' SEMIOLA ®

Hydrangea : nouvelle variété *Hydrangea* 'Inovalaur' SEMIOLA ® et ouvrage sur les ressources génétiques.

Objectif

L'objectif des travaux conduits sur l'*Hydrangea* depuis plusieurs années à l'UMR GenHort est de mieux connaître les ressources génétiques et les possibilités de croisements au sein de ce complexe d'espèces, afin de contribuer à l'élargissement de la gamme variétale disponible.

Contexte de la réalisation

Des travaux sur l'*Hydrangea* sont conduits depuis plusieurs années à l'UMR GenHort. D'une part, l'équipe INH poursuit des travaux de connaissance des ressources génétiques de ce genre et d'étude des barrières de reproduction. D'autre part, l'équipe INRA a une activité de création variétale en collaboration avec des entreprises de pépinière, dont l'objectif est de contribuer à la diversification des productions et d'apporter des caractères innovants répondant aux besoins de la filière ornement.

Résultats

Les travaux d'hybridation interspécifique ont été réalisés en 1999, entre un *Hydrangea* rustique (*Hydrangea anomala* subs. *petiolaris*) et un *Hydrangea* grimpant (*Hydrangea seemannii*). *Hydrangea* 'Inovalaur' SEMIOLA ® est un *Hydrangea* à port grimpant atteignant une hauteur de 2,50m et plus. Palissé contre un mur, il s'accroche à son support par ses racines aériennes,

sans l'abîmer. Son feuillage vert persistant est formé de feuilles de forme ovale-elliptique à limbe légèrement denté et d'aspect brillant ; les pousses printanières ont un aspect cuivré. En mai-juin, il montre de grandes inflorescences à étages : des fleurs fertiles principalement et quelques fleurs stériles simples de couleur blanc crème. La variété est plus résistante au froid que son parent *H. seemannii*. La variété a reçu la médaille de bronze au Salon horticole international Plantarium de Boskoop (Pays-Bas).

L'équipe INH de l'UMR a également valorisé son travail considérable sur les ressources génétiques de l'*Hydrangea*, avec la sortie d'un ouvrage de référence sur les ressources génétiques du genre *Hydrangea*.

Perspectives, impact à terme

La nouvelle variété vient accroître le portefeuille de variétés obtenues par l'INRA en co-obtention avec les partenaires du secteur privé et contribue à renforcer l'image de l'Institut dans la filière.

Bibliographie

■ http://www.inra.fr/les_partenariats/collaborations_et_partenaires/entreprises/en_direct_des_labos/hydrangea_une_co_obtention_inra_saphinov_primee_aux_pays_bas_en_aout_2007

■ http://www.sapho.fr/france/arbustes/hydrangeal/semiola/page_semiola.htm

■ Bertrand H., Becue, I., Relion D., 2007. Ressources génétiques du genre *Hydrangea* L. Bureau des Ressources Génétiques (Ed.), 246 pages

Partenaires

Les partenaires sont les entreprises de production de la pépinière d'ornement rassemblées dans le GIE Saphinov.

Valorisation

Protégée par COV européen, brevet américain ainsi que par marque déposée, la variété est éditée par le Sapho.

Contacts

Véronique Bellenot-Kapusta, UMR Génétique et Horticulture (GenHort) - INRA/INH/UA - BP 60057 - 49071 Beaucouzé cedex ; tél. : 02.41.22.57.77 ; e-mail : Veronique.Bellenot-Kapusta@angers.inra.fr

Claudie Lambert, UMR Génétique et Horticulture (GenHort) - INRA/INH/UA - Institut National d'Horticulture, 2 rue Le Nôtre, 49045 ANGERS Cedex, tél 02 41 22 54 26 ; e-mail : claudie.lambert@inh.fr



Publications

Revues scientifiques à comité de lecture

- Antofie A., Lateur M., Oger R., Patocchi A., Durel C.E., van de Weg W.E. 2007. A new versatile database created for geneticists and breeders to link molecular and phenotypic data in perennial crops : the AppleBreed DataBase. *Bioinformatics*, 23 (7), 882-891.
- Grapin A., Gallard A., Dorion N. 2007. Cryopreservation at the 'Institut National d'Horticulture' (INH) of Angers: past, present and future. *Advances in Horticultural Science*, 21 (4), 255-257.
- Khan M.A., Durel C.E., Duffy B., Drouet D., Kellerhals M., Gessler C., Patocchi A., 2007. Development of molecular markers linked to the 'Fiesta' linkage group 7 major QTL for fire blight resistance and their application for marker-assisted selection. *Genome*, 50, 568-577.
- Segura V., Denancé C., Durel C.E., Costes E., 2007. Wide range QTL analysis for complex architectural traits in a 1-year-old apple progeny. *Genome*, 50, 159-171.

Autres revues scientifiques

- Arène L., Bellenot-Kapusta V., Belin J., Cadic A., Clérac M., Decourtye L. 2007. Breeding program on woody ornamental plants in Angers – France. A collaboration of 32 years between Inra and Sapho. *Acta Horticulturae* 743, 35-38.
- Briard M., Le Clerc V., Suel A., Granger J., Dubois C., Peltier D., Geoffriau E. 2007. Genetic resources management with networks: the example of the network. *Acta Horticulturae* 760:99-104.
- Chevreau E., Taglioni J.P., Cesbron C., Dupuis F., Sourice S. 2007. Feasibility of alternative selection methods for transgenic apple and pear using detoxification gene Vr-ERE. *Acta Horticulturae* 738, 277-281.
- Durel C.E., Laurens F., Caffier V., Le

Cam B., Sapoukhina N. 2007. Les apports de l'innovation variétale : Recherches menées pour améliorer la résistance du pommier à la tavelure. *Innovations Agronomiques*, 1, 47-61.

■ Grapin A., Verdeil J.L., Escoute J., Dorion N., 2007. Histo-cytological changes in *Pelargonium* apices during the cryopreservation process: effect of the osmotic agent chosen for the preculture step. *Acta Horticulturae* 760: 195-202.

■ Hassanein A., Loridon K., Dorion N. 2007. Comparison of two transformation method efficiency using *Pelargonium* x *hortorum* 'Panaché Sud' protoplasts and leaf discs as explants. *Acta Horticulturae* 743, 127-132.

■ Lespinasse Y., 2007. Innovation variétale : Démarche partenariale engagée avec les pépiniéristes producteurs de plants de pommier. *Innovations Agronomiques*, 1:123-127.

Revues techniques

■ Belouin A., Cochet P., Boivin J.P., Lauri P.E. 2007. Entrée en production du poirier - favoriser l'expression naturelle de l'arbre jeune. *Réussir Fruits & Légumes*, N°263 (juin), 44-45.

■ Belouin A., Le Lézec M., Codarin S., Roche L., Hilaire C. 2007. Le comportement agronomique des variétés et mutants de poires rouges - résultats dans le Val de Loire (2è partie). *L'Arboriculture en Val de Loire* - Notre Région, janvier, 71-78.

■ Cadic A., Bellenot-Kapusta V., Arène L. 2007. *Hydrangea* : une co-obtention Inra-Saphinov primée aux Pays-Bas en août 2007.

http://www.inra.fr/les_partenariats/collaborations_et_partenaires/entreprises/en_direct_des_labos/hydrangea_une_co_obtention_inra_saphinov_primee_aux_pays_bas_en_aout_2007

■ Daunay M.C., Boccon-Gibod J., Cadic A., Mazier M., 2007. *Biotechnology and*

Horticulture. Chronica Horticulturae, 47 (1), 6-16

■ Lespinasse Y. 2007. Andorine et Andelène : deux cassissiers alliant qualités gustatives, productivité et résistance aux maladies. http://www.inra.fr/les_partenariats/collaborations_et_partenaires/entreprises/en_direct_des_labos/andorine_et_andelene_deux_cassissiers_alliant_qualites_gustatives_productivite_et_resistance_aux_maladies.

■ Pinon J., Cadic A. 2007. Les ormes résistants à la graphiose. *Forêt-entreprise*, N°175 (juillet), 37-41.

Ouvrages et chapitres d'ouvrages

■ Bertrand H., Becue, I., Relion D. 2007. Ressources génétique du genre *Hydrangea* L. Bureau des Ressources Génétiques (Ed.), 246 pages.

■ Lespinasse Y., Lauri P.E., 2007. Création variétale fruitière et choix culturaux au début du XXIè siècle. In : A. Jacobsohn (coord.), « Fruits du savoir - Duhamel du Monceau et la pomologie française ». Ecole Nationale Supérieure du Paysage de Versailles, p. 95-135.

■ Rosati C., Cadic A., Duron M., Simoneau, 2007. *Forsythia*. In : E.C. Pua & M.R. Davey (Ed.), « Biotechnology in Agriculture and Forestry, vol. 61 – Transgenic Crops VI ». Springer-Verlag, chapitre III.6, 299-318.

Communications colloques

■ Bellenot-Kapusta V., Belin J., Cadic A., Le Pocreau N., Simoneau F. 2007. Caractérisation d'hybrides d'arbustes ornementaux (*Abelia*, *Caryopteris*, *Lonicera*) par ISSR et accélération de la diffusion des variétés par culture in vitro. Colloque « Végétal et Semences », Angers, 29-30 novembre 2007 (communication orale).

- Boedo C., Chevalier M., Briard M., Le Clerc V., Simoneau P., Poupard P., 2007. Quantification of *Alternaria dauci* biomass during the interaction with two carrot cultivars and microscopic study of fungus development. Symposium Carotte, Arcachon, septembre 2007 (poster).
- Bus V., Rikkerink E., Aldwinckle H.S., Durel C.E., Gardiner S., Gessler C., Groenwold R., Laurens F., Le Cam B., Luby J., Meulenbroek M., Parisi L., Patocchi A., Plummer K., Schouten H.J., Tartarini S., van de Weg E. Nomenclature of *Venturia inaequalis* races. XIIth EUCARPIA Symposium on Fruit Breeding and Genetics, 16-20 September 2007, Zaragoza, Espagne (communication orale).
- Cadot Y., Chevalier M., Minana-Castello M.T., 2007. Localization and quantitative determination of flavan-3-ols in grape berry skins during ripening. 5th symposium *in vino Analytica Scientia*. Melbourne (Australie), 22-25 July 2007 (poster).
- Cadot Y., Chevalier M., Barbeau G., 2007. Polyphenols in grape berries skins : histochemistry method to improve the understanding of evolution of phenolics during ripening and site and climate effect. 5th symposium *in vino Analytica Scientia*. Melbourne (Australie), 22-25 July 2007 (communication orale).
- Cadot Y., Minana Castello M.T., Champenois R., Barbeau G., Chevalier M., 2007. Les procyanidines de la baie de raisin. Approches histologiques et biochimiques pour l'étude de leur évolution et de leur importance œnologique. Colloque « Végétal et Semences », Angers, 29-30 novembre 2007 (communication orale).
- Caffier V., Calenge F., Devaux M., Durel C.E., Expert P., Freslon V., Gladioux P., Guérin F., Le Cam B., Sapoukhina N., 2007. Interaction pommier/*venturia inaequalis* : de la connaissance du pathogène à la construction et la gestion de génotypes à résistance durable. Colloque « Végétal et Semences », Angers, 29-30 novembre 2007 (communication orale).
- Chevalier M., Tellier M., Bruyninckx M., Georgeault S., Lespinasse Y., 2007. Behaviour studies of new strains of *Venturia inaequalis* isolated from 'Conference' cultivar on a range of pear cultivars. 10th International Pear symposium. Lisbonne (Portugal), 22-26 May 2007, *Acta Horticulturae* (à paraître).
- Chevalier M., Tellier M., Cadot Y., Barbeau G., 2007. Les apports des analyses histo-cytochimiques dans la caractérisation de la texture et la localisation de certains composants de la pomme et de la baie de raisin. Colloque « Végétal et Semences », Angers, 29-30 novembre 2007 (communication orale).
- Chevalier M., Tellier M., Caffier V., Lespinasse Y., 2007. How to optimize the *Venturia pirina* inoculation on pear leaves in greenhouse conditions ? 10th International Pear symposium. Lisbonne (Portugal), 22-26 May 2007, *Acta Horticulturae* (à paraître).
- Chevreau E., Djennane S., Loridon K. Chélation du fer : une stratégie de transgénèse pour la résistance du pommier au feu bactérien. Colloque « Végétal et Semences », Angers, 29-30 novembre 2007 (communication orale).
- Daguin F., 2007. Caractérisation d'hybrides somatiques de *Pelargonium* par hybridation in situ. Colloque « Végétal et Semences », Angers, 29-30 novembre 2007 (communication orale).
- Djennane S., Cesbron C., Sourice S., Loridon K., Chevreau E., 2007. Production of transgenic pear plants expressing ferritin gene with the aim to reduce fire blight susceptibility. XIIth EUCARPIA Symposium on Fruit Breeding and Genetics, 16-20 September 2007, Zaragoza (Espagne) (poster).
- Djennane S., Cesbron C., Sourice S., Loridon K., Chevreau E., 2007. Marker-free transgenic pear production by inducible expression of R-recombinase. ISHS International Symposium on Genetic transformations - challenges and possibilities for horticulture of the world. 16-20 September 2007, Ski (Norvège) (poster).
- Dorion N., Peltier D., 2007. Caractérisations phénotypiques et moléculaires : avancées cognitives sur la structuration des collections d'espèces horticoles et conséquences pour la valorisation des ressources génétiques. Colloque « Végétal et Semences », Angers, 29-30 novembre 2007 (communication orale).
- Durel C.E., 2007. Cartographie de la résistance du pommier à la tavelure par utilisation de multiplex SSR sur la plate-forme de génotypage OUEST-Genopole. Journée d'animation Ouest-Genopole. Angers, 25 Janvier 2007 (communication orale).
- Evans K.M., Fernández F., Laurens F., Feugey L., van de Weg W.E. Harmonising fingerprinting protocols to allow comparisons between germplasm collections - *Malus / Pyrus*. XIIth EUCARPIA Symposium on Fruit Breeding and Genetics. Zaragoza (Espagne), 16-20 September 2007 (poster).
- Geoffriau E. Caractérisation de la diversité génétique de variétés anciennes et modernes de carotte. Colloque « Végétal et Semences », Angers, 29-30 novembre 2007 (communication orale).
- Gianfranceschi L., Dunemann F., Evans K., Gessler C., Guerra W., Komjanc M., Lateur M., Laurens F., Kellerhals M., Ryder C., Sansavini S., Tomala K., van de Weg E., Zurawicz E., HiDRAS : an integrated European project adopting a pedigree-based approach to investigate apple fruit quality traits. XIIth EUCARPIA Symposium on Fruit Breeding and Genetics. Zaragoza (Espagne), 16-20 September 2007 (communication orale).
- Jourjon F., Mehiginiac E., Camps C., Guillermin P., Bertrand D., Laurens F., Barbeau G., Renard C., Vigouroux B., 2007. Différentes approches de la mesure de la texture des pommes et raisins. Colloque « Végétal et Semences », Angers, 29-30 novembre 2007 (communication orale).
- Khan M.A., Durel C.E., Duffy B., Drouet D., Kellerhals M., Gessler C., Patocchi A. Identification and validation of QTLs linked to fire blight resistance in *Malus* and their applicability in marker-assisted selection. XIIth EUCARPIA Sympos-

Suite Publications

sium on Fruit Breeding and Genetics. Zaragoza (Espagne), 16-20 September 2007 (communication orale).

■ Kouassi A.B., Laurens F., Costa F., Tartarini S., Evans K., Fernandez F., Govan C., Boudichevskaja A., Dunemann F., Antofie A., Lateur M., Stankiewicz-Kosyl M., Soska A., Tomala K., Lewandowski M., Rutkowski K., Zurawicz E., Guerra W., Barbaro E., Mott D., Durel C.E. Estimation of genetic parameters of apple fruit quality traits using pedigreed plant material from eight European countries. XIIth EUCARPIA Symposium on Fruit Breeding and Genetics. Zaragoza (Espagne), 16-20 September 2007 (communication orale).

■ Kouassi A.B., Laurens F., Mathis F., Costa F., Tartarini S., Gobbin D., Patocchi A., Rezzonico F., Evans K., Fernandez F., Govan C., Boudichevskaja A., Dunemann F., Lateur M., Stankiewicz-Kosyl M., Soska A., Tomala K., Lewandowski M., Rutkowski K., Zurawicz E., Guerra W., Barbaro E., Komjanc M., Mott D., Gianfranceschi L., van de Weg E.W., Jansen H., Voorrips R., Bink M. and Durel C.E. Pedigree-based QTL mapping for fruit firmness in apple using a bayesian approach. XIIth EUCARPIA Symposium on Fruit Breeding and Genetics. Zaragoza (Espagne), 16-20 September 2007 (poster).

■ Lateur M., Bronislovas Gelvonauskis R.O., Antofie A., Ellen E.J., Kellerhals M., Dapena E., Mader S., Hanke V., Hjalmarsson I., Ikase L., Blazek J., Kullaj E., Laurens F. and Maggioni L. ECPGR working group on *Malus* & *Pyrus* genetic resources: a unique opportunity for European collaborations. XIIth EUCARPIA Symposium on Fruit Breeding and Genetics. Zaragoza (Espagne), 16-20 September 2007 (poster).

■ Laurens F., Kouassi A., Lebreton F. and Pitiot C. Estimation of genetic parameters and environmental effects from the French dessert apple breeding programme. XIIth EUCARPIA Symposium on Fruit Breeding and Genetics.

Zaragoza (Espagne), 16-20 September 2007. (communication orale).

■ Laurens F., Kouassi A., Durel C.E. 2007. Déterminants génétiques de la texture de la pomme. Colloque « Végétal et Semences ». Angers, 29-30 novembre 2007. (communication orale).

■ Lespinasse Y., Chevalier M., Durel C.E., Guérif P., Tellier M., Denancé C., Belouin A., Robert P. 2007. Pear breeding for scab and psylla resistance. 10th International Pear symposium. Lisbonne (Portugal), 22-26 may 2007, *Acta Horticulturae* (à paraître).

■ Lespinasse Y. 2007 Review of Pome Fruit Breeding in Europe ; what strategies for the near future ? XIIth EUCARPIA Symposium on Fruit Breeding and Genetics. Zaragoza (Espagne), 16-20 September 2007 (communication orale).

■ N'Diaye A., van de Weg W.E., Dunemann F., Tartarini S., Durel C.E. 2007. An integrated map of the apple genome based on four mapping populations dedicated to an integrated detection. XIIth EUCARPIA Symposium on Fruit Breeding and Genetics. Zaragoza (Espagne), 16-20 September 2007 (poster).

■ Patocchi A., Fernandez F., Evans K., Silfverberg-Dilworth E., Matasci C.L., Gobbin D., Rezzonico F., Boudichevskaja A., Dunemann F., Stankiewicz-Kosyl M., Matisse F., Soglio V., Gianfranceschi L., Durel C.E., Toller C., Cova V., Mott D., Komjanc M., Barbaro E., Costa F., Voorrips R.E., Yamamoto T., Gessler C., van de Weg E. Development of a set of apple SSRs markers spanning the apple genome, genotyping of HiDRAS plant material and validation of genotypic data. XIIth EUCARPIA Symposium on Fruit Breeding and Genetics. Zaragoza (Espagne), 16-20 September 2007 (communication orale).

■ Pernet A. 2007. La diversité des *Rosa gallica*. Colloque « Végétal et Semences ». Angers, 29-30 novembre 2007 (communication orale).

■ Regnard, J.L., Segura V., Merveille N., Durel C.E., Costes E. 2007. QTL analysis

for gas exchange in an apple progeny grown under atmospheric constraints. XIIth EUCARPIA Symposium on Fruit Breeding and Genetics. Zaragoza (Espagne), 16-20 September 2007 (communication orale).

■ Sapoukhina N., Durel C.E., Le Cam B., 2007. Virulence evolution in multilocus gene-for-gene systems : the effects of spatial arrangement of resistant host genotypes. International Meeting on Population and Evolutionary Biology of Fungal Symbionts. Ascona (Switzerland), 29 april-04 may 2007 (communication orale).

■ Segura V., Durel C.E., Costes E. 2007. QTL analysis for growth and branching traits annually assessed along the trunk in a 3 year old apple progeny. XIIth EUCARPIA Symposium on Fruit Breeding and Genetics. Zaragoza (Espagne), 16-20 September 2007 (poster).

■ Simard M.H., 2007. Hybridation interspécifique et sélection de porte-greffe de poirier. Colloque « Végétal et Semences ». Angers, 29-30 novembre 2007 (communication orale).

■ Soufflet-Freslon V., Kouassi A.B., Laurens F., Mathis F., Gobbin D., Patocchi A., Rezzonico F., Evans K., Fernandez F., Boudichevskaja A., Dunemann F., Stankiewicz-Kosyl M., Komjanc M., Mott D., Gianfranceschi L., van de Weg W.E., Bink M., Durel C.E. 2007. Pedigree-based mapping of scab resistance QTL in apple. XIIth EUCARPIA Symposium on Fruit Breeding and Genetics. Zaragoza (Espagne), 16-20 September 2007 (communication orale).

■ Soufflet-Freslon V., Parisi L., Gianfranceschi L., Patocchi A., Durel C.E. 2007. One step towards the analysis of the scab resistance genetic determinism of the apple cultivar « Dölmener Rosenapfel. XIII International Congress on Molecular Plant-Microbe Interactions. Sorrento (Italy), 21-27 july 2007 (poster).

■ Stankiewicz-Kosyl M., Nowicka A., Krajewski P., Tomala K., Soska A., Laurens F., Govan C., Lateur M., Costa F., Tarta-

rini S., Guerra W., Lewandowski M., Rutkowski K., Zurawicz E., Gianfranceschi L., Durel C.E., Mathis F., Barbaro E., Mott D., Patocchi A., Gobbin D., Fernandez F., Evans K., Dunemann F., Boudichevskaja A., Jansen J., van de Weg E., 2007. QTL analysis of acidity in apple using pedigree-based approach. XIIth EUCARPIA Symposium on Fruit Breeding and Genetics. Zaragoza (Espagne), 16-20 September 2007 (communication orale).

■ Tharaud M., Brisset M.N., Caffier V., Chevalier M., Durel C.E., Lemarquand A., Paulin A., Parisi L., Robert P. 2007. Potentialités des inducteurs de défense dans la lutte contre les bioagresseurs du pommier. Colloque « Végétal et Semences ». Angers, 29-30 novembre 2007 (communication orale).

■ van de Weg E., Jansen H., Bink M., Voorrips R., Durel C.E., Laurens F., Dunemann F., Evans K., Patocchi A., Guerra

W., Komjanc M., Lateur M., Kellerhals M., Ryder C., Sansavini S., Tomala K., Zurawicz E., Gianfranceschi L. 2007. QTL mapping in multiple, pedigreed populations: the concept and the framework of the statistical procedures. XIIth EUCARPIA Symposium on Fruit Breeding and Genetics. Zaragoza (Espagne), 16-20 September 2007 (communication orale).

Mémoires de stages

■ Barbarin F. 2007. Sélection variétale de pommes destinées à la compote. Master 1, ISA – Lille. 18 pages + annexes.

■ Haouy A. 2007. Amélioration d'un protocole de transformation génétique chez le rosier. Validation fonctionnelle du gène RGA candidat à la remontée de floraison. Master 2 « Biologie et Technologies du Végétal », Université d'Angers, 38 p. + annexes.

■ Le Couviour F. 2007. Implication des gènes de la voie des gibberellines dans le contrôle de la floraison chez le rosier. Master 2 « Science du Végétal », Université Paris-Sud, 30 p.

■ Meyrueis C., 2007. Inflorescence et remontée de floraison chez les genêts cultivés. Master 1, ENIHP - Angers, 13 p.

■ Pays M. 2007. Farinosité de la pomme. Master 2, Université Paris-Sud XI, 30 p.

Information et culture scientifique et technique

■ Cadic A., Chevreau E., Dorion N., Grapin A., 2007. Réunion organisée par l'Association des Sélectionneurs Français et l'UMR-GenHort sur le thème : « Application des techniques de biologie cellulaire à l'amélioration des plantes à multiplication végétative ». Inra - Centre d'Angers, 26 et 27 septembre 2007.



Rubrique libre

Nouveaux partenariats :

L'année 2007 a vu la réussite d'un nouveau **projet CTPS sur le développement de techniques de transformation génétique du rosier**. Ce projet, d'une durée de 3 ans, associe l'UMR GenHort, le laboratoire Reproduction et Développement des Plantes de l'Ecole Normale Supérieure de Lyon, l'Unité CNRS 6161 «Transport des assimilats» de Poitiers, et deux partenaires privés (GENIFLORE SARL, Poitiers et les Pépinières et roseraies G.Delbard, Malicorne). A noter également la réussite d'un nouveau projet du pôle de compétitivité Végépolys : **INNOVA-CIDRE**, pour la rénovation du verger cidricole du Grand-Ouest.

Cette quatrième année d'existence de l'UMR a été marquée par le déroulement de l'évaluation collective, qui a nécessité un important travail de tous les agents de l'UMR sur près d'un an. Le résultat de ce processus d'évaluation est le renouvellement en UMR pour 4 ans, avec inscription en UMR de type « E, type 3 », pour préparer le rapprochement avec l'UMR 462 Sagah sous sa nouvelle configuration.

Les contours de l'UMR GenHort ont également changé au 1^{er} janvier 2008, avec l'intégration dans l'UMR de 5 collègues de l'INH, qui appartenaient précédemment à l'UMR Sagah :

- Mickaël Delaire (MC)
- Pascale Guillermin (MC)
- Christian Le Morvan (TFR)
- Valéry Malécot (MC)
- Jean Claude Mauget (PR)



Chou atteint de nervation noire des crucifères causée par *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*

L'analyse de la pathogénie de *Xanthomonas campestris* a montré que les souches de cette espèce se divisent en trois pathovars causant trois maladies distinctes sur les Crucifères.

Xanthomonas campestris (Vauterin et al., 1995) est une espèce bactérienne définie par des caractéristiques génomiques (similarité génomique définie par hybridation ADN/ADN) et phénotypiques. Toutes les souches de cette espèce partagent la caractéristique d'être isolées de crucifères. Les pathovars sont des entités définies par la propriété de provoquer les mêmes symptômes sur la plante sur laquelle ils ont été isolés et sur une gamme d'hôte commune. La subdivision en six pathovars de l'espèce *X. campestris* était floue, et entraînait une polémique depuis plusieurs années.

Objectif

L'objectif de ce travail est de caractériser finement la réponse d'une gamme d'hôte (*Brassica*, *Raphanus*, *Matthiola*, *Cheranthus*, *Iberis* et *Barbarea*) à l'inoculation d'une gamme de souches représentatives de l'espèce *X. campestris*. Afin de réaliser une étude complète sur le type d'interaction entre *X. campestris* et les Brassicacées, nous nous sommes attachés à définir les races de chacune des souches étudiées.

Contexte de la réalisation

Cette étude constitue une partie de la thèse d'Emilie Fargier soutenue le 29 mai 2007. Emilie Fargier a bénéficié d'une bourse co-financée par le GEVES et la Région des Pays de la Loire. Ce projet a également été soutenu par la Région des Pays de Loire et les collectivités locales angevines comme un des projets du programme « Semences » du CER 2000-2006.

Résultats

Au terme de notre étude sur le pouvoir pathogène des différentes souches de notre collection et en accord avec la définition des pathovars de Young et al., (1978), nous pouvons conclure qu'il existe, au sein de *X. campestris*, seulement trois pathovars responsables de trois maladies distinctes :

- la nervation noire est provoquée par *X. c.* pv. *campestris* sur des plantes de la famille des Brassicaceae. Nous proposons que toutes les souches provoquant la nervation noire sur au moins une Brassicaceae soient regroupées dans le pathovar *X. c.* pv. *campestris*.
- La maladie des taches foliaires est occasionnée par *X. c.* pv. *raphani* sur des plantes de la famille des Brassicaceae et quelques plantes de la famille des Solanaceae. Nous incluons dans ce pathovar la souche séquencée 756C identifiée comme *X. c.* pv. *armoraciae* et nous ne soutenons pas l'existence d'une autre maladie des taches foliaires causée par *X. c.* pv. *armoraciae*.
- La maladie du dépérissement des giroflées est provoquée par *X. c.* pv. *incane*.

Nous avons également mis en évidence qu'il existe des souches disponibles dans les collections internationales de micro-organismes de *X. campestris* pour lesquelles nous n'avons pas pu déterminer d'hôte sensible. Nous proposons que ces souches qui n'induisent aucun symptôme sur Brassicaceae, dont leur plante hôte d'origine, perdent leur nomenclature en pathovar et soient nommées *X. campestris*.

Nous avons montré l'existence de trois races supplémentaires aux six races précédemment décrites au sein de *X. c.* pv. *campestris*. Les souches séquencées ATCC33913 et Xcc8004 appartiennent respectivement à la race 3 et à la race 9, une des nouvelles races décrites.



Nervation noire sur chou causée par
X. c. pv. campestris



Taches bactériennes sur chou causée par
X. c. pv. raphani



Dépérissement des giroflées causée par
X. c. pv. incanae

Perspectives / retombées

La caractérisation précise des pathologies bactériennes des Crucifères et des entités pathologiques correspondantes (pathovars et races) est un préalable indispensable à l'étude de cette espèce et au développement de moyens de lutte contre les bactérioses : sélection de variétés résistantes et méthode de contrôle sanitaire des semences et des plants.

Ces résultats vont servir de base à l'étude phylogénétique de *X. campestris* et de la structure des populations et des pathovars au sein de cette espèce et à l'amélioration des procédures de détection de ces agents pathogènes dans les semences de Crucifères.

Partenaires

GEVES - SNES.

Bibliographie

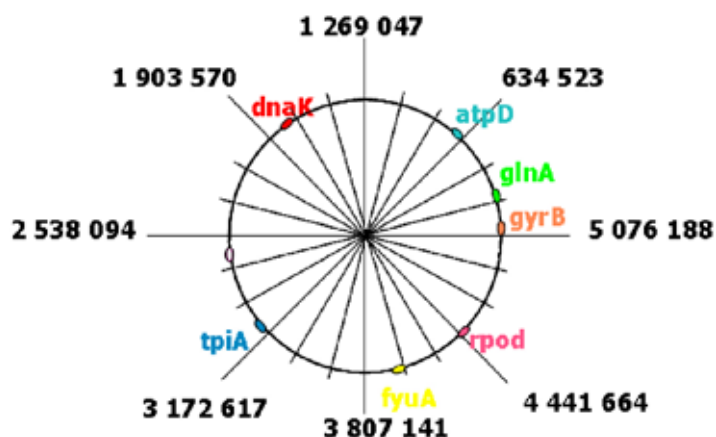
■ Fargier E. 2007. L'étude de la pathologie de *Xanthomonas campestris* et de la structure génétique de ses pathovars a permis l'amélioration de la détection du pathogène dans les semences de Brassicacées. Thèse de doctorat 232 p., soutenue le 29 mai 2007. Université d'Angers.

■ Fargier M., Manceau C. 2007. Pathogenicity assays restrict the *Xanthomonas campestris* species (Vauterin et al., 1995) into three pathovars and reveal nine races within *X. campestris* pv. *campestris* *Plant Pathology*, 56:805- 818.

Contact

Charles Manceau, INRA, UMR 77 PaVé, 42, rue Georges Morel, 49071 Beaucouzé cedex.

Tél : 02 41 22 57 40, Fax: 02 41 22 57 05 ; e-mail : Charles.Manceau@angers.inra.fr



Localisation des 8 gènes utilisés pour l'analyse MLSA de *X. campestris* sur le chromosome de la souche séquencée CFBP 5241 *X. campestris* pv. *campestris* (ATCC33913)

La recombinaison génétique et l'accumulation de mutations ponctuelles contribuent à la diversité génétique de l'espèce *Xanthomonas campestris* et à la structure complexe des pathovars.

La faculté d'identifier avec exactitude les souches infectieuses d'une espèce bactérienne est capitale pour la surveillance épidémiologique et pour mettre au point des stratégies de lutte contre les maladies. *Xanthomonas campestris* (Vauterin et al., 1995) est une espèce bactérienne définie par des caractéristiques génomiques (similarité génomique définie par hybridation ADN/ADN) et phénotypiques au sein de laquelle nous avons décrit trois pathovars et neuf races. Des études multi locus de la diversité génomique des souches de *X. campestris* ont été effectuées par deux analyses : une analyse phylogénétique (MLSA : Multi-Locus Sequence Analysis) et une analyse de génétique de populations (MLST : Multi-Locus Sequence Typing).

Objectif

L'objectif de ce travail consiste à étudier la diversité génétique intra spécifique de *X. campestris* afin de comparer la structure phylogénétique de l'espèce et la classification basée sur le pouvoir pathogène.

Contexte de la réalisation

Cette étude constitue une partie de la thèse d'Emilie Fargier soutenue le 29 mai 2007. Emilie Fargier a bénéficié d'une bourse cofinancée par le GEVES et la Région des Pays de la Loire. Ce projet a également été soutenu par la Région des Pays de Loire et les collectivités locales angevines comme une des projets du programme « Semences » du CER 2000-2006.

Résultats

Notre analyse montre que l'espèce *X. campestris* a une structure clonale. Parmi les 42 souches de *X. campestris* étudiées, 23 profils alléliques différents ont été obtenus, avec un profil majoritaire rassemblant les souches de *X. c. pv. campestris* de race I. Toutes les souches provoquant la nervation noire se sont révélées être très proches génétiquement, réaffirmant la nécessité de les regrouper sous le nom de *X. c. pv. campestris*. Notre analyse a confirmé également la synonymie entre *X. c. pv. armoraciae* et *X. c. pv. raphani*. Néanmoins, ce pathovar particulièrement polymorphe ne constitue pas une lignée génétique bien identifiée. Les souches de *X. campestris* non pathogènes groupent avec les souches de *X. c. pv. incanae*. Il n'y a pas de groupe génétique corrélé à une origine géographique particulière et à une race particulière conséquence probable de la transmission à la graine de ces bactéries et du mode de diffusion des semences.

Notre étude montre qu'il existe une grande diversité génétique au sein de cette espèce. Ce fort polymorphisme aurait deux origines d'importance à peu près équivalente : l'une apportée par l'accumulation de mutations et l'autre par des événements de recombinaison entre les individus au sein de l'espèce *X. campestris*, ce qui traduit un fort potentiel d'adaptabilité de cette espèce bactérienne.

Perspectives / retombées

L'étude des caractéristiques génomiques des pathovars de *X. campestris* est un préalable indispensable à la mise au point de réactifs moléculaires et de procédures de détection spécifiques des entités pathologiques dans les semences de Crucifères.

C'est la première étude MLST/MLSA sur le genre *Xanthomonas*. Ces résultats permettent d'émettre des hypothèses sur l'évolution des populations bactériennes et sur l'importance relative des événements de modification du génome dans l'évolution de ces bactéries. Ce travail va constituer le point de départ d'une révision de la taxonomie des *Xanthomonas* entreprise en collaboration avec le CIRAD et l'IRD sur des bases phylogénétiques et écologiques.

Partenaires

GEVES - SNES.

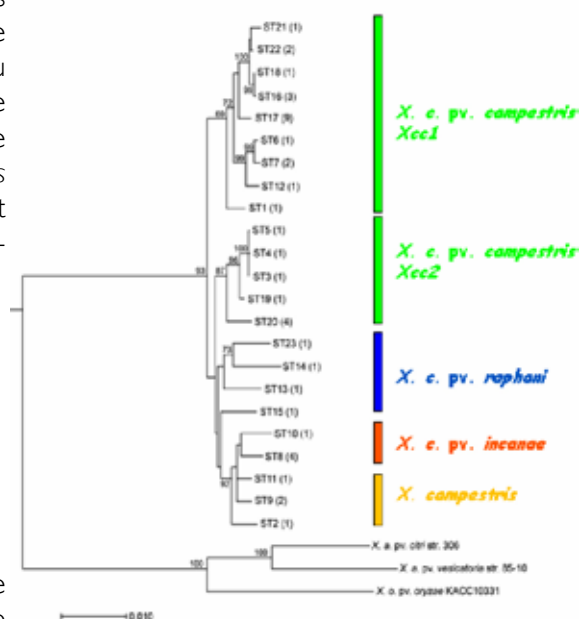
Bibliographie

■ Fargier E. 2007. L'étude de la pathologie de *Xanthomonas campestris* et de la structure génétique de ses pathovars a permis l'amélioration de la détection du pathogène dans les semences de Brassicacées. Thèse de doctorat 232 p., soutenue le 29 mai 2007, Université d'Angers.

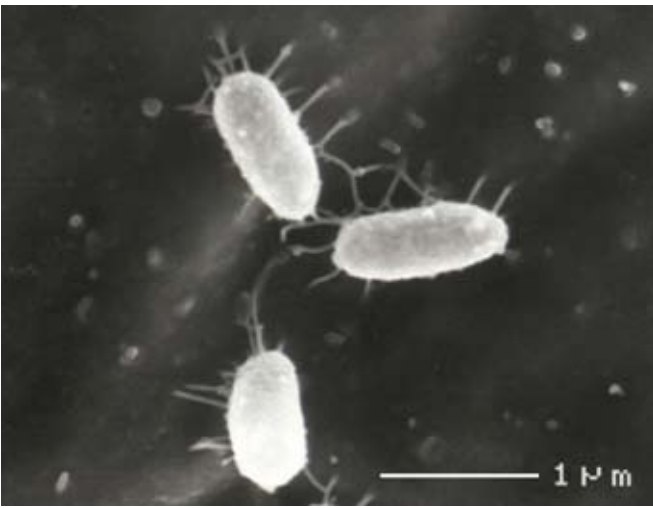
■ Fargier M., Fischer-Le Saux M., Manceau C. Recombination and point mutation contribute to the genetic diversity of *Xanthomonas campestris* (Vauterin et al., 1995) and to the complex structure of pathovars Applied and Environmental Microbiology (soumis).

Contact

Charles Manceau, INRA, UMR 77 PaVé, 42, rue Georges Morel, 49071 Beaucouzé cedex ;
tél : 02 41 22 57 40, fax: 02 41 22 57 05 ;
e-mail : Charles.Manceau@angers.inra.fr



Structure phylogénétique de l'espèce *X. campestris* déterminée par analyse MLST



Les déterminants moléculaires de la colonisation de l'hôte par des bactéries phytopathogènes : mise en évidence du rôle central du système de sécrétion de type trois.

Objectif

La compréhension des mécanismes impliqués dans les différentes étapes de colonisation de l'hôte et de transmission à un nouvel hôte ou à la génération suivante est indispensable pour une bonne gestion des populations d'agents pathogènes. Pour atteindre cet objectif, la stratégie que nous avons adoptée dans un premier temps est une stratégie ciblée. Nous avons fait l'hypothèse que la colonisation asymptomatique de la phyllosphère ne répond pas uniquement à une multiplication de type saprophyte mais nécessite une interaction étroite avec l'hôte. Nos cibles sont donc des gènes spécifiquement induits *in planta*. Ici nous présentons le rôle du système de sécrétion de type trois (SSTT). Ce système est situé au cœur de la communication entre les bactéries phytopathogènes et leurs hôtes. Il permet la livraison dans la cellule hôte d'effecteurs conduisant à l'expression du pouvoir pathogène. Certains ont également un rôle dans la survie du pathogène.

Contexte

La transmission par la semence est une étape critique dans l'écologie de nombreuses bactéries phytopathogènes mais également dans l'épidémiologie des maladies qu'elles occasionnent. Les bactéries survivent dans les semences pendant des durées très longues pouvant même être supérieures à la durée de vie de la semence. La semence contaminée représente -dans certaines circonstances dépendant des agents pathogènes et des régimes climatiques- l'unique source d'inoculum

dans une culture (cas des zones hors-graines et de nombreuses zones de production de semences). Pouvoir contrer cette source d'inoculum représente donc un enjeu majeur pour lutter efficacement contre les bactéries phytopathogènes.

Xanthomonas fuscans subsp. *fuscans* est l'un des agents responsables de la gousse commune du haricot. Cette bactérie transmise par les semences sévit dans toutes les zones de culture du haricot. Récemment, nous avons montré que la transmission à la graine n'était pas uniquement liée à un développement infectieux du pathogène mais pouvait également résulter d'une colonisation totalement asymptomatique du haricot par *X. fuscans* subsp. *fuscans* (Darrasse et al., 2007).

Les mécanismes impliqués dans la transmission à la semence des bactéries sont encore particulièrement méconnus. Trois voies de contamination de la semence sont classiquement décrites pour les agents phytopathogènes (Maude, 1996. Seed borne diseases and their control - Principles & Practice. CAB International, Oxon, United Kingdom. La semence peut être contaminée par l'intermédiaire (1) des organes floraux et/ou (2) du système vasculaire du porte-graine. Elle peut être également contaminée (3) de manière indirecte par contact avec des organes contaminés sur le porte-graine ou ensuite lors des étapes de récolte et battage. Leur importance relative est toutefois méconnue.

Résultats

Pour analyser le rôle du SSTT dans la colonisation d'une plante par une bactérie phytopathogène, des mutants de structure et de régulation du SSTT ont été construits chez *X. fuscans* subsp. *fuscans*. Les résultats obtenus montrent que le SSTT de *X. fuscans* subsp. *fuscans* joue un rôle majeur dans la colonisation de la phyllosphère de son hôte, le haricot, et in fine dans sa transmission à la graine (Figure 1). Dans la phyllosphère, les tailles des populations obtenues pour les mutants affectés dans la machinerie de sécrétion de type III correspondent à ce qui est observé lors d'une situation incompatible. On observe un maintien de la taille de la population inoculée sans colonisation efficace au cours du temps. La pénétration à l'intérieur des tissus et la multiplication endophyte sont alors très fortement affectées pour ces mutants de sécrétion. Les mutants de régulation du système *hrp* ont un comportement encore plus altéré en étant similaire à celui d'une bactérie totalement inadaptée à cet environnement (illustré par le comportement d'*E. coli*). Ces mutants ne

colonisent pas la phyllosphère et leurs populations diminuent rapidement. La transmission des mutants *hrp* (de régulation et de sécrétion) à la graine du haricot est très altérée, indiquant un rôle prépondérant de ces gènes dans ce mécanisme. Cependant, ces mutants conservent une transmission résiduelle à la semence, comme dans le cas d'une situation incompatible, où une faible transmission est observée. La transmission directe à la graine par le biais du système vasculaire du porte-graine est abolie pour les mutants *hrp*. Seule la contamination par les pièces florales est possible mais à de faibles fréquences.

Perspectives / retombées

Ce travail nous permet de proposer un modèle des interactions s'établissant dans la phyllosphère entre des bactéries et une plante (Figure 2). Ce modèle est centré autour de l'acquisition des produits nutritifs et de la capacité des bactéries à coloniser les espaces intercellulaires et le système vasculaire de l'hôte. Pour les bactéries phytopathogènes, le SSTT est un élément clef de l'acquisition de produits nutritifs directement ou par le biais de co-régulations. Contrer ce système de sécrétion permettrait donc de limiter les fréquences de contamination des semences directement ou indirectement par un abaissement global des tailles des populations dans la phyllosphère mais ne les supprimerait pas totalement.

Afin de déterminer les mécanismes responsables de la survie dans la phyllosphère et de la transmission résiduelle à la graine un travail similaire a été poursuivi pour d'autres gènes candidats impliqués dans des fonctions connues pour être déterminantes dans la survie *in planta* de ce pathogène et notamment la formation de biofilms (Jacques *et al.*, 2005).

Bibliographie

Ce travail a fait l'objet d'une publication récemment acceptée pour publication :

■ Darsonval A., A. Darrasse, D. Meyer, M. Demarty, C. Bureau, C. Manceau & Jacques M.-A. 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: (sous presse).

Deux précédentes publications de l'équipe ont servi de base à ce travail :

■ 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).

■ Jacques, M.-A., Josi, K., Darrasse, A., Samson, R. 2005. *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* var. *fuscans* is aggregated in stable biofilm population sizes in the phyllosphere of field-grown beans. *Appl. Environ. Microbiol.* 71:2008-2015.

Contact

Marie-Agnès Jacques, INRA -UMR PaVé A77 42, rue Georges Morel, BP60057, F-49071 Beaucazé cedex.

e-mail : Marie-Agnes.Jacques@angers.inra.fr ; Tél : 02.41.22.57.07, fax : 02.41.22.57.05.

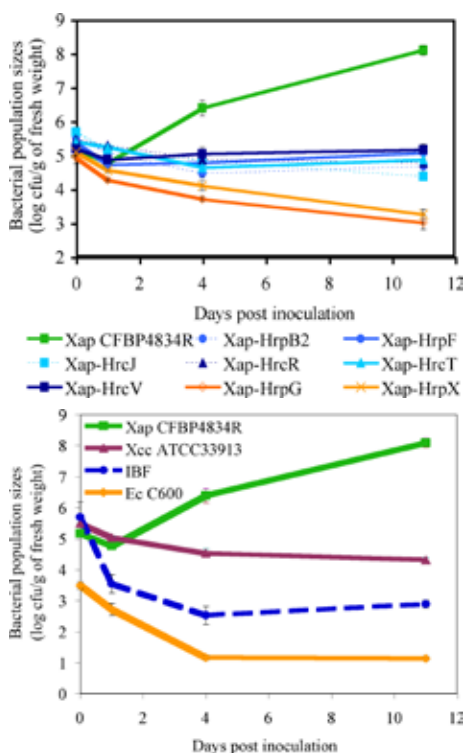
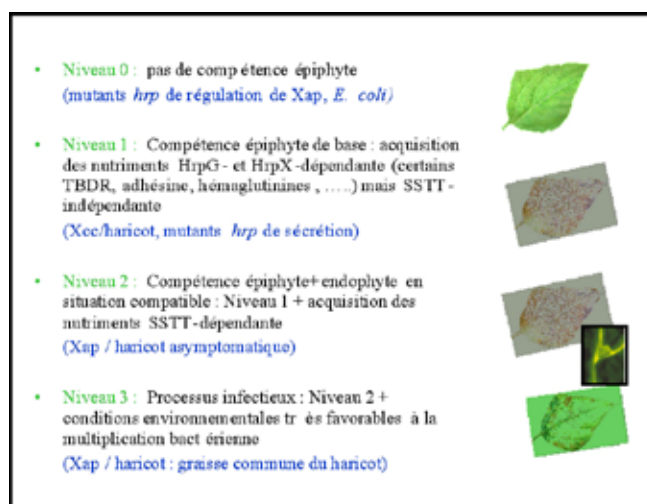


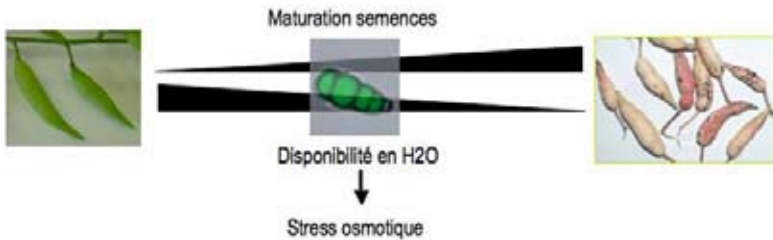
Fig. 1

Dynamiques de populations bactériennes dans la phyllosphère du haricot indiquant le rôle majeur du système de sécrétion de type trois dans la colonisation de cet environnement. Sont représentés en partie haute de la figure le comportement de souches sauvages de *Xanthomonas fuscans* subsp. *fuscans* (Xap CFBP4834R), *X. campestris* pv. *campestris* (Xcc ATCC-33913), *Escherichia coli* (Ec C600) et de la flore bactérienne indigène (IBF) et dans le graphique du bas le comportement de différents mutants du SSTT de Xap CFBP4834R.

Fig. 2



Modèle proposé des interactions s'établissant dans la phyllosphère entre des bactéries et une plante. Entre parenthèse sont indiqués les constructions et les situations (compatible : *X. fuscans* subsp. *fuscans* (Xap)/haricot, incompatible : *X. campestris* pv. *campestris* (Xcc)/haricot ou nulle : *E. coli*/haricot) permettant d'explicitier le niveau d'interaction observé.



L'osmoadaptation chez *Alternaria brassicicola* : un facteur clé de la transmission aux semences et une cible privilégiée pour les molécules antifongiques

Contexte

En l'absence de variétés commerciales résistantes aux Alternarioses transmises par les semences, le contrôle de ces maladies repose largement sur la commercialisation de semences saines. Afin de produire de telles semences, les agriculteurs multiplicateurs ont recours à la lutte chimique, l'iprodione (dicarboximide) étant la molécule la plus souvent employée sur les plantes porte-graine. Chez *Alternaria brassicicola*, pathogène des Brassicacées, nous avons montré que ce type de fongicide agissait au niveau du système de régulation de la réponse du champignon à des stress osmotiques (cf « Faits marquants 2005 »). Plus récemment nous avons caractérisé plusieurs souches résistantes aux dicarboximides et montré que ces résistances se traduisaient par une baisse de leur valeur adaptative, en particulier au niveau de leur compétitivité et de leur capacité à se transmettre efficacement aux semences (Iacomi-Vasilescu et al., 2008).

Objectif

Les objectifs du travail étaient : i) de vérifier que les mutations préalablement identifiées chez les souches résistantes aux dicarboximides étaient bien la cause du phénotype observé, ii) d'approfondir l'analyse des conséquences phénotypiques de telles mutations, iii) de tester l'efficacité et d'étudier le mode d'action d'une nouvelle molécule d'origine naturelle à propriété antifongique.

Résultats

Afin de vérifier qu'il existait une relation directe entre des mutations dans le gène *AbNIK1* codant une histidine-kinase de groupe III et l'expression de la résistance à l'iprodione (dicarboximide) identifiée chez des isolats de terrain, ce gène a été expérimentalement inactivé au laboratoire. Pour cela, une souche KO a été obtenue après transformation d'un isolat sauvage (sensible à l'iprodione) avec une cassette de disruption contenant des séquences homologues au gène *AbNIK1* et un gène de sélection *HygB* conférant la résistance à l'hygromycine B (Fig. 1A). L'incapacité de cette souche, ainsi que d'isolats de terrain caractérisés par des microdélétions ou des mutants non-sens dans le gène *AbNIK1*, à synthétiser la protéine *AbNIK1p* a été démontrée par immunodétection à l'aide d'anticorps spécifiques (Fig. 1B). L'analyse phénotypique du mutant Δnik a été réalisée. Ce mutant n'est pas affecté dans sa sensibilité à des stress salins ou provoqués par des FAO ni dans sa capacité à produire des spores asexuées contrairement à ce qui a été montré chez *Botrytis cinera*. En revanche il est plus sensible au stress osmotique provoqué par la présence de sorbitol dans le milieu de culture et extrêmement plus résistant aux fongicides de type iprodione et phénylpyrroles que des isolats sauvages (Fig 2). Ce mutant est également très résistant aux propriétés antifongiques de l'ambruticine, un métabolite secondaire bactérien de type polykétide actuellement en cours de développement pour le traitement de certaines mycoses humaines. C'est également le cas des isolats de terrain identifiés pour leur résistance aux dicarboximides et aux phénylpyrroles. La similitude phénotypique entre le mutant Δnik et ces différents isolats semble confirmer que la production par *A. brassicicola* de la protéine *AbNIK1p* fonctionnelle est une condition nécessaire pour l'expression de la sensibilité à divers fongicides agissant sur la réponse au stress osmotique. Cette hypothèse est confirmée par l'analyse phénotypique de souches de levure *Saccharomyces cerevisiae* exprimant la protéine *AbraNIK1p* sous forme inducible. *S. cerevisiae* ne produit en effet pas d'histidine kinase de groupe III à l'état naturel et est insensible aux dicarboximides, aux phénylpyrroles et à l'ambruticine. En milieu inducteur (présence de galactose), les souches recombinantes expriment *AbNIK1p* et deviennent sensibles à ces trois types de molécules (Fig. 3).

Contexte de la réalisation

Cette étude a été initiée dans le cadre du CER 2000-2006 Programme Semences et s'est poursuivie par une collaboration avec L. Katz (Kosan Biosciences, Californie). Elle a bénéficié d'une allocation post-doctorale (A. Dongo) financée en 2006-2007 par les Collectivités Territoriales et de supports pour un professeur invité par l'Université d'Angers (B. Iacomi ; Université de Bucarest).

Résultats marquants

La protéine kinase AbNik1p est une protéine-clé du système de réponse au stress osmotique et de ce fait constitue un déterminant majeur du cycle infectieux d'*A. brassicicola* durant la phase de transmission aux semences. Plusieurs métabolites bactériens (ex : phénylpyrroles, ambruticines) sont capables d'agir sur cette protéine de signalisation. Elle constitue donc une cible de choix pour le développement des molécules à propriétés antifongiques.

Perspectives / retombées

Cette étude doit se poursuivre par l'étude des modalités d'activation des voies de signalisation situées en aval de la protéine AbNik1p en réponse aux stress. D'un point de vue plus finalisé, elle permet dès maintenant d'envisager l'utilisation de la souche de *S. cerevisiae* exprimant la protéine AbNik1p comme outil pour un criblage à haut-débit de métabolites secondaires d'origine bactérienne ou fongique qui possèderaient des propriétés antifongiques par action sur le système d'osmorégulation.

Bibliographie

- Avenot H., Simoneau P., Iacomi-Vasilescu B., Bataille-Simoneau N. 2005. Characterization of mutations in the two-component histidine kinase gene AbNik1 from *Alternaria brassicicola* that confer high dicarboximide and phenylpyrrole resistance. *Current Genetics*, 47, 234-243.
- Iacomi-Vasilescu B., Bataille-Simoneau N., Campion C., Dongo A., Laurent E., Serandat I., Hamon B., Simoneau P. 2008. Effect of null mutations in the AbNik1 gene on saprophytic and parasitic fitness of *Alternaria brassicicola* isolates highly resistant to dicarboximide fungicides. *Plant Pathology* (sous presse).
- Dongo A., Bataille-Simoneau N., Campion C., Guillemette T., Hamon B., Iacomi-Vasilescu B., Katz L., Simoneau P. The group III two-component histidine kinase of filamentous fungi is involved in the fungicide action of the bacterial polyketide ambruticin, *Applied Environmental Microbiology* (soumis).

Contact

Philippe Simoneau, UMR PaVé (INRA/INH/UA), 2 Bd Lavoisier - 49045 Angers cedex
e-mail : simoneau@univ-angers.fr

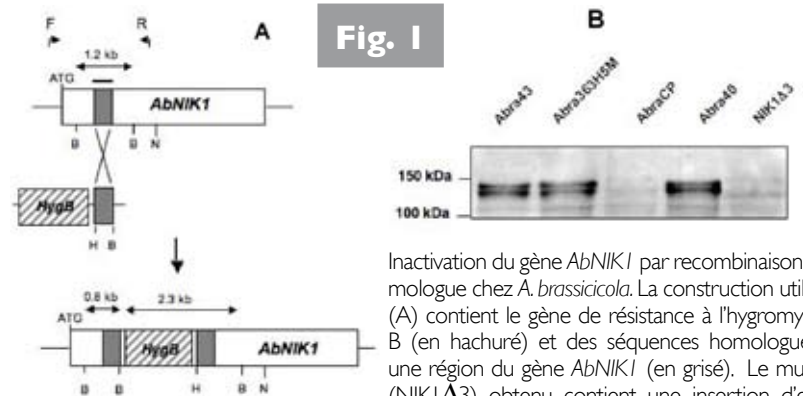
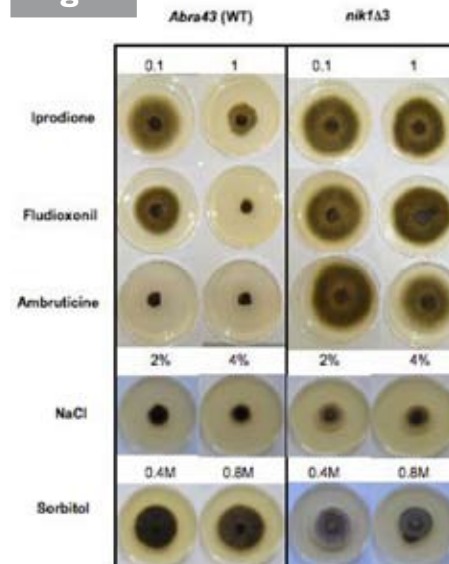


Fig. 1

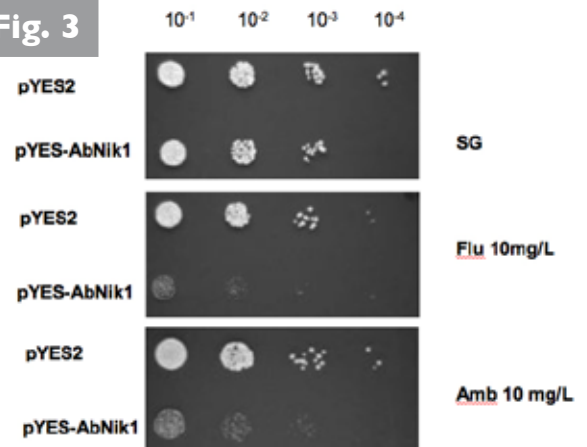
Inactivation du gène *AbNik1* par recombinaison homologue chez *A. brassicicola*. La construction utilisée (A) contient le gène de résistance à l'hygromycine B (en hachuré) et des séquences homologues à une région du gène *AbNik1* (en grisé). Le mutant (*Nik1Δ3*) obtenu contient une insertion d'environ 2 Kb dans la partie 5' terminale du gène qui se traduit une incapacité à synthétiser la protéine AbNik1p qui peut être mise en évidence par immunodétection à l'aide anticorps spécifiques (B)

Fig. 2



Croissances mycéliennes comparées de la souche inactivée dans le gène *AbNik1* (*nik1Δ3*) et de la souche sauvage (WT) d'origine *Abra43* sur différents milieux de culture.

Fig. 3



Croissance *S. cerevisiae* exprimant la protéine AbNik1p (pYES-AbNik1) et d'une souche témoin (pYES2) sur milieu inducteur (SG) supplémenté ou non avec du fludioxonil (phénylpyrrole) ou de l'ambruticine.



Mécanismes de contournements des gènes de résistances majeurs chez le pommier vis à vis de la tavelure.

Objectif

La lutte génétique contre la tavelure du pommier repose principalement sur le gène de résistance Vf. La virulence correspondante à ce gène de résistance est maintenant présente dans toute l'Europe. L'avenir des variétés de pommiers portant ce gène, est liée pour beaucoup, à la capacité de fixation des mutants virulents dans les populations endogènes locales. Afin de mieux comprendre comment s'adapte le champignon *Venturia inaequalis* aux gènes de résistance, nous utilisons deux approches, une première visant à caractériser les gènes impliqués dans les interactions gène à gène, une seconde, populationnelle, visant à comprendre comment les populations virulentes vis à vis de du gène Vf diffusent dans les vergers.

Résultats

Origine de la virulence Vf

Par une étude de génétique des populations menée à partir de nombreux vergers cidricoles en Normandie et en Bretagne où des contournements de la variété Judeline (gène de résistance Vf) sont observés depuis plusieurs années, nous montrons qu'à cette échelle les populations virulentes partagent une origine commune. Les analyses de diversité et de différenciation génétique menées à l'aide de marqueurs moléculaires montrent également que les mutants virulents ne seraient pas originaires de cette région. Par ailleurs, nos travaux menés à l'échelle européenne semble indiquer que le champignon ne développerait pas de nouveaux mutants. A ce stade de nos connaissances, nous en déduisons donc que la diffusion de mutants semble le principal risque d'apparition de virulence dans

les vergers de production. Une autre caractéristique des populations virulentes tient au fait qu'elles sont très distinctes génétiquement des populations a-virulentes, le maintien de cette différenciation dans le temps montre qu'elles se croisent peu voire pas du tout au champ. Cette caractéristique a pour effet de ralentir la fixation du caractère virulent Vf dans les populations de tavelure.

Cartographie du gène d'avirulence AvrVg

En collaboration avec l'Ecole polytechnique de Zurich, nous avons pu localiser finement le gène d'avirulence AvrVg sur une carte génétique développée au laboratoire. Le clonage du gène d'a-virulence correspondant peut dès lors être envisagé à relativement court terme, d'autant plus si la demande de séquençage du génome de *Venturia inaequalis* que nous avons déposée auprès du GENOSCOPE (Evry) est acceptée.

Partenaire

Collaboration avec l'ETH de Zürich.

Retombées

- Avancée importante pour le clonage du gène d'avirulence AvrVg.
- Les informations obtenues sur le processus invasif de la virulence Vf dans l'Ouest de la France seront à prendre en compte dans nos de stratégie de lutte génétique en terme de déploiement spatial des variétés.

Bibliographie

- Brogini GAL, Le Cam B., Parisi L., Gessler C., and Patocchi A. 2007. Isolation of a contig of BAC clones spanning the region of the avirulence gene *avrVg* of *Venturia inaequalis*. *Fungal Genetics and Biology*, 44: 44-51.
- Guérin F., Gladieux P., and Le Cam B. 2007. Origin and colonization history of newly virulent strains of the phytopathogenic fungus *Venturia inaequalis*. *Fungal Genetics and Biology*, 44: 284-292.
- Gladieux Pierre 2007. Biogéographie et biologie des populations de *Venturia inaequalis*, champignon invasif responsable de la tavelure du pommier. Thèse de Doctorat de l'Université d'Angers soutenue le 27 novembre 2007, 140 p.

Contact

Bruno Le Cam, INRA, UMR 77 PaVé, 42, rue Georges Morel, 49071 Beaucouzé cedex
tél : 02 41 22 57 35 ; fax : 02 41 22 57 05 ;
e-mail : Bruno.Lecam@angers.inra.fr

Populations Virulentes (N=7)

Populations Avirulentes (N=3)



Mise en évidence d'une différenciation génétique entre les populations virulentes et a-virulentes.

Publications et valorisation

Revues scientifiques à comité de lecture

- Alavi S. M., Poussier S., Manceau C. 2007. Characterization of ISXaxI, a novel insertion sequence restricted to *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (variant *fuscans* and non-*fuscans*) and *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*. *Appl. Env. Microbiol.* 73: 1678-1682.
- Brogginì G.A.L., Le Cam B., Parisi L., Gessler C., and Patocchi A. 2007. Isolation of a contig of BAC clones spanning the region of the avirulence gene *avrVg* of *Venturia inaequalis*. *Fungal Genetics and Biology* 44: 44-51.
- Caffier V. and Parisi L. 2007. Development of powdery mildew on sources of resistance to *Podophthora leucotricha*, exposed to an inoculum virulent against the major resistance gene PI-2. *Plant breeding*, 126: 319-322.
- Darrasse A., Bureau C., Samson R., Morris C. and 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. *Eur. J. Plant Pathol.* 119: 203-215.
- Didelot F., Brun L., Parisi L., 2007. Effects of cultivar mixtures on scab control in apple orchards. *Plant pathology*, 56: 1014-1022.
- Dreo T., Gruden K., Manceau C., Janse D., Ravnikar M., 2007. Development of a real-time PCR-based method for detection of *Xylophilus ampelinus*. *Pl. Pathol.* 56: 9-16.
- Fargier E., Manceau C. 2007. Pathogenicity assays restrict the species *Xanthomonas campestris* into three pathovars and reveal nine races within *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. *Plant Pathol.* Published online 27/01/2007.
- Gonzales C., Szurek B., Manceau C., Mathieu T., Sere Y., Verdier V. 2007. Molecular and pathogenic characterization of new *Xanthomonas oryzae* strains from West Africa. *Mol. Plant-Microbe Interact.* 20: 534-546.
- Grondeau C., Manceau C., Samson R., 2007. A semiselective medium for the isolation of *Acidovorax valerianellae* from soil and plant debris. *Plant Pathol.* 56: 302-310.
- Guérin F., Gladieux P., and Le Cam B. 2007. Origin and colonization history of newly virulent strains of the phytopathogenic fungus *Venturia inaequalis*. *Fungal Genetics and Biology*, 44: 284-292.
- Juchaux-Cachau M., Landouar-Arsivaud L., Pichaut J.P., Campion C., Porcheron B., Jauffre J., Noiraud-Romy N., Simoneau P., Maurousset L., and Lemoine R. 2007. Characterization of AgMaT2, a Plasma Membrane Mannitol Transporter from Celery, Expressed in Phloem Cells, Including Phloem Parenchyma Cells. *Plant Physiology*, Vol. 145, pp. 62-74
- Lima O. C., Larcher G., Vandeputte P., Lebouil A., Chabasse D., Simoneau P., Bouchara J.P. 2007. Molecular cloning and biochemical characterization of a Cu,Zn-superoxide dismutase from *Scenedosporium apiospermum*. *Microbes and Infection*, 9: 558-565.
- Rosati C., Cadic A., Duron M., Simoneau P. 2007. Forsythia. In *Economic Crop Biotechnology* Springer-Verlag Ed. p 299-318.
- Sellam A., Iacomi-Vasilescu B., Hudhomme P. and Simoneau P. 2007. *In vitro* antifungal activity of brassinin, camalexin and two isothiocyanates against the crucifer pathogens *Alternaria brassicicola* and *Alternaria brassicae*. *Plant Pathology*, 56: 296-301.
- Sellam A., Dongo A., Hudhomme P., Guillemette T., Simoneau P. 2007. Transcriptional responses of the necrotrophic fungus *Alternaria brassicicola* to the brassicaceous metabolites camalexin and allyl-isothiocyanate. *Molecular Plant Pathology* 8: 195-208.
- de Zélécourt A., Letousey P., Thoiron S., Campion C., Simoneau P., Elmorjani K., Marion D., Simier P., Delavault P. 2007. Ha-DEF1, a sunflower defensin, induces cell death in *Orobancha* parasitic plants. *Planta* 226: 591-600.

Autres Revues scientifiques

- Baker R., Caffier D., Choiseul J. W., De Clercq P., Dormannsné-Simon E., Gerowitt B., Karadjova O. E., Lovei G., Makowski D., Manceau C., Manici L., Lansink A. O., Perdakis D., Porta Puggia A., Schrader G., Steffek R., Strömberg A., Tiilikkala K., Van Lenteren J. C. and Vloutoglou I. 2007. Opinion of the scientific Panel on Plant Health on a request from the Commission on Pest Risk Assessment made by Spain on *Bactrocera zonata*. *The EFSA Journal*, 467: 1-25.
- Baker R., Caffier D., Choiseul J. W., De Clercq P., Dormannsné-Simon E., Gerowitt B., Karadjova O. E., Lovei G., Makowski D., Manceau C., Manici L., Lansink A. O., Perdakis

D., Porta Puggia A., Schrader G., Steffek R., Strömberg A., Tiilikkala K., Van Lenteren J. C. and Vloutoglou I. 2007. Opinion of the scientific Panel on Plant Health on a request from the Commission on Pest Risk Assessment made by EPPO on *Hydrocotyle ranunculoides* L.f. (floating pennywort). *The EFSA Journal*, 468: 1-13.

■ Baker R., Caffier D., Choiseul J. W., De Clercq P., Dormannsné-Simon E., Gerowitt B., Karadjova O. E., Lovei G., Makowski D., Manceau C., Manici L., Lansink A. O., Perdakis D., Porta Puggia A., Schrader G., Steffek R., Strömberg A., Tiilikkala K., Van Lenteren J. C. and Vloutoglou I. 2007. Opinion of the scientific Panel on Plant Health on a request from the Commission on Pest Risk Assessment made by Lithuania on *Ambrosia* spp. *The EFSA Journal*, 527: 1-33.

■ Baker R., Caffier D., Choiseul J. W., De Clercq P., Dormannsné-Simon E., Gerowitt B., Karadjova O. E., Lovei G., Makowski D., Manceau C., Manici L., Lansink A. O., Perdakis D., Porta Puggia A., Schrader G., Steffek R., Strömberg A., Tiilikkala K., Van Lenteren J. C. and Vloutoglou I. 2007. Opinion of the scientific Panel on Plant Health on a request from the Commission on Pest Risk Assessment made by Poland on *Ambrosia* spp. *The EFSA Journal*, 528: 1-32.

■ Baker R., Caffier D., Choiseul J. W., De Clercq P., Dormannsné-Simon E., Gerowitt B., Karadjova O. E., Lovei G., Makowski D., Manceau C., Manici L., Lansink A. O., Perdakis D., Porta Puggia A., Schrader G., Steffek R., Strömberg A., Tiilikkala K., Van Lenteren J. C. and Vloutoglou I. 2007. Opinion of the scientific Panel on Plant Health on a request from the Commission on Pest Risk Assessment made by EPPO on *Lysichiton americanus* Hultén & St. John (American or Yellow skunk cabbage). *The EFSA Journal*, 539: 1-12.

Revues techniques

- Didelot F., Brun L., Parisi L., 2007. Une alternative pour le contrôle de la tavelure. *Arboriculture Fruitière*, 617: 35-38.
- Guilaumès J. et Manceau C. 2007. Lutte contre la nécrose bactérienne de la vigne mesure de l'efficacité des produits, la bonne conduite. *Phytoma - la défense des végétaux*, 610: 41-45.

Suite Publications et valorisation

Ouvrages scientifiques ou chapitres

■ Rosati C, Cadic A, Duron M, Simoneau P. 2007. Forsythia. In *Economic Crop Biotechnology*, Springer-Verlag Ed. p. 299-318.

Communications colloques

■ Barny M. A., Boureau T., Brisset M. N., Cesbron S., Fagard M., Perino C., Paulin J-P et Tharaud M. 2007. Dialogue moléculaire *Erwinia amylovora*/Plante, en situations compatible et incompatible. Colloque CER 2000-2006, 29-30 novembre 2007, Angers, France.

■ Briand M., Huard A., et Fisher-Le Saux M. 2007. La collection Française de Bactéries Phytopathogènes, un outil de référence au service de la recherche et du développement en pathologie végétale. Colloque CPER 2000-2006, 29-30 novembre 2007, Angers, France.

■ Brisset M.N., Caffier V., Chartier R., Chevalier M., Durel C.E., Lemarquand A., Orain G., Parisi L., Paulin J.P., Robert P., Tharaud M. 2007. Potentialités des inducteurs de défense dans la lutte contre les bioagresseurs du pommier. Colloque CER 2000-2006, 29-30 novembre 2007, Angers, France.

■ Caffier V., Calenge F., Denancé C., Devaux M., Durel C.E., Expert P., Freslon V., Gladieux P., Guérin F., Le Cam B., Sapoukhina N. 2007. Interaction pommier/*Venturia inaequalis* : De la connaissance du pathogène à la construction et la gestion de génotypes à résistance durable. Colloque CER 2000-2006, 29-30 novembre 2007, Angers, France.

■ Darsonval A., Darrasse A., Demarty M., Bureau C., Durand K. et Jacques M.A. 2007. Specific interactions and molecular determinants of *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* implicated in bean asymptomatic colonization. Colloque CER 2000-2006, 29-30 novembre 2007, Angers, France.

■ Darsonval A., Darrasse A., Demarty M., Bureau C., Durand K. et Jacques M.A. 2007. Hrp genes of *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* are not essential for transmission to susceptible bean progeny. Colloque CER 2000-2006, 29-30 novembre 2007, Angers, France.

■ Didelot F., Lemarquand A., Brun L., Caffier V., Parisi L. 2007. Association de méthodes de lutte contre la tavelure du pommier. Colloque CER 2000-2006, 29-30 novembre 2007, Angers, France.

■ Durel C.E., Soufflet-Freslon V., Denancé C., Le Cam B., Caffier V. 2007. Genetic mapping of scab (*Venturia inaequalis*) resistance factors in apple: construction of new genotypes combining various number of resistance genes to engage resistance durability studies. Workshop Endure RA4.2 *Exploitation of Plant Genetic Resistance* 5-6 July 2007, Angers, France.

■ Caffier V., Le Cam B., Devaux M., Didelot F., Expert P., Gladieux P., Durel C.E. 2007. Impact of scab resistance factors in apple on populations of *Venturia inaequalis*. Workshop Endure RA4.2 *Exploitation of Plant Genetic Resistance* 5-6 July 2007, Angers France (communication).

■ Fisher-Le Saux M., Bonneau S. et Manceau C. 2007. Phylogénie et taxonomie des pathovars du complexe d'espèces *Pseudomonas syringae*. Colloque CER 2000-2006, 29-30 novembre 2007, Angers, France.

■ Girard A. L., Darrasse A., Guénard M., Boulineau F. et Jacques M-A. 2007. Etude de la résistance variétale du haricot à la graise commune. Colloque CER 2000-2006, 29-30 novembre 2007, Angers, France.

■ Gladieux P., Guérin F., Didelot F., Caffier V., Parisi L., Le Cam B. 2007. Host specialization prevents gene flow between sympatric divergent lineages of the apple scab fungus *Venturia inaequalis*. International meeting on population and Evolutionary biology of fungal symbionts, 29 avril-04 mai 2007, Ascona, Suisse.

■ Gladieux P., Zhang X.G., Afoufa-Bastien D., Valdebenito Sanhueza R. M., Sbaghi M., Le Cam B. 2007. Historical patterns of range expansion of *V. inaequalis* on domestic apples at world scale. International meeting on population and Evolutionary biology of fungal symbionts, 29 avril-04 mai 2007, Ascona, Suisse.

■ Jacques M-A., Darsonval A., Darrasse A., Laurent E. et Olivier V. 2007. Epidémiologie des bactérioses à *Xanthomonas* transmises par les semences. Colloque CER 2000-2006, 29-30 novembre 2007, Angers, France.

■ Meyer D., Ménard M., Delort F., Laigret F. et Manceau C. 2007. The causal agent of the

vertical oozing canker of walnut is a population within *Xanthomonas arboricola* pv. *Juglandis* identified by f-AFLP analysis.

■ Manceau C., Fargier E., Mathis R., Kerkoud M., Iacomini-Vasilescu B. et Simoneau P. 2007. Détection moléculaire des pathogènes transmis par les semences et les plants. Colloque CER 2000-2006, 29-30 novembre 2007, Angers, France.

■ Mériaux B., Olivier V. et Jacques M-A. 2007. Brûlures foliaires bactériennes de la carotte. Colloque CER 2000-2006, 29-30 novembre 2007, Angers, France.

■ Sapoukhina N., Ch. E. Durel, B. Le Cam. 2007. Spatial deployment of plant resistance genes and pathogen invasion promoted by evolution. In: Workshop ENDURE-RA4.2 on *Exploitation of Plant Genetic Resistance*, Angers, France. p. 77.

■ Sapoukhina N., Ch. E. Durel, B. Le Cam. 2007. Virulence evolution in multilocus gene-for-gene systems: the effects of spatial arrangement of resistant host genotypes. In: International Meeting on «Population and Evolutionary Biology of Fungal Symbionts», Ascona, Switzerland. p. AB-09.

■ Sapoukhina N., Ch. E. Durel, B. Le Cam. 2007. Pathogen invasion assisted by evolution: a spatially explicit model for a multilocus gene-for-gene system. In: II International symposium on dynamical systems theory and its applications to biology and environmental sciences. Hamamatsu, Japan. p. I09.

■ Simoneau P. 2007. Présentation du programme COSAVE. Colloque CER 2000-2006, 29-30 novembre 2007, Angers, France.

■ Simoneau P., Laurent E., Iacomini B., Olivier V., Avenot H., Grimault V. et Bataillé-Simoneau N. 2007. Résistance aux fongicides agissant sur la réponse aux stress osmotiques et impact sur la valeur adaptative chez un champignon transmis par les semences. Colloque CER 2000-2006, 29-30 novembre 2007, Angers, France.

■ Simoneau P., Sellam A., Dongo A., Poupard P. et Guillemette T. 2007. Le pouvoir pathogène chez un champignon transmis par les semences : déterminisme et implication dans l'élaboration de méthodes de lutte. Colloque CER 2000-2006, 29-30 novembre 2007, Angers, France.

■ Simoneau P., Kerkoud M. et Manceau C.

2007. Brassipuce : a DNA chip for the multiplex detection of plant pathogens on *Brassicaceae*. Colloque « Diagnostic and monitoring of bacterial disease of stone fruits and nuts », COST Action 873. 17-19 avril 2007, Angers, France.

Mémoires de thèses

■ Gladieux P. 2007. Biogéographie et biologie des populations de *Venturia inaequalis*, champignon invasif responsable de la tavelure du pommier. Thèse de Doctorat de l'Université d'Angers, 140 p.

■ Fargier E. 2007. L'étude de la pathologie de *Xanthomonas campestris* et de la structure génétique de ses pathovars a permis l'amélioration de la détection du pathogène dans les semences de Brassicacées. Thèse de doctorat de l'Université d'Angers, 232 p.

Mémoires de stages

■ Bonnet S. 2007. Mise en évidence de la protéine AbNIK1p et étude de l'activation de la voie de signalisation osmotique chez des isolats d'*Alternaria brassicicola* sensibles ou résistants aux fongicides. Mémoire de Master I TVPS (Angers).

■ Calmes B. 2007. Rôle du mannitol dans le pouvoir pathogène chez *Alternaria brassicicola*. Master 2 BVI (Angers).

■ Durand F. 2007. Étude du déterminisme de la spécificité d'hôte chez *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*, agent de la gousse commune du haricot. Master 2 Recherche Sciences du Végétal, Université Paris-Sud (Orsay).

■ Joubert A. 2007. Étude de différents facteurs de transcription d'*A. brassicicola* potentiellement impliqués dans le contournement des défenses de la plante hôte. Mémoire de M1 BVI (Angers).

Rubrique libre



Symptômes de feu bactérien des pommoidées sur pommier cv. 'Pink Lady' causés par la bactérie *Erwinia amylovora* observés dans un verger du Maine et Loire en 2007.

Une explosion des épidémies de feu bactérien a été observée en 2007 partout en France et en Europe même dans des régions où les conditions climatiques ne sont pas habituellement très favorables au développement de la maladie. Cette maladie redevient une menace très sérieuse pour les vergers français et européens ainsi qu'en Afrique du nord où la maladie a été détectée au Maroc en 2006 et s'est installée en 2007.

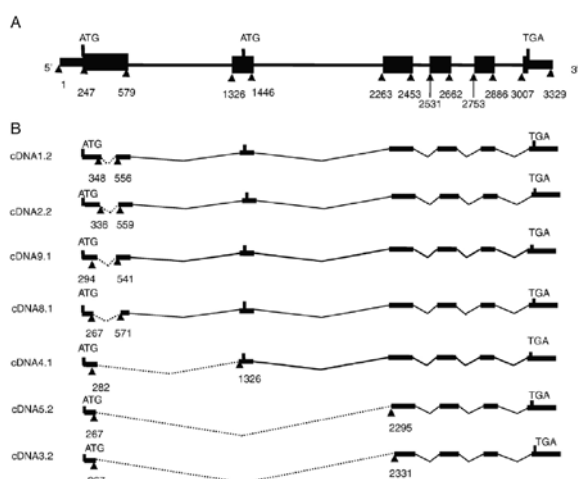
L'UMR 77 « PaVé » a été évaluée collectivement au premier semestre 2007. **L'UMR 77 « PaVé » a été labellisée** dans sa configuration pour la période 2008 – 2011, par ses tutelles respectives (INRA, DGER et Université d'Angers).

L'UMR PaVé s'investit dans des **programmes de recherche cognitifs** financés au niveau régional et national. L'année 2007 a été marquée par le début du programme régional COSAVE (Construction et santé du végétal) qui fait intervenir trois des quatre équipes de l'UMR. L'autre équipe (EDTa-BP) a bénéficié d'un soutien programme spécifique du département SPE pour une période de trois ans à compter de 2007 sur sa thématique phylogénie et écologie des bactéries phytopathogènes.

L'UMR PaVé développe également des **programmes à objectif finalisé** en collaboration avec les filières professionnelles et les entreprises. Trois programmes ont été initiés en 2007 en relation avec Végépolys. Le programme « INNOV-ARGALGUE » vise à apporter une alternative à la lutte chimique contre les maladies des plantes. Le programme « CVP » a pour objectif la création de variétés de carottes résistantes aux brûlures foliaires. Le programme « BASELE » vise à lutter contre les bactérioses des semences et des légumes qui posent problème dans le Val de Loire. Un projet financé par VINIFLHOR a également été initié en 2007 ayant pour objectif la lutte contre *Agrobacterium vitis*, l'agent causal du broussin de la vigne avec l'embauche d'un Ingénieur en CDD sur une durée de 18 mois.

Deux thèses ont été soutenues en 2007. Emilie Fargier qui a bénéficié d'une bourse GEVES-Région Pays de la Loire, a soutenu sa thèse le 30 mai 2007 intitulée : « L'étude de la pathologie de *Xanthomonas campestris* et de la structure génétique de ses pathovars a permis l'amélioration de la détection du pathogène dans les semences de Brassicacées ». Pierre Gladieux qui a bénéficié d'une bourse MRT, a soutenu sa thèse le 27 novembre 2007 intitulée : « Biogéographie et biologie des populations de *Venturia inaequalis*, champignon invasif responsable de la tavelure du pommier : »

L'année 2007 a marqué la **fin du CER 2000-2006**. Dans le cadre du volet valorisation du programme « Horticulture », un verger d'expérimentation et de démonstration a été planté sur le domaine de l'INRA spécifiquement dédié aux expérimentations sur les stimulateurs des défenses des plantes, molécules alternatives aux pesticides traditionnels. Dans le cadre du volet valorisation du programme « Semence », un prototype de puce à ADN à été élaboré, permettant la détection simultanée des principaux pathogènes des crucifères : la brassipuce. Ce prototype a été présenté aux utilisateurs potentiels (semenciers, institut technique, LNPV, ...), au cours de deux journées d'animation et de démonstration.



(A) Structure du gène *knox7*. Les rectangles représentent les exons et les traits les introns.

(B) Représentation schématique de 7 ADNc. Les événements d'épissage alternatif sont indiqués par les traits pointillés.

L'étude de l'expression du facteur de transcription KNOX7 révèle de multiples transcrits de taille variable et une régulation par l'ABA, la lumière et les gibbérellines au cours de la germination de la lignée F2 de maïs.

Contexte

Découvrir des gènes impliqués dans l'efficacité de germination ou dans les mécanismes de régulation de ce processus présente un intérêt scientifique et agronomique. Une approche combinant physiologie et génétique quantitative a été entreprise pour étudier la vitesse de germination chez le maïs (Limami et al., 2002). Parmi les QTLs obtenus, l'un co-localise avec le gène *knox7* (*knotted I-type homeobox 7*) codant pour un facteur de transcription. Chez les plantes, les protéines de type KNOX sont impliquées dans le développement en régulant la balance entre diverses hormones (ABA, GA).

Objectif

L'objectif de l'étude est de suivre l'expression de ce gène au cours de la germination et de la comparer chez deux génotypes à vitesse de germination contrastée. Ce travail s'inscrit dans une étude plus vaste concernant la vitesse de germination du maïs et dont les principaux résultats font partie de la thèse de Fabiola Anzala.

Résultats

- mise en évidence de l'existence de deux transcrits alternatifs, *knox7L* et *knox7S*, différant dans la partie 5' du fait de la présence de deux démarrages de transcription.
- mise en évidence de l'existence d'un épissage alternatif multipliant de façon importante le nombre de transcrits codés par ce gène.
- l'expression de ce gène (via la présence du transcrit *knox7S*) diminue tout au long de la germination dans l'embryon de grains de la lignée de maïs F2, à vitesse de germination lente.
- l'expression du gène augmente à la lumière ou en présence d'ABA, mais diminue en présence de GA dans cette même lignée.
- aucune régulation de l'expression du gène, par la lumière ou les hormones, révélée chez la lignée lo, à vitesse de germination plus rapide.

Perspectives / retombées

Tester l'hypothèse selon laquelle KNOX7 interviendrait dans le contrôle de la vitesse de germination comme élément de la voie de transduction du signal ABA ou GA.

Bibliographie

- Anzala F., Morère-Le Paven M.C., Fournier S., Rondeau D. and Limami A.M. 2006. Physiological and molecular aspects of aspartate-derived amino acid metabolism during germination and post-germination growth in two maize genotypes differing in germination efficiency. *Journal of Experimental Botany* 57, 645-653.
- Anzala F., Morère-Le Paven M.C. and Limami M.A. 2007. Activité in vivo de l'aspartate kinase. Etude par suivi isotopique (^{15}N). *L'Actualité Chimique* 305, 17-20.
- Limami, A.M., Rouillon, C., Glevarec, G., Gallais, A., Hirel, B. 2002. Genetic and physiological analysis of germination efficiency in maize in relation to nitrogen metabolism reveals the importance of cytosolic glutamine synthetase. *Plant Physiol.* 130, 1860-1870.
- Morère-Le Paven M.C., Anzala F., Rector A. and Limami A.M. 2007. Differential transcription initiation and alternative RNA splicing of *Knox7* a class 2 homeobox gene of maize. *Gene* 401, 71-79.

Contact

Marie-Christine Le Paven - UMR Physiologie moléculaire des semences (Université d'Angers/INH/INRA) - UFR Sciences, Université d'Angers - 2 Bd Lavoisier, 49045 Angers cedex - e-mail : lepaven@univ-angers.fr

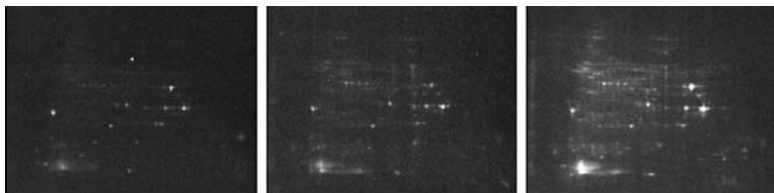


Figure : Réduction d'une part des protéines au cours de la germination des graines de *M. truncatula*. Les protéines ont été extraites en présence d'un agent fluorescent qui marque les groupements thiol puis séparées en deux dimensions (IEF en gradient non linéaire de pH 3-10 suivie de SDS-PAGE en gradient de polyacrylamide 10-20 %). 0 h : graines sèches ; 14 h et 22 h d'imbibition, avant et après la percée de la radicule.

Rôle des thiorédoxine réductases et des thiorédoxines au cours de la germination des graines de la légumineuse modèle *Medicago truncatula*.

Contexte et objectifs

Les systèmes composés de NADPH, thiorédoxine (Trx) et de NADP-thiorédoxine réductase (NTR) ou NTS sont des systèmes redox qui permettent une régulation post-traductionnelle de protéines cibles impliquées dans des processus cellulaires cruciaux chez les micro-organismes et les animaux comme la transduction du signal, l'expression de gènes, la croissance ou l'apoptose. Chez les plantes, les fonctions de ces systèmes sont encore peu connues. Le rôle le mieux documenté est leur implication dans la mobilisation des réserves au cours de la germination des céréales. On ne sait toutefois pas s'ils ont le même rôle chez les légumineuses. De plus, on ne connaît pas leurs autres fonctions au cours de la germination.

Objectif

L'objectif de cette étude était de cerner les fonctions des NTS au cours de la germination des graines de légumineuses en identifiant leurs cibles chez l'espèce modèle *Medicago truncatula*. Ce travail correspond à une partie du travail de thèse de Fatima Alkhalfoui (doctorante 2003-2006) visant à définir le rôle des NTS dans la germination des graines de *M. truncatula*.

MtNTRC participe à l'élimination des peroxydes

- Une accumulation d'une NTR de type C, une NTR présentant un domaine Trx décrite comme étant uniquement présente dans les tissus verts, a été également mise en évidence dans les cotylédons de graines sèches ou en germination de *M. truncatula*.

nation de *M. truncatula*.

- MtNTRC a de plus la particularité de pouvoir utiliser indifféremment le NADPH ou le NADH comme co-facteur.

- MtNTRC est capable de réduire BASI, une peroxyrédoxine également présente dans les graines et les tissus verts.

→ Chez *M. truncatula*, le couple NTRC/BASI pourrait donc participer à l'élimination des peroxydes produit en masse non seulement lors de la photosynthèse, en utilisant le NADPH, mais aussi au cours de la germination, en utilisant le NADH.

Des cibles potentielles des NTS sont réduites au cours de la germination :

- Plus d'une centaine de cibles potentielles des NTS ont été identifiées dans les graines en germination.

- Les cibles potentielles sont impliquées dans des processus variés qui accompagnent la germination : mobilisation des réserves, activation du métabolisme, élongation cellulaire, tolérance aux stress, signalisation.

- La régulation de certains processus par les NTS a été révélée pour la première fois chez *M. truncatula* : synthèse des phénylpropanoïdes, séquestration de métabolites et réponse au stress aluminium.

- Des protéines métaboliques cibles des NTS sont réduites au cours de la germination.

→ Des protéines métaboliques sont réduites par les NTS au cours de la germination.

Perspectives/retombées

Etudier la possibilité qu'il existe une relation entre l'état redox des protéines et la qualité germinative des graines. Définir des marqueurs de qualité germinative.

Partenariat

B. Buchanan, University of California, Berkeley

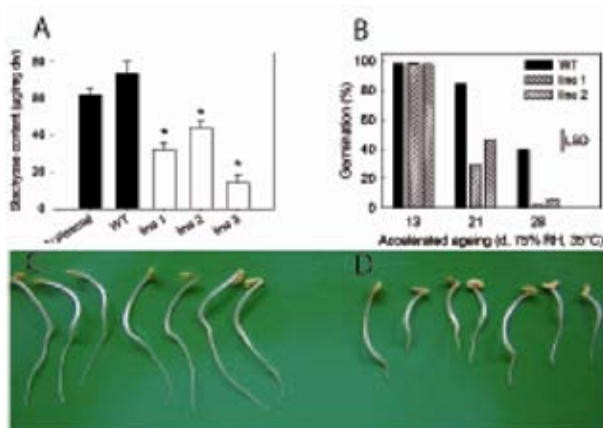
Bibliographie

■ Alkhalfoui F, Renard M, Montrichard F. 2007. Unique properties of NADP-thioredoxin reductase C in legume. *J. Exp. Bot.* 58, 969-978.

■ Alkhalfoui F, Renard M, Wong J, Tanaka C, Vensel B, Hurkman W, Buchanan BB and Montrichard F. 2007. Thioredoxin-linked proteins are reduced in germinating seeds of the legume, *Medicago truncatula*. *Plant Physiol.* 144, 1559-1579.

Contact

Françoise Montrichard – e-mail : francoise.montrichard@univ-angers.fr



B) Pourcentages de germination obtenus après 13, 21 et 28 jours de vieillissement (75% humidité relative, 25°C) pour des graines sauvages (wt) ou RNAi. C-D) Effet du vieillissement (21j) sur la longueur des radicules sauvages (C) et RNAi (D).

SNF4b, une sous-unité régulatrice du complexe kinase SnRK1, joue un rôle dans la qualité des semences de *Medicago truncatula*.

Contexte

Une meilleure compréhension des mécanismes permettant la survie de la graine à l'état sec est indispensable pour l'amélioration de la qualité physiologique de la semence et le maintien de la biodiversité. La tolérance à la dessiccation et son corollaire la longévité sont acquis pendant la phase de maturation et perdues au cours de la germination. L'analyse du transcriptome pendant l'acquisition de la tolérance à la dessiccation chez *Medicago truncatula* avait montré que parmi les gènes impliqués dans la transcription et communication cellulaire, celui codant une isoforme de la sous-unité gamma, MtSNF4b, régulatrice du complexe SnRK1 kinase était le plus fortement exprimé en relation avec la survie à l'état sec (Buitink et al., 2003, 2006).

Objectif

L'objectif était d'élucider le rôle de cette sous-unité dans la biologie des semences. Ce travail a été réalisé dans le cadre de la thèse de Claire Rosnoblet et publié dans *Plant Journal*. Il a été présenté lors des différents colloques internationaux 'Seed dormancy and Germination Workshop', juin 2007, Salamanque, Espagne, très prochainement à Berlin et sur invitation lors du colloque 'Translational Seed Biology', Septembre 2007, Davis, CA, Etats-Unis.

Résultats

- Mise en évidence de l'assemblage de la sous-unité MtSNF4b dans un complexe (450-600 kDa) pendant la maturation tardive des graines et de sa dissociation pendant l'imbibition par technique de filtration sur gel suivi par western blot.
- Par une approche RNAi, mise en évidence du MtSNF4b dans la régulation du métabolisme des oligosaccharides en fin de maturation et en début d'imbibition des graines. MtSNF4b semble notamment être impliqué dans l'accumulation de stachyose.
- MtSNF4 est impliquée dans l'aptitude à la conservation des graines. Les graines vieilles déficientes en MtSNF4b germent moins bien et montrent une différence de comportement pendant la levée.
- MtSNF4b agit comme un répresseur de la dormance des graines.

Perspectives/retombées

Vu le rôle central de ce complexe dans la biologie des graines, le travail se poursuit dans le cadre de la thèse de William Bolingue. L'objet est de mieux préciser le rôle de SNF4b dans la dormance des graines et de mettre en évidence les réseaux de régulation en aval du complexe. Ces travaux doivent permettre de mieux comprendre les mécanismes moléculaires sous-jacents à la qualité germinative des graines.

Partenaire

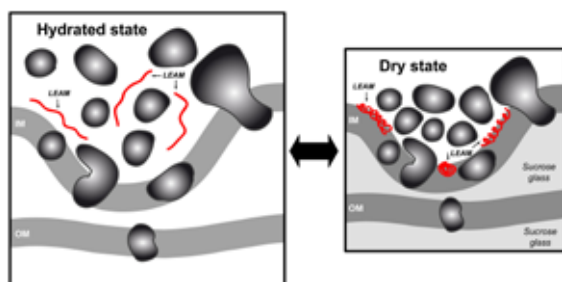
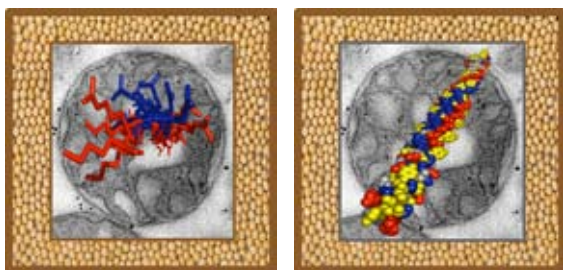
Laboratory of Plant Physiology, Wageningen University and Research Centre, Wageningen, Pays-Bas.

Bibliographie

- Rosnoblet C, Aubry C, Leprince O, Ly Vu B, Rogniaux H and Buitink J. 2007. The regulatory gamma subunit SNF4b of the sucrose nonfermenting related kinase complex is involved in longevity and stachyose accumulation during maturation of *Medicago truncatula* seeds. *Plant Journal* 51: 47-59.
- Buitink J, Leger JL, Guisle I, Ly Vu BL, Wuillème S, Lamirault G, Le Bars A, Le Meur N, Becker A, Küster H and Leprince O. 2006. Transcriptome profiling uncovers metabolic and regulatory processes occurring during the transition from desiccation-sensitive to -tolerant stages in *Medicago truncatula* seeds. *Plant Journal* 47: 735-750.
- Buitink J, Thomas M, Gissot L, Leprince O. 2003. Starvation, osmotic stress and desiccation tolerance lead to expression of different genes of the regulatory β and γ subunits of the SnRK1 complex in germinating seeds of *Medicago truncatula*. *Plant Cell & Environment*, 27: 55-67.

Contact

Julia Buitink - UMR 1191 - PMS (Univ. Angers/INH/INRA) - 16 Bd Lavoisier - 49045 Angers, France - e-mail : Julia.Buitink@angers.inra.fr



Des protéines qui protègent de la dessiccation.

Contexte

Certains organismes « anhydrobiotes » sont capables de survivre à une perte quasi-totale de l'eau cellulaire. Cette propriété remarquable est peu répandue chez les eucaryotes, mais commune chez la majorité des graines. La compréhension des mécanismes impliqués constitue un enjeu important au niveau agronomique et technologique, notamment pour ce qui concerne la qualité physiologique des graines. L'UMR Physiologie Moléculaire des Semences étudie particulièrement le rôle des protéines LEA (Late Embryogenesis Abundant) dans la tolérance aux stress et la longévité des semences. Ces protéines très hydrophiles à motifs répétés s'accumulent fortement lors de la maturation des graines, mais également chez les autres anhydrobiotes, ce qui suggère un rôle fondamental dans la tolérance à la dessiccation. Bien que découvertes dans les années 80, leurs fonctions restent énigmatiques.

Résultats

La caractérisation structurale et fonctionnelle de protéines LEA de mitochondries de graines et de rotifères bdelloïdes a permis de mettre en évidence un mécanisme original de protection des membranes (Tolter et al., *Plant Cell* 2007), et de proposer un mode d'évolution par divergence d'allèles chez des organismes asexués (Pouchkina-Stantcheva et al., *Science* 2007). La protéine LEAM est localisée dans la matrice mitochondriale des graines de pois. Elle est ap-

parue dépourvue de structure ordonnée à l'état hydraté, mais capable de se structurer en hélice α lors de la dessiccation. La modélisation a révélé une structure amphipathique avec une disposition originale des résidus chargés favorisant l'insertion latérale dans une bicouche lipidique. Ainsi, la protéine soluble et désordonnée à l'état hydraté se replie en hélice à faible teneur en eau pour s'encastrer dans la membrane interne et la protéger à l'état sec. Lors de la réhydratation, elle se déplie et quitte alors la membrane, évitant ainsi de perturber son fonctionnement. Enfin, dans le cadre d'une collaboration portant sur la caractérisation structurale et fonctionnelle de protéines LEA chez un rotifère bdelloïde dépourvu de sexualité depuis des dizaines de millions d'années, nous avons montré que deux allèles avaient évolué pour coder deux protéines exhibant des fonctions complémentaires pour la protection contre la dessiccation.

Perspectives/retombées

Ces travaux constituent des avancées notables dans la compréhension des mécanismes de tolérance à la dessiccation, ainsi que sur le plan évolutif. Ils ouvrent des perspectives biotechnologiques intéressantes non seulement pour la protection de membranes biologiques ou synthétiques, de protéines sans recours à la congélation, mais également pour la mise en œuvre de nouveaux outils de contrôle de la qualité des semences.

Partenaires

Nationaux: UR BIA, INRA Nantes ; INSERM U646, Université d'Angers ; LEDP, CEA-INSERM Grenoble; UMR 5095, IBGC, Bordeaux.
Internationaux: Institute of Biotechnology, University of Cambridge; Max-Planck-Institute of Molecular Plant Physiology, Potsdam.

Bibliographie

- Pouchkina-Stantcheva et al. 2007. Functional divergence of former alleles in an ancient asexual invertebrate. *Science*, 318, 268-271.
- Tolter et al. 2007. Structure and function of a mitochondrial late embryogenesis abundant protein are revealed by desiccation. *Plant Cell*, 19, 1580-89.

Contact

David Macherel, UMR 1191 PMS, 16 bd Lavoisier, 49045 Angers cedex 01
e-mail : david.macherel@univ-angers.fr



Acquisition et traitement d'images pour caractériser l'imbibition, la germination et l'allongement de l'axe embryonnaire de semences de *Medicago truncatula*.

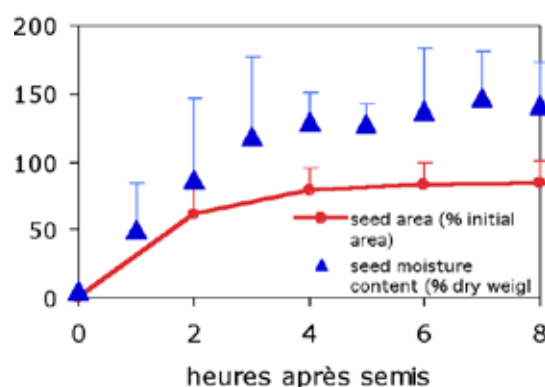
Contexte et objectif

Le développement des moyens d'acquisition et de traitements des images permet d'envisager l'accès à des variables délicates à mesurer en raison du temps nécessaire à la mesure parallèlement à l'évolution du phénomène à observer; et étant donné le nombre d'individus à caractériser. Les moyens développés à la SNES pour caractériser la cinétique de germination des lots de semences ont été utilisés pour caractériser les semences sèches, les cinétiques d'imbibition et de germination et le début d'allongement de l'axe embryonnaire de *Medicago truncatula* (*M. tr.*). Cette espèce est étudiée par différentes équipes de recherche car on dispose pour celle-ci des outils permettant l'analyse du déterminisme génétique et moléculaire des étapes de germination et début de croissance. Il est pour cela nécessaire de phénotyper de grands nombres de populations de lignées recombinantes. La mise au point de moyens de phénotypage automatisé serait un atout pour de telles études.

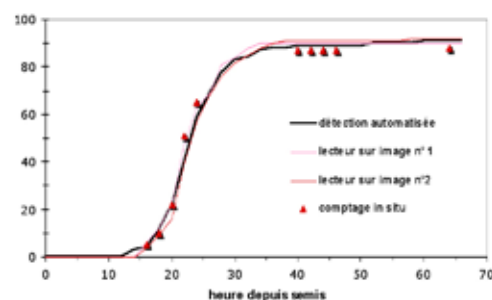
Résultats

La caractérisation structurale et fonctionnelle Un suivi individuel a été réalisé sur un échantillon de 4×100 semences de masse initiale connue de *M. tr.* (cv Paraggio) placées à 20°C en conditions hydriques non limitantes sur une table de Jacobsen au-dessus de laquelle 4 caméras prenaient des photos toutes les deux heures sur une durée de 3 jours. Une procédure de traitement des images sous ImageJ a permis de binariser les images et de donner pour chaque semence à chaque prise d'image la position de son centre d'inertie, sa surface et sa longueur courbe.

Relation entre surface de la semence et teneur en eau



Détection automatisée de la germination



Des relations ont ainsi été établies entre évolution de la surface et de la masse au cours de l'imbibition, permettant d'établir la cinétique de prise d'eau des semences (figure 1). Le déplacement du centre d'inertie permet d'établir des cinétiques de germination bien corrélées avec la détection des germinations *in situ* par des lecteurs (figure 2). La mesure de l'allongement est limitée aux 15 premiers millimètres car au-delà le support ne se prête plus à cette mesure.

Contexte de la réalisation

Ce travail résulte d'une collaboration entre le GEVES-SNES et l'équipe Ecophysiologie, diversité génétique et modélisation de la levée de l'UMR Physiologie Moléculaire des Semences dans le cadre du font méthodologique 4 du GEVES « Méthodes de caractérisation des lots de semences pour prévoir la levée dès le laboratoire » et du projet Jeune Equipe INRA « Analyse des principales fonctions biologiques déterminantes pour la levée de différentes espèces ». Ces travaux sont le complément de travaux menés initialement sur la cinétique de germination d'espèces cultivées telles que le tournesol (Ducourneau et al 2004, 2005) ou le maïs dans le cadre du projet CER Visiosem 2003-2006.

Perspectives/retombées

Medicago truncatula est une espèce modèle utilisée pour l'analyse du déterminisme génétique et moléculaire de comportements observés lors des étapes de germination et début de croissance. Les recherches méthodologiques présentées doivent accroître les possibilités de phénotypage haut débit et contribuer à la mise en place d'une plateforme commune utilisable pour des espèces d'intérêt économique et des espèces dédiées aux travaux de recherche. Les mêmes caractérisations sont en cours sur le pois et *Arabidopsis thaliana*. Elles ont été étendues à 1 600 graines (4 x 400) suivies simultanément pour leur imbibition et germination pour *Medicago truncatula*

Partenaires

Ces travaux ont bénéficié des financements du CER Pays de la Loire, du GEVES Front de recherche méthodologique 4 et du projet Jeune Equipe INRA.

Bibliographie

- Demilly D, Wagner M-H, Brunel S, Dürr C. 2007. Using computer vision to analyse the relationship between physical characteristics of *Medicago truncatula* seeds and their germination and root elongation. 28th ISTA Congress, 5-11 May 2007, Iguassu Falls, Brazil (poster).
- Demilly D., Plainchault P., Vigouroux B., Clément A., Bertrand D., Feutry A., Dürr C., Casals M-L, Ducourneau S., Mannino M.R., Brunel S., Léchappé J., 2007, Utilisation d'acquisitions et d'analyse d'images automatisées pour

déterminer des paramètres physiques et biologiques des semences, Graines 2007, 7-8 juin 2007, Angers, France (communication orale).

■ Ducourneau S., Feutry A., Plainchault P., Revillon P., Vigouroux B., Wagner M.H., 2004. An image acquisition system for automated monitoring of the germination rate of sunflower seeds. *Computers and electronics in agriculture* 44, 189-202.

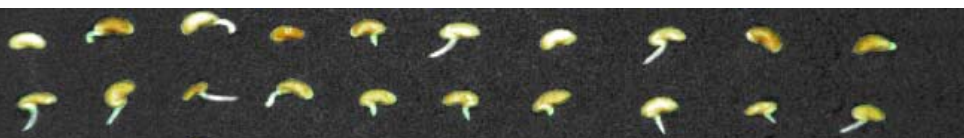
■ Ducourneau S., Feutry A., Plainchault P., Revillon P., Vigouroux B., Wagner M.H., 2005. Using artificial vision to monitor germination time course of sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds. *Seed Science and Technology* 33, 329-340.

Contacts

Dider Demilly GEVES-SNES et **Carolyne Dürr**
UMRI 191 PMS - Centre de Recherche INRA
Angers-Nantes. E-mails : didier.demilly@geves.fr ;
Carolyne.Durr@angers.inra.fr



Publications



Revues scientifiques à comité de lecture

- Macherel D., Benamar A., Avelange-Macherel M.H., Tolleter D. 2007. Function and stress tolerance of seed mitochondria. *Physiologia Plantarum*, 129, 233-241.
- Gallardo-Carrera A., Leonard J., Duval Y., Dürr C. 2007. Effects of seedbed structure and water content at sowing on the development of soil surface crusting under rainfall. *Soil and Tillage Research*, 95, 207-217.
- Anzala F., Morère-Le Paven M.C., Limami A.M. 2007. Activité in vivo de l'aspartate kinase. Etude par suivi isotopique (¹⁵N). *L'Actualité Chimique*, 305, 17-20.
- Alkhalfoui F., Renard M., Montrichard F. 2007. Unique properties of NADP-thioredoxin reductase C in legumes. *Journal of Experimental Botany*, 58, 969-978.
- Rosnoblet C., Aubry C., Leprince O., Ly Vu B., Rogniaux H., Buitink J. 2007. The regulatory γ -subunit SNF4b of the sucrose non-fermenting-related kinase complex is involved in longevity and stachyose accumulation during maturation of *Medicago truncatula* seeds. *Plant Journal*, 51, 47-59.
- Sester M., Dürr C., Darmency H., Colbach N. 2007. Modelling the effects of cropping systems on the seed bank dynamics and the emergence of weed beet. *Ecological modelling* 204, 47-58.
- Tolleter D., Jaquinod M., Mangavel C., Avelange-Macherel M.H., Payet N., Passirani C., Macherel D. 2007. Structure and function of a mitochondrial late embryogenesis abundant (LEA) protein are revealed by desiccation. *Plant Cell*, 19, 1580-1589.
- Alkhalfoui F., Renard M., Vensel W.H., Wong J., Tanaka C.K., Hurkman W.J., Buchanan B.B., Montrichard F. 2007. Thioredoxin-Linked Proteins Are Reduced during Germination of *Medicago truncatula* Seeds. *Plant Physiology*, 144, 1559-1579.
- Pouchkina-Stantcheva N.N., McGee B.M., Boschetti C., Tolleter D., Chakrabortee S., Popova A.V., Meersman F., Macherel D., Hincha D.K. and Tunnacliffe A. 2007. Functional divergence of former alleles encoding LEA

proteins in a desiccation-tolerant, ancient asexual invertebrate. *Science*, 318, 268-271.

- Borisjuk L., Macherel D., Benamar A., Wobus U., Rolletschek H. 2007. Low oxygen sensing and balancing in plant seeds - a role for nitric oxide. *New Phytologist*, 176, 813-823.

■ Morère-Le Paven M.C., Anzala F., Rector A., Limami A.M. 2007. Differential transcription initiation and alternative RNA splicing of *Knox7a* class 2 homeobox gene. *Gene*, 401, 71-79.

Ouvrages et chapitres d'ouvrage

- Buitink J. 2007. Desiccation Tolerance in the - omics Era : New Tools for an Old Enigma ? In: *The Biology of Seeds: Recent Research Advances*. Adkins S., Bewley J.D., Bradford K.J., eds. CAB International, Wallingford, Oxfordshire, pp 1-17.

■ Valancogne P., Costes F., Dürr C., Crozat Y. 2007. Effects of bean seed production conditions on germination and hypocotyl elongation responses to temperature and water potential. *Seeds: Biology, Development and Ecology* (eds S.W. Addkins, S.C. Navie and S. Ashmore) 35, 333-341, CABI publishing UK.

■ Limami A.M., Ricoult C., Planchet E., Gonzalez E.M., Ladrera R., Larrainzar E., ARRESE-IGOR C., Merchan F., Crespi M., Frugier F., Avia K., Lejeune-Hénaut I. 2007. Response of *Medicago truncatula* to abiotic stress. In : *The Medicago truncatula handbook*, Mathesius U., Journet E.P., Summer L.W., (eds). ISBN 0-97543036169.

<http://www.noble.org/medicagoHandbook/>.

■ Gallardo K., Lesignor C., Darmency M., Burstin J., Thompson R., Rochat C., Boutin J.P., Kuester H., Buitink J., Leprince O., Limami A., Crusak M.A. 2007. Seed Biology of *Medicago truncatula*. In : *The Medicago truncatula handbook*. Mathesius U., Journet E.P., Summer L.W., (eds). ISBN 0-97543036169. <http://www.noble.org/medicagoHandbook/>.

■ Leprince O., Buitink J. 2007. The glassy state in dry seeds and pollen. In : *Plant Desiccation Tolerance*, M.A. Jenks et A.J. Wood

Editors, Blackwell Publishing, pp. 193-214.

■ Moreau-Valancogne P., Costes F., Dürr C., Crozat Y. 2007. Effects of bean seed production conditions on germination and hypocotyls elongation responses to temperature and water potential. In *Seeds: Development and Ecology Biology*, (eds S.W. Adkins, S. C. Navie and S. Ashmore), CABI publishing UK, 35, 333-341.

Communications Orales

■ Leprince O., Boudet J., Satour P., Buitink J. 2007. Proteomic profiling analysis of the late embryogenesis abundant (LEA) proteins associated with desiccation tolerance or drought tolerance in *Medicago truncatula* seeds. Abiotic stress in Legumes meeting. Tunis, 22-24 mars.

■ Buitink J., Ly Vu B., Kuster H., Leprince O. 2007. Comparative transcriptome analysis of *Medicago truncatula* radicles that are osmotically stressed at two post-germinative stages reveals both similar and divergent gene regulation between drought and desiccation tolerance. Abiotic stress in Legumes meeting. Tunis, 22-24 mars.

■ Ricoult C., Limami A.M. 2007. Concerted action of Alanine Aminotransferase (AlaAt) and Glutamate Dehydrogenase (GDH) contribute to hypoxia stress tolerance in *Medicago truncatula* seedlings. Model Legume Congress. Tunis, 24-28 mars.

■ Buitink J. 2007. A transcriptomic analysis of desiccation and drought tolerance in germinating *M. Truncatula* seeds. Model Legumes Congress, Tunisie, Tunis, 24-28 mars.

■ Teulat-Merah B., Brunel S., Wagner M.H., Prospéri J.M., Huguet T., Dürr C. 2007. Genetic diversity and QTL analyses of eco-physiological traits linked to seedling establishment in the model legume *Medicago truncatula*. Model Legume Congress. Tunisie, Tunis, 24-28 mars.

■ Buitink J., Ly Vu B., Küster H., Leprince O. 2007. Comparative transcriptome analysis of *Medicago truncatula* radicles that are osmotically stressed at two post-germinative stages reveals both similar and divergent

gene regulation between drought and desiccation tolerance. Abiotic stress in legumes (MLC 2007 Satellite Workshop, Tunis, mars).

■ Leprince O., Boudet J., Hoekstra F.A., Lin X., Satour P., Boucher V., Aubry C., Buitink J. 2007. Proteomic profiling and structure-function analysis of late embryogenesis abundant (LEA) proteins associated with desiccation tolerance in the legume seed *Medicago truncatula*. SEB Meeting, avril 2007, Adaptations to cold and desiccation in ectothermic animals and plants.

■ Macherel D., Benamar A., Rolletschek H., Borisjuk L., Tolleter D., Avelange-Macherel M.H. 2007. Insights into stress management by seed mitochondria. International Congress on Plant Mitochondrial Biology 2007, Nara, Japan, June 25th – 29th.

■ Buitink J., Rosnoblet C., Aubry C., Ly Vu B., Bolingue W., Guisle I., Leger J., Leprince O. 2007. Transcriptome et régulation de la survie à l'état sec chez les semences de *Medicago truncatula*. Congrès Graines 2007, Angers 7-8 juin.

■ Alkhafiou F., Renard M., Buchanan B.B., Montrichard F. 2007. Thioredoxin-linked proteins are reduced during germination of seeds of *Medicago truncatula*. Congrès Graine 2007, Angers 7-8 juin.

■ Dürr C. 2007. Simple (SIMulation of Plant Emergence): A model for predicting crop emergence. Congrès Graines 2007, Angers 7-8 juin.

■ Bolingue W., Rosnoblet C., Leprince O., Ly Vu B., Buitink J. 2007. The regulatory subunit SNF4b of the SnRK1 complex : a new player in seed dormancy ? Salamanca, 1-4 juillet.

■ Leprince O., Buitink J. 2007. Postgenomic analysis of desiccation tolerance in *Medicago truncatula* /seeds. Translational Seed Biology: from model systems to crop improvement. Plant Sciences Symposium, UC Davis, USA, 17-21 septembre.

■ Brunel S., Teulat-Merah B., Wagner M.H., Prosperi J.M., Huguet T., Dürr C. 2007. Characterization of germination and heterotrophic growth of several genotypes of several genotypes of *Medicago Truncatula*. Congrès AEP, Lisbonne, Portugal, 12-16 novembre.

■ Buitink J., Rosnoblet C., Aubry C., Bolingue William, Leprince O. 2007. SNF4b, une sous-unité régulatrice du complexe kinase SnRK1, joue un rôle dans la qualité des semences. Colloque Végétale et Semences – CER 2000-2006, Angers, novembre.

■ Aubry C., Satour P., Ly Vu B., Boudet J.,

Rosnoblet C., Leprince O., Buitink J. 2007. Functional genomics of seed desiccation tolerance in *Medicago truncatula*. SFBV, Versailles, septembre.

■ Buitink J. 2007. Analyse postgénomique des mécanismes de tolérance à la desiccation. Société de Biologie, Paris, 19 décembre.

Posters

■ Leprince O., Boudet J., Satour P., Buitink J. 2007. Proteome analysis of the LEA proteins associated with desiccation tolerance in *Medicago truncatula* seeds. Model legume Congress, Tunis 24-28 Mars.

■ Teulat-Merah B., Brunel S., Wagner M.H., Prosperi J.M., Huguet T., Dürr C. 2007. Genetic diversity and QTL analyses of eco-physiological traits linked to seedling establishment in the model legume *Medicago truncatula*. Model Legume Congress, Tunisie, Tunis, 24-28 Mars.

■ Renard M., Alkhafiou F., Buchanan B., Montrichard F. 2007. Thioredoxin-linked proteins are reduced during germination of seeds of *Medicago truncatula*. Congrès Modèle Légumes à Tunis, 24-28 Mars.

■ Leprince O., Boudet J., Hoekstra F.A., Lin X., Satour P., Boucher V., Aubry C., Buitink J. 2007. Proteomic profiling and structure-function analysis of late embryogenesis abundant (LEA) proteins associated with desiccation tolerance in the legume seed *Medicago truncatula*. SEB Meeting, Adaptations to cold and desiccation in ectothermic animals and plants, Avril 2007.

■ Demilly D., Wagner M.H., Brunel S., Dürr C. 2007. Computer vision for helping analysis of relationship between seed physical characteristics and germination and root elongation on *Medicago truncatula*. International Seed Testing Association congress, Brazil, 7-12 May.

■ Gardarin A., Dürr C., Colbach N. 2007. Analysis of the relationships between emergence processes and life history traits of weed species of North-Western Europe. European Weed Research Science Congress Denmark, June 2007

■ Avelange-Macherel M.H., Tolleter D., Teyssier E., Payet N., Macherel D. 2007. Some insights into the function of HSP22, a small heat shock protein highly expressed in pea seed mitochondria. International Congress on Plant Mitochondrial Biology 2007, Nara,

Japan, June 25th – 29th.

■ Tolleter D., Jaquinod M., Mangavel C., Avelange-Macherel M.H., Payet N., Passirani C., Macherel D. 2007. Structure and function of a natively unfolded protein (LEAM) involved in the protection of the inner membrane during desiccation. Congress on Plant Mitochondrial Biology 2007, Nara, Japan, June 25th-29th.

■ Macherel D., Borisjuk L., Rolletschek D., Benamar A. 2007. A la frontière de l'anoxie : rôle de l'oxyde nitrique dans le contrôle du fonctionnement mitochondrial des graines. Congrès Graines 2007, Angers 7-8 Juin.

■ Tolleter D., Avelange-Macherel M.H., Mangavel C., Hinch D.K., Passirani C., Payet N., Macherel D. 2007. Ordre et désordre d'une protéine protectrice des mitochondries de graines. Congrès Graines 2007, Angers 7-8 Juin.

■ Anzala F., Morère-Le-Paven M.C., Giaufret C., Limami A.M. 2007. Cystathionine- β -lyase, a good candidate gene to explain the best germination of F334 maize line in unfavourable conditions compared to F2 line: QTLs detection and physiological analysis. Congrès Graines 2007, Angers 7-8 Juin.

■ Bolingue W., Leprince O., Buitink J. 2007. Etude du rôle de MtSNF4b dans la dormance de graines de *Medicago truncatula*. Congrès Graines 2007, Angers 7-8 Juin.

■ Boucher V., Boudet J., Aubry C., Lin X., Buitink J., Leprince O. 2007. Caractérisation fonctionnelle de PM25, protéine LEA spécifique des semences en relation avec la tolérance à la dessiccation. Congrès Graines 2007, Angers 7-8 Juin.

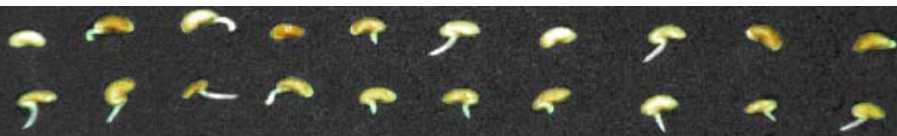
■ Gimeno-Gilles C., Lelièvre E., Limami A.M. 2007. Transcript identification and profiling during *Medicago truncatula* germination. Congrès Graines 2007, Angers 7-8 Juin.

■ Morère-Le Paven M.C., Anzala F., Recton A., Limami A.M. 2007. Alternative RNA splicing of KNOX7, a class 2 homeobox gene of maize. Congrès Graines 2007, Angers 7-8 Juin.

■ Raveneau M.P., Coste F., Benamar A., Wagner M.H., Crozat Y., Macherel D. 2007. Influence de la vitesse de dessiccation sur les caractéristiques germinatives et le métabolisme de graines de légumineuses. Congrès Graines 2007, Angers 7-8 Juin.

■ Renard M., Alkhafiou F., Buchanan B.B., Montrichard F. 2007. Thioredoxin-Linked proteins are reduced during germination of seeds of *Medicago truncatula*. Congrès Grai-

Suite Publications



nes 2007, Angers 7-8 Juin.

■ Brunel S., Teulat-Merah B., Wagner M.H., Huguet T., Prospéri J.M., Dürr C. 2007. Eco-physiological characterization of germination and heterotrophic growth of several genotype of *Medicago truncatula*. Congrès Graines 2007, Angers 7-8 Juin.

■ Aubry C., Satour P., Ly-Vu B., Boudet J., Rosnoblet C., Leprince O., Buitink J. 2007. Functional genomics of seed desiccation tolerance in *Medicago truncatula*. Colloque de la SFBV à Versailles 12-14 Septembre.

■ Alkhafioi F., Renard M., Buchanan B.B., Montrichard F. 2007. Thioredoxin-linked proteins are reduced during germination of seeds of *Medicago truncatula*. Colloque de la SFBV à Versailles 12-14 Septembre.

■ Brunel S., Teulat-Merah B., Wagner M.H., Prosperi J.M., Huguet T., Dürr C. 2007. Characterization of germination and heterotrophic growth of several genotypes of several genotypes of *Medicago Truncatula*. Congrès AEP, Lisbonne, Portugal, 12-16 Novembre.

■ Planchet E., Chevalier C., Rannou O., Viau L., Teusan R., Léger J., Kuster H., Limami A.M. 2007. Regulatory metabolic processes and signalling in drought stress responses during post-germination of *Medicago tr* seedlings investigated in transcriptome analysis. Congrès AEP, Lisbonne, Portugal 12-16 Novembre.

■ Raveneau M.P., Davière R., Lejeune I., Coste F., Dürr C. 2007. Comparison of germination response to temperature between winter and spring pea genotypes. Congrès AEP, Lisbonne, Portugal, 12-16 Novembre.

■ Tolleter Dimitri, Doctorant, Université d'Angers : « Caractérisation fonctionnelle et structurale de protéines mitochondriales impliquées dans la tolérance au stress des végétaux ».

Mémoires de stages

Masters

■ Rannou Olivier, Master II Recherche Génétique, Adaptation, Productions Végétales, Université Angers : « Effets d'un stress hydrique sur le métabolisme azoté de *Medicago truncatula* lors de la germination »

■ Thiery Emilie, Maîtrise I Professionnel, Sciences et Productions Végétales, Agrocampus Rennes : « Mesures de la germination et de la croissance de différents génotypes de *Medicago truncatula* ».

■ Nee Guillaume, Master I, Biologie Végétale Intégrative, Université d'Angers : « Etat redox des protéines dans les graines en germination ».

■ Echard Anabelle, Master I, Sciences Végétales, Université de Rennes I : « Rôle des peroxiredoxines dans la longévité des semences ».

Ingénieurs

■ Pantin Florent, 4^{ème} année de l'ENIHP, INH : « Variabilité génétique de l'allongement post-germinatif à basse température ».

Mémoires de thèses



Modélisation du Climat distribué sous serre en verre de grande portée (cultures ornementales).

Contexte

La gestion climatique des serres a une incidence directe sur la qualité des produits cultivés. L'objectif du producteur est donc de placer ses cultures dans un environnement favorable à leur croissance tout en minimisant les coûts engagés. Ceci passe en premier lieu par la maîtrise de l'aération de la serre. L'aération influence en effet directement le transport de chaleur et de masse entre l'environnement extérieur et l'intérieur, elle affecte ainsi fortement le climat qui règne dans la serre. Sa maîtrise permet donc de contrôler des paramètres tels que la température, l'humidité ou encore la concentration de CO_2 par exemple et de maintenir les plantes dans des conditions métaboliques favorables (respiration, photosynthèse, transpiration) et dans un état sanitaire satisfaisant. Dans ce contexte, la maîtrise de l'aération constitue l'un des objectifs prioritaires des horticulteurs et des fabricants de serres. Pour des raisons économiques liées à la consommation énergétique, ils privilégient en général davantage l'aération naturelle à l'aération forcée (par des ventilateurs ou en combinaison avec le refroidissement évaporatif). Mais autant il est possible de piloter avec une assez bonne précision une installation de ventilation forcée, autant la ventilation natu-

relle met en jeu des facteurs (aléas climatiques) dont la maîtrise est plus complexe. Une analyse plus précise des mécanismes qui gouvernent la ventilation naturelle s'impose donc si l'on souhaite comprendre les phénomènes en jeu et proposer des solutions adaptées.

Objectifs

Le programme de recherche que nous avons entrepris à l'INH vise à mieux maîtriser l'aération naturelle des serres sous climat tempéré océanique en période estivale. Il a été engagé en 2003 dans le cadre d'une convention CIFRE entre l'entreprise CMF (Constructions Métalliques Florentaises située à Varades). In fine, il s'agit de formaliser les principaux mécanismes physiques qui concourent à l'établissement du climat dans une serre puis de les modéliser avec des outils adaptés afin de prédire ce climat. Le modèle développé devra à terme permettre de déterminer le taux d'aération d'une serre ou encore la distribution de la vitesse, de la température, de l'humidité et du CO_2 au voisinage du couvert végétal.

Résultats

Le modèle qui a été développé s'est centré dans un premier temps sur les volets aéraulique et thermique. Une approche simplifiée des transferts radiatifs (consistant à imposer des conditions de température sur les parois de la serre) a d'abord été testée (Bournet et al., 2007a). Les simulations ont toutes été menées en deux dimensions c'est-à-dire pour les cas particuliers où le vent était perpendiculaire au faîtage. Pour diverses combinaisons d'ouvrants de toiture, puis en ajoutant un ouvrant latéral, nous avons analysé les performances de la serre en considérant non seulement le taux d'aération, mais aussi l'homogénéité de la répartition des vitesses et des températures au niveau du couvert végétal. Des indicateurs d'efficacité de l'aération ont ainsi pu être dégagés.

La mise en œuvre du couplage convectif-radiatif a été opérée dans un second temps (Bournet et al., 2007b). Le modèle bi-bande qui a été employé distingue les contributions radiatives de courtes (soleil) et de grandes longueurs d'onde (atmosphère, sol). Ce modèle a été validé puis appliqué à plusieurs combinaisons d'ouvrants (Figures 1 & 2).

Perspectives

La prise en compte de l'interaction des végétaux avec le climat, à peine esquissée jusqu'à présent, fait l'objet des recherches actuelles. Les végétaux exercent une action mécanique (frottement et blocage partiel de la circulation de l'air) ; ils interagissent également avec le champ de température et l'humidité de l'air (Thèse en cours d'A. Kichah).

Bibliographie

■ Bournet P E; Ould Khaoua S A; Boulard T; Migeon C; Chassériaux G. 2007a. Effect of roof and side opening combinations on the ventilation of a glasshouse using computer simulation. Transactions of the ASABE, 50 (1), 201-212.

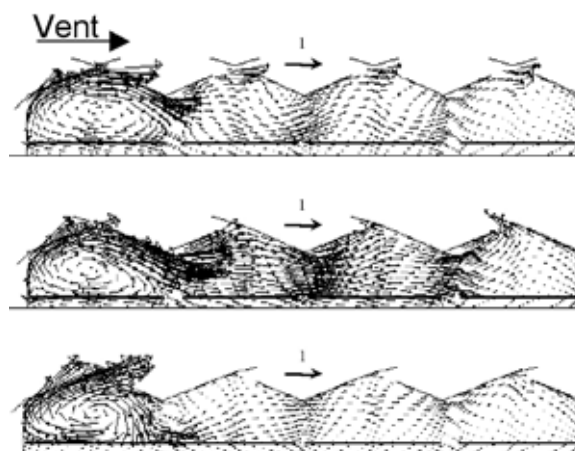
■ Bournet P E; Ould Khaoua S A; Boulard T. 2007b. Numerical prediction of the effect of vent arrangements on the ventilation and energy transfers in a multi-span glasshouse using a bi-band radiation model. Biosystems Engineering, 98, 224-234.

Contact

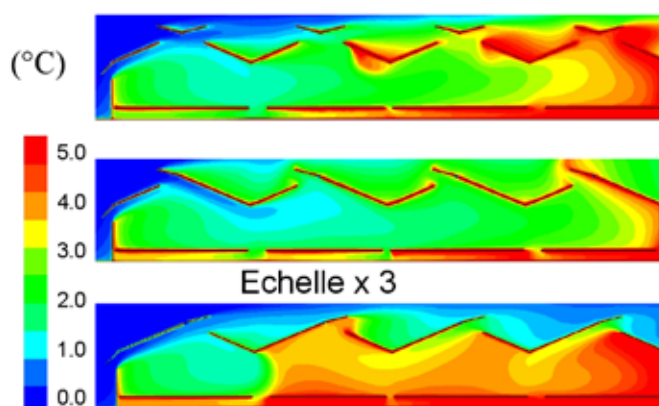
Pierre-Emmanuel Bournet - e-mail : Pierre-Emmanuel.Bournet@inh.fr

Fig. 1

(a) Vecteurs vitesses normalisés

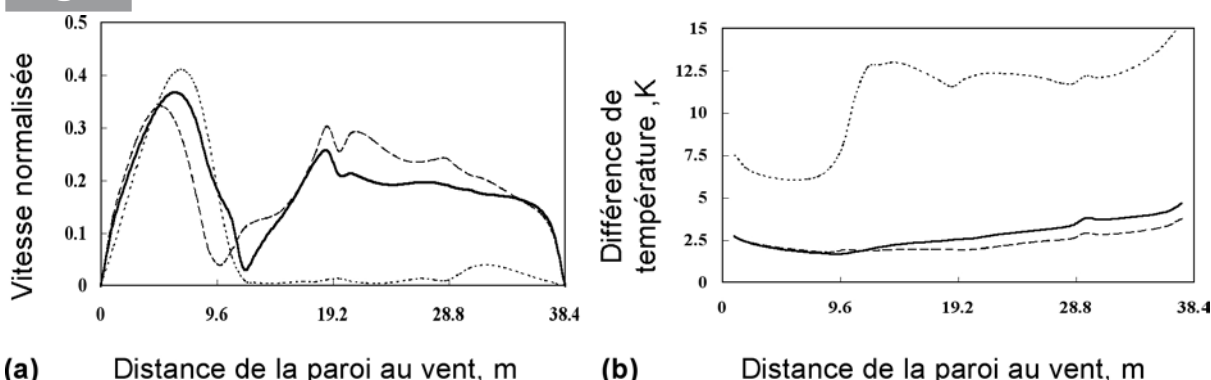


(b) Contours de différence de température



Champ de vitesse normalisé et distribution de différence de température (entre l'intérieur et l'extérieur) pour une serre en verre équipée d'un ouvrant latéral en position haute et d'ouvrants de toiture symétriques, au vent et sous le vent (adapté de Bournet et al., 2007b)

Fig. 2



(a) Distance de la paroi au vent, m

(b) Distance de la paroi au vent, m

Distribution de la vitesse normée par la vitesse du vent V/U_h (a) et distribution de température correspondante $T-T_{\text{extérieure}}$ (b) le long de la serre au niveau du couvert végétal (à 0.3 m au dessus des tablettes de culture) pour les configurations avec un ouvrant latéral en position haute et des ouvrants de toiture symétriques (—), au vent (---) and sous le vent (.....) (adapté de Bournet et al., 2007b).



Publications

Revues scientifiques à comité de lecture

- Bourmet P.E., Ould Khaoua S.A.O., Boulard T. 2007. Numerical prediction of the effect of vent arrangements on the ventilation and energy transfer in a multi-span glasshouse using a bi-band radiation model. *Biosystems engineering*, 98 (2): 224-234.
- Bourmet P. E., Khaoua S. A. O., Boulard T., Migeon, C., Chassériaux G. 2007. Effect of roof and side opening combinations on the ventilation of a greenhouse using computer simulation. *Transactions of the ASABE*, 50 (1): 201-212.
- Camps C., Guillermin P., Mauget J. C., Bertrand D. 2007. Discrimination of storage duration of apples stored in cooled room and shelflife by visible-near infrared spectroscopy. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, 15 (3): 169-177.
- Guérin V., Huché Thélér L., Charpentier S. 2007. Mobilisation of nutrients and transport via xylem sap in a shrub (*Ligustrum ovalifolium*) during spring growth: N and C compounds and interaction. *Journal of Plant Physiol.*, 164: 562-573.
- Malécot V., Marcussen T., Munzinger J., Yockteng R., Henry M. 2007. On the origin of the sweet-smelling Parma Violets cultivars: wide intraspecific hybridisation, sterility and sexual reproduction. *American Journal of Botany*, 94 (1): 29-41.
- Malécot V. 2007. Le statut de la taxinomie et de la systématique en France. *Acta Botanica Gallica*, 154 (3): 311-332.
- Mas A., Pumo B. 2007. The ARHD model. *Journal of Statistical Planning and Inference*, 137 (2): 538-553.
- Renard C.M., Dupont N., Guillermin P. 2007. Concentrations and characteristics of procyanidins and other phenolics in apples during fruit growth. *Phytochemistry*, 68 (8): 1128-1138.

Revues techniques

- Chambolle C., Malécot V. 2007. Regard sur... *Viburnum x bodnantense*. *PHM Revue Horticole*, 487: 34-35.
- Chambolle C., Malécot V. 2007. Regard sur... *Bupleurum fruticosum*. *PHM Revue Horticole*, 489: 34-35.
- Chambolle C., Malécot V. 2007. Regard sur... *Campsis grandiflora*. *PHM Revue Horticole*, 491: 34-35.
- Chambolle C., Malécot V. 2007. Regard sur... *Sorbus domestica*. *PHM Revue Horticole*, 493: 23-24.
- Chambolle C., Malécot V. 2007. Regard sur... *Baccharis halimifolia*. *PHM Revue Horticole*, 495: 40-41.
- Chambolle C., Malécot V. 2007. Regard sur... *Carex pendula*. *PHM Revue Horticole*, 497: 42-43.
- Tison J.-M., Malécot V. 2007. *Potentilla pedata* Willd. ex Homem. (Rosaceae), espèce française

méconnue. *Le Monde des Plantes*, 102 (493): 5-18.

- Bock B., Malécot V. 2006 [2007]. *Borderea pyrenaica* (Gren.) Miégevillie : contribution à l'étude des stations françaises et mise au point nomenclaturale. *Bulletin de la Société Botanique du Centre Ouest, Nouvelle-Série*, 37: 263-272.

Ouvrages et chapitres d'ouvrages

- Bertrand H., Galopin G., Laffaire M., Relion D. 2007. Evaluation de la qualité ornementale d'une collection d'*Hydrangea paniculata* Sieb. Euro-Trials 2006-2007 [CD-ROM]. Ed. Astredhor, Paris. ISBN: 978-2-912664-17-4.
- Caron J., Parent, L., Elrick, D., Michel J.C., Naasz R. 2007. Physical properties of organic soils and growing media: water and air storage and flow dynamics. In *Soil Sampling and Methods of Analysis, 2nd edition*, CRC Press. ISBN 13:978-0-8493-3586-0. p.885-912.
- Dufour L., Guérin V. 2007. Main environmental factors affecting flowering of *Anthurium andraeanum* Lind. Soilless cultivation in tropical conditions. Dans 'Floriculture, ornamental and plant biotechnology : Advances and topical issues' (1st Edition). Teixeira da Silva (ed), Global Science Books, Londres, p172-182. ISBN 4903313069 - ISBN-13 9784903313061.
- Malécot V. 2007. Petite flore urbaine - étude floristique de Bègles. In: Bouchain P. (dir) *Le 1% scientifique de la piscine de Bègles*, Service communication, Bègles: 55-74.

Communications colloques

Internationaux

- Girault T., Ben Baaziz K., Combes D., Sakr S., Sigogne M., Travier S., Viemont J.D., Leduc N. Photocontrol of bud sprouting in *Rosa* : In the search for signalling pathways. First congress on Rose Genomics, Angers, 11-13 déc. 2007 (communication orale).
- Grosbellet C., Vidal-Beaudet L., Caubel V. Evolution of the organic matter added in an anthropic soil. International Symposium on organic matter dynamics in agro-ecosystems, 16-19 juillet 2007, Poitiers, France (poster).
- Malécot V., Serres-Giardi L. *Scleropyrum* in New Guinea- a morphometric analysis. VII *Flora Malesiana Symposium*, Leiden, 17-22 juin 2007. (communication orale)
- Michel J.C. 2007. Physical properties of growing media: state of the art and future challenges. Invited lecture (oral).

■ Michel J.C. 2007. Les propriétés hydriques des tourbes : une propriété majeure pour leur utilisation comme support de culture. Lamoura. *Mires and Peat*, 8-11 Octobre 2007, in press (oral).

■ Michel J.C., Dollmayer K. 2007. Effect on wetting agents on the hydro-physical properties of peat growing media. *ISHS-IPS, Int. Symp. Growing media*, Sept. 2-8 2007, Nottingham, U.K. (oral).

■ Naasz R., Michel J.C., Charpentier S. 2007. Water repellency of organic growing media and its consequences on hysteretic behaviours of the water retention curve. *ISHS-IPS, International Symposium on Growing media*, September 2-8 2007, Nottingham, U.K. (oral)

■ Rogers Z., Nickrent D., Malécot V. New genera of woody Santalaceae from Madagascar. XVIII congrès AETFAT, Yaoundé, 26 février-2 mars 2007 (poster).

Nationaux

- Cosentino D., Hallett P., Michel J.C., Chenu C. 2007. Méthodes de mesure de l'hydrophobie du sol: une analyse comparative. 9^{èmes} Journées Nationales d'Etude des Sols, 2-5 Avril 2007, Angers, p. 203 (poster).
- Favre P., Guéritaine G., Andrieu A., Boumaza R., Demotes S., Fournier C., Galopin G., Huché-Thélér L., Morel P., Guérin V. 2007. Modelling the architectural growth and development of rosebush using L-Systems. *Workshop on Growth Phenotyping and Imaging in Plants*, Montpellier, juillet 2007.
- Guéritaine G., Favre P., Andrieu A., Boumaza R., Demotes S., Fournier C., Galopin G., Huché-Thélér L., Morel P., Guérin V. 2007. Growth kinetics and architectural development of the rose bush according to thermal time. *Workshop on Growth Phenotyping and Imaging in Plants*, Montpellier, juillet 2007.
- Grosbellet C., Vidal-Beaudet L., Caubel V. Influence de l'introduction de grandes quantités de matière organique sur les propriétés physiques des anthrosoles reconstitués. *Journées Nationales pour l'Etude des sols*, 3-5 avril 2007, Angers (communication orale).
- Grosbellet C., Vidal-Beaudet L., Caubel V. Influence de l'introduction de grandes quantités de matière organique sur la structuration des mélanges de plantation urbaine. *Journées du GFHN*, 21-22 novembre 2007, Nantes (poster).
- Leduc N., Girault T., Guéritaine G., Favre P., Bergognoux V., Boumaza R., Galopin G., Thélér L., Travier S., Morel P., Sakr S., Demotes S., Brunel J., Viemont J.D., Guérin V. Etude de l'effet de l'environnement (Lumière, température, nutrition minérale) sur l'élaboration de l'architecture des plantes d'ornement, de l'échelle moléculaire à celle

de l'organe. Exemple du rosier: *Colloque végétal et semences*. CER 2000-2006, Angers, Nov. 2007.

■ Malécot V. Les nouvelles méthodes d'étude des relations entre plantes et leurs conséquences. XVII^{èmes} rencontres scientifiques STOLON (Association des enseignants chercheurs en sciences végétales des facultés de pharmacie de langue française). Angers, 30-31 août 2007 (communication orale invitée).

■ Malécot V. Les règles de nomenclature. Colloque "Linnaeus" du département systématique et évolution du MNHN, du centre Koyné de MNHN et de la Société Française de Systématique. Paris, 15 juin 2007 (communication orale).

■ Malécot V. La nomenclature botanique : Codes internationaux, botanique et horticulture. Colloque «Linné et la systématique aujourd'hui» de l'association France Orchidées. Dijon, 2 février 2007 (communication orale).

■ Malécot V. La nomenclature linnéenne, histoire et fonctionnement. Journée «Autour de Linné» de la Société Linnéenne de Lyon. Lyon, 27 janvier 2007. Communication Orale.

■ Michel J.C., Naasz R., Charpentier S, 2007. Hydrophobie des matières organiques et consé-

quence sur les phénomènes d'hystérèse de la courbe de rétention en eau. Application au cas des supports de culture horticoles. 9^{èmes} Journées Nationales d'Etude des Sols, 2-5 Avril 2007, Angers, p.411 (oral).

Mémoire d'HDR

■ Leduc Nathalie, 2007 : « Etude de dormances chez les bourgeons d'espèces ligneuses : cas de la paradormance chez le pommier (*Malus domestica* L.), et le chêne pédonculé (*Quercus robur* L.) ; et de l'écodormance chez le rosier (*Rosa hybrida* L.) ». 70 p. Université d'Angers.

Mémoires de stages

■ Akinghafane Sonia, 2007. Master Biologie végétale intégrative, Université d'Angers : « Etude du photocontrôle de l'expansion cellulaire au cours du débourrement chez le rosier (*Rosa hybrida* L.) », 28p.

■ Auvray Gaele, 2007 : « Evolution morphologique au sein des Genisteae », 34p.

■ Canet Angélique, 2007 : « Effets de diètes azotées sur la morphologie et la biochimie des bourgeons

axillaires de rosier buisson, *Rosa hybrida* », 32p.

■ De Andrade de Sousa Ana Luisa, 2007 : « Caractérisation architecturale du rosier buisson *Rosa Hybrida* cv Radrazz Knock Out ».

■ Dollmayer Katalyn, 2007 : « Etude de l'efficacité de tensioactifs sur les propriétés hydriques de supports de culture horticoles ». Mémoire de fin d'études, ENIHP Angers, 34p.

■ Duquenoy B., 2007 : « Développement d'instruments de mesures d'organes de plantes », ISTIA Angers, 50p.

■ Kervazo Lucie, 2007 : « Débourrement des bourgeons axillaires chez le rosier buisson (*Rosa hybrida* L.) : modalités et effet d'un passage au froid », 51p.

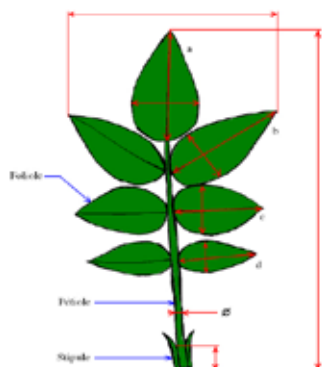
■ Massot Capucine, 2007 : « Détermination de la température de base et des unités thermiques accumulées pour différentes phénophases des rosiers *Rosa x Hybrida* «Knock Out» et *Rosa wichurana* », 45p.

■ Marco J., 2007 : « Etude de l'impact de la lumière sur l'alimentation hydrique du bourgeon de rosier en cours de débourrement, par différentes approches, NIR, RMN, biologie moléculaire ».

Rubrique libre



Rosier Virtuel en 3D (P. Favre, L. Studio)



Mesures effectuées sur les feuilles de rosier (G. Guéritaine)

L'évaluation collective de fin de contrat quadriennal a eu lieu en Avril 2007 et les résultats transmis à l'automne ont abouti à la scission de l'UMR en deux parties. L'équipe TRANSEPOR, comprenant uniquement des enseignants-chercheurs de l'INH, a constitué une équipe propre au sein de l'INH nommée EPHOR pour Environnement Physique de la Plante ORnementale. Ainsi au premier janvier 2008 SAGAH a restreint son périmètre à l'ex-équipe EcoQual (12 chercheurs et enseignants-chercheurs, 3 thésards et 8 personnes en appui technique), avec une nouvelle équipe de direction mais cela est une autre histoire... pour le prochain numéro de Faits marquants !!

L'équipe EcoQual a accueilli un professeur de physiologie végétale, Soulaïman Sakr, qui enseigne à l'INH et travaillait sur les flux d'eau dans les tissus végétaux au sein de l'UMR PIAF à Clermont Ferrand.

Liste des actions :

Constitution et formation d'un jury d'analyse sensorielle en plantes ornementales avec comme plante d'étude le rosier buisson avec pour objectif la caractérisation de la Qualité Esthétique des rosiers issus des expérimentations cherchant à quantifier les effets des facteurs de l'environnement (comme la restriction des apports azotés) sur la plante entière. Le jury de 20 personnes issues de plusieurs équipes de l'INRA et de la SNES a pu, après 6 heures de formation, juger la qualité esthétique de rosiers.



Deux rosiers, deux qualités esthétiques !

Rubrique libre

Recrutement de deux nouveaux Maîtres de Conférence : Séverine Derbre (Pharmacognosie) et David Guilet (Chimie Analytique), ce dernier prend la responsabilité de la plateforme d'analyses phytochimiques (PHYTO) de l'IFR 149 QUASAV.

Sélection par l'ANR du programme «Blanc» DIAMS : Développement d'une technique innovante de spectrométrie de masse applicable à l'analyse métabolomique des productions végétales.

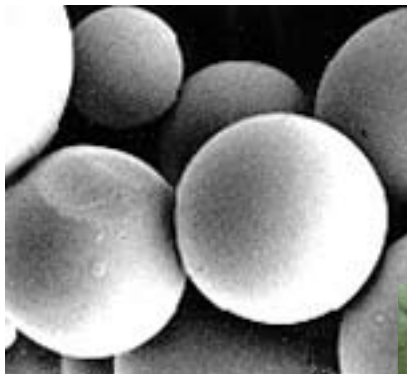
Ce projet, coordonné par Eric Levillain (UMR CNRS CIMA), a également reçu, la même année, le soutien de la Région dans le cadre de son appel d'offre «paris scientifiques». Il associe les chercheurs de l'équipe Physico-Chimie et Dispositifs pour l'Analyse du CIMA à ceux du SONAS.

DIAMS représente ainsi la première ANR labellisée par Végépolys.

Contact : **Pascal Richomme**

e-mél : pascal.richomme@univ-angers.fr – tél. 02 41 22 66 67





Microsphères (diamètre 2-3 µm) contenant un insecticide. Cette formulation présente de multiples intérêts, 1) plus de confort et de sécurité pour le manipulateur (e.g. pas de contact direct avec l'insecticide pendant la phase de manipulation, plus grand respect de l'environnement) et 2) efficacité optimisée (e.g. meilleure régularité de la persistance d'action, meilleure résistance au lessivage)



La mouche du chou est connue pour provoquer des dégâts importants sur les crucifères sauvages et en culture (radis, navet, chou, chou-fleur).



Mouche du chou, *Delia radicum*. L'adulte mesure de 6 à 8 mm. Les mouches pondent leurs oeufs dans le collet de la plante. Les larves se déplacent ensuite dans le pivot en creusant des galeries ouvertes au collet. La plante tourne alors au rouge violacé et fane si les larves sont parvenues à sectionner la tige.

Substances de défense des plantes comme insecticides potentiels.

Contexte

Le laboratoire RCIM UPRES EA 2647 / USC INRA est spécialisé dans l'étude du mode d'action des insecticides pour proposer des nouvelles stratégies de lutte contre les insectes ravageurs des cultures. Suite au Grenelle de l'Environnement, qui recommande une réduction de 50 % de l'usage des pesticides, il a été développé un programme de recherche portant sur l'utilisation des substances d'origine végétale comme insecticide potentiel. Ces substances produites par les Alliums sont des dérivés volatils soufrés de type disulfure de diméthyle (DMDS). Ils sont produits et libérés dans l'atmosphère en réponse à une attaque par les insectes ravageurs.

Objectif

L'objectif était de pouvoir proposer une stratégie d'application à dose faible tout en augmentant l'efficacité insecticide des ces produits

Résultats

Cette année, nous avons mis en évidence les effets insecticides neurotoxiques du DMDS à faible dose sur préparation neuronale d'insecte. Les études électro-pharmacologiques réalisées au sein du laboratoire ont permis de mettre en évidence un effet de type répulsif du DMDS uniquement observé à faible dose, à conditions d'appliquer le DMDS sur des périodes d'applications supérieures à 24 heures. Cette propriété originale du composé nous permet de proposer une stratégie d'utilisation basée sur la production de microcapsule contenant du DMDS à faible dose pour faciliter une diffusion contrôlée dans le temps de l'insecticide.

Perspectives, impact à terme

En partenariat avec Arkema (site de production de Lacq), des essais sur le terrain (cultures de chou - insecte ravageur de la mouche du chou) sont programmés pour déterminer exactement les conditions d'utilisation des microcapsules contenant le DMDS. Les impacts d'une telle étude sont multiples : 1) économiques par la commercialisation de microcapsules contenant le DMDS (nouveau mode d'application), 2) en santé publique et environnementale car ce mode d'application de l'insecticide à faible dose permet d'obtenir plus de confort et de sécurité pour le manipulateur (pas de contact avec la matière active pendant les phases de manipulation, réduction importante des problèmes d'irritation, plus grand respect de l'environnement). Enfin cette stratégie d'application permet d'obtenir une efficacité optimum. L'effet de choc est conservé avec une meilleure régularité de la persistance 1) aux rayons UV et 2) au lessivage.

Partenaires

Arkema (site de production basé à Lacq), Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte (IRBI), UMR CNRS 6035, Université François Rabelais (Tours).

Valorisation en 2007

Contrat coopération recherche avec Arkema
Recrutement d'un chercheur post-doctoral financé par Arkema

Contact

Bruno Lapiéd - Laboratoire RCIM UPRES EA 2647 / USC INRA - UFR Sciences - 2 boulevard Lavoisier -49045 Angers cedex
e-mail : Bruno.lapiéd@univ-angers.fr
Tel : 02 41 73 54 38 - Fax : 02 41 73 52 15



Publications

Revues scientifiques

■ Pannetier C., Corbel V., Boko P., Odjo A., N'Guessan R., Lapied B. & Hougaard J.M. 2007. Synergy between repellents and non-pyrethroid insecticides strongly extends the efficacy of treated nets against *Anopheles gambiae*. *Malaria J.*, 6, 1-7.

■ Wicher D., Derst Ch., Gautier H., Lapied B. Heineman S. H., Agricola H. J. 2007. The satiety signaling neuropeptide perisulfakinin inhibits the activity of central neurons promoting general activity. *Front. Cellular Neurosci.*, 1; 1-12

■ Gautier H., Auger J., Legros Ch. & Lapied B. 2008. Calcium-activated potassium channels in insect pacemaker neurons as unexpected target site for the novel fumigant dimethyl disulfide. *J. Pharmacol. Exp. Ther.*, 324, 149-159.

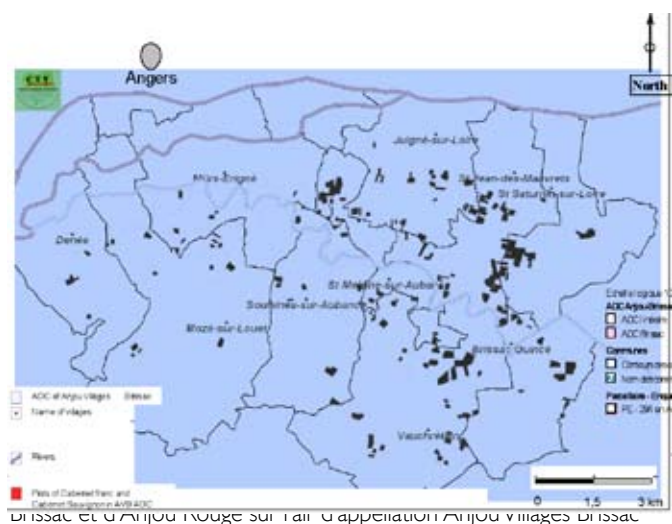
Chapitre d'ouvrage

■ Huignard J., Lapied B., Dugravot S., Magnin-Robert M. & Ketoh G. 2008 : Modes d'actions neurotoxiques des dérivés soufrés et de certaines huiles essentielles et risques liés à leur utilisation. In « *Biopesticides d'origine végétale* », Regnault-Roger C., Philogène BJR, Vincent Ch. (edts), Collection TEC & DOC Lavoisier, Paris (sous presse).

Mémoires de stage

■ Bouabid Safa : « Détection des transcrits de sous-unités de récepteurs cholinergiques de type nicotinique par RT-PCR sur DUM neurones de blatte ».

■ Bodereau Béatrice : « Etude des effets neurotoxiques d'une molécule à effet insecticide, l'acetamipride, sur les récepteur nicotiniques de neurones d'insectes ».



Utilisation de méthodes d'enquêtes pour caractériser les pratiques d'une AOC par rapport à une autre.

Contexte

La relation entre terroir et typicité constitue un enjeu majeur pour la viticulture française. À l'exigence de qualité dite « générique » s'ajoute également celle de traçabilité du produit, laquelle est ici définie au sens du lien entre facteurs environnementaux du lieu de production, itinéraires techniques et produits. D'autre part, force est de constater l'intérêt croissant de la population — et donc des consommateurs — pour la préservation du patrimoine et de l'environnement. Les vins d'appellation et sous indication géographique sont porteurs de ces valeurs, pour peu que la typicité soit clairement identifiée, définie et expliquée.

Objectif

L'objectif de ce travail est d'expliciter, sur le plan agronomique, le lien fonctionnel terroir - produits typiques, en mettant l'accent sur les interactions entre facteurs environnementaux et pratiques. Dans un premier temps, la méthode consiste à explorer la diversité des pratiques agro-viticoles et œnologiques mises en œuvre par les producteurs sur chacune de leurs parcelles au sein d'une zone d'étude pilote : le territoire de l'AOC Anjou Villages Brissac.

Résultats

À l'aide de la combinaison d'une enquête semi-directive générale et d'une enquête fermée complète sur les pratiques agro-viti-œnologiques à la parcelle, nous avons obtenu une base de données géographique exhaustive des parcelles sur lesquelles sont mises en œuvre ces pratiques. Nous avons identifié les différences de pratiques de ces parcelles entre deux AOC revendicables sur cette zone : Anjou Villages Brissac et Anjou Rouge (Thiollet-Scholtus et al., 2007).

Perspectives/Retombées

Des extractions de pratiques et de combinaisons de pratiques constituant des itinéraires techniques ont été croisées avec les grandes unités de terroirs présentes sur le territoire (et déjà cartographiées. Cf. Etude Terroirs d'Anjou) de façon à identifier un réseau de parcelles représentatives. Ce réseau va servir à tester les principaux itinéraires techniques dégagés au sein de l'AOC, sur le plan de la composition des vendanges et de la reproductibilité de réponse de la vigne.

Partenaires

IFV-UMT-Vinitera, CTV-UMT-Vinitera, INRA-SAD.

Contact

Marie Scholtus. Tél. 02 41 22 56 61 ; e-mail : Marie.Scholtus@angers.inra.fr

Bibliographie

■ Thiollet-Scholtus, M., Morlat, R., and Barbeau, G. A new way to study relationships between Terroir and typical wine using technical and corporate surveys in an AOC territory. (ed.) 2007. GESCO, Porec, Croatie. 20-23 juin 2007.



Aspect de la vigne sur un rang arrosé côtoyant un témoin sec au 9/10/07.
A noter la différence énorme de végétation entre le rang arrosé montrant une très belle végétation et le rang témoin contigu montrant des ceps faibles ayant perdu la plupart de leurs feuilles par dégâts de salant

Expérimentation sur dégâts de salant en vigne.

Contexte - Objectif

Les symptômes de dégâts de salant sur vigne sont connus dans certaines zones localisées du vignoble de l'Anjou, depuis plus de 10 ans. Ils vont de la simple grillure périphérique du limbe à la nécrose complète de la feuille qui tombe. Selon l'intensité, ils se traduisent par un affaiblissement de la vigne allant jusqu'à la disparition des ceps, réduction drastique du rendement et de la qualité du raisin. Leur cause n'avait pas jusqu'à présent clairement été identifiée. Depuis 2004, nous avons entrepris une étude à ce sujet, sur plusieurs sites, pour essayer de comprendre le phénomène.

Résultats

Dès 2005, nous avons apporté une preuve analytique, tant au niveau du sol que de la vigne, que ces dégâts sont bien la conséquence d'une intoxication de la vigne par du chlorure de sodium en excès dans le sol et n'étant pas d'origine naturelle. L'origine en est un fonctionnement préférentiel des racines, principalement à partir de la véraison et parfois avant, dans des horizons moyennement profonds (-40 à -80cm), à assez faibles réserves en eau et ayant

des concentrations en NaCl soluble à l'eau supérieures au seuil de toxicité. Ces concentrations proviennent probablement de résidus d'apports d'engrais durant les nombreuses décennies passées. L'apparition de ces symptômes est probablement liée aux années de plus en plus sèches de la dernière décennie (en particulier pendant la période hivernale) et à une compaction renforcée dans ces sols limoneux (nombreux passages d'engins) qui augmente les pertes d'eau hivernales par ruissellement. Ainsi, la concentration en sels de la solution du sol est augmentée au delà du seuil toxique. En 2007, nous avons réalisé un essai d'arrosage sous le rang, avec décompaction par travail du sol, afin de compenser les pertes d'eau hebdomadaires par évapotranspiration. Les résultats ont été spectaculaires comme l'indique la photo jointe.

Perspectives/retombées

Notre étude apporte aux vignerons touchés un diagnostic et des pistes concrètes pour lutter contre ce fléau qui devrait s'accroître si le changement climatique se confirme.

Contact

René Morlat. Tél. 02 41 22 56 80 ; e-mail : Rene.Morlat@angers.inra.fr

Publications

- Morlat R., 2007. Pourquoi le salant se développe sur vigne en Anjou ? *Relations Culture*, mars-avril 2007, n°65, 16.
- Morlat R., 2007. Les années sèches provoquent des symptômes de salant. *Réussir Vigne*. N°127, p28.
- Morlat R., 2007. Effets de la sécheresse. Des symptômes de salant en Anjou. *Viti*. N° 327, p 35.
- Morlat, R., X. Besson. 2007. Expérimentation 2007 sur dégâts de salant en vigne. Rapport d'étude, 8p.



Publications

Revues scientifiques à comité de lecture

■ Bidel L.P.R., Meyer S., Goulas Y., Cadot Y., Cerovic Z.G. 2007. Responses of epidermal phenolic compounds to light acclimation : in vivo qualitative and quantitative assessment using chlorophyll fluorescence excitation spectra in leaves of three woody species. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 2007, Vol. 88, 163-179.

Communications à colloques et congrès

■ Barbeau G. 2007. Climat et vigne en moyenne vallée de la Loire, France. *Congrès sur le climat et la viticulture*. Saragosse, Espagne, 10-14 avril 2007, seconde session «climat et terroir», communication orale, 96-101.

■ Barbeau G., Goulet E. 2007. Construction de la qualité au vignoble. Impact des facteurs environnementaux du milieu et des pratiques. *Colloque Végétal et Semences*, INH-Angers, 29-30 novembre 2007, communication courte, *Ateliers, Posters et Démonstrations* - «Qualité et Typicité des Produits».

■ Cadot Y. 2007. Les tanins des pépins de raisin : évolution et importance oenologique. *SIVAL Angers*, 19 janvier 2007,

■ Cadot Y., Chevalier M., Barbeau G. 2007. Polyphenols in grape berries skins: histochemistry method to improve the understanding of evolution of phenolics during ripening and site and climate effect. *Symposium In Vino Analytica Scientia*, Melbourne, Australia, 22-25 July.

■ Cadot Y., Chevalier M., Miñana Castelló M.T. 2007. Localization and quantitative determination of flavan-3-ols in grape berry skins during ripening *Symposium In Vino Analytica Scientia*, Melbourne, Australia, 22-25 July (poster).

■ Cadot Y., Minana Castello M.T., Champenois R., Barbeau G., Chevalier M. 2007. Les procyanidines de la baie de raisin. Approches histologiques et bio-

chimiques pour l'étude de leur évolution et de leur importance œnologique. *Colloque Végétal et Semences*, INH-Angers, 29-30 novembre 2007, communication orale, *Session avancées scientifiques* - «Qualité et Typicité des Produits».

■ Chevalier M., Tellier M., Cadot Y., Barbeau G., 2007. Les apports des analyses histo-cytochimiques dans la caractérisation de la texture et la localisation de certains composants de la pomme et de la baie de raisin. *Colloque Végétal et Semences*, INH-Angers, 29-30 novembre 2007, communication courte, *Ateliers, Posters et Démonstrations* - «Qualité et Typicité des Produits».

■ Cadot Y., 2007. Localisation et typologie des composés phénoliques dans la baie de raisin. Quelles implications quant à leur extractibilité et aux aspects sensoriels de la typicité ? *Colloque Végétal et Semences*, INH-Angers, 29-30 novembre 2007, communication poster, *Ateliers, Posters et Démonstrations* - «Qualité et Typicité des Produits».

■ Cadot Y., 2007. Etude du lien du produit au terroir par des méthodes objectives : exemple des vins issus du cabernet franc de la moyenne vallée de la Loire. *Colloque Végétal et Semences*, INH-Angers, 29-30 novembre 2007, communication courte, *Ateliers, Posters et Démonstrations* - «Qualité et Typicité des Produits».

■ Coulon C., N. Bottois, G. Barbeau 2007. Application de STICS à un réseau de parcelles de Cabernet franc en Val de Loire. *Séminaire STICS*, Reims 20-22 mars 2007, session 2: utilisation du modèle, communication poster (texte 13-16).

■ Coulon C., Barbeau G., 2007. Participation au paramétrage et utilisation du modèle de simulation du fonctionnement de la vigne STICS-Vigne. *Colloque Végétal et Semences*, INH-Angers, 29-30 novembre 2007, communication poster, *Ateliers, Posters et Démonstrations* - «Qualité et Typicité des Produits».

■ Coulon C., G. Barbeau G., Tesic D.

2007. L'indice de site (SI): caractérisation simple du milieu en intégrant les valeurs édaphiques et climatiques. *Colloque CER Végétal et Semences*, INH-Angers, 29-30 novembre 2007, poster, *Ateliers, Posters et Démonstrations* - «Qualité et Typicité des Produits».

■ Garcia de Cortazar Atauri I., Brisson N., Jacquet O., Payan J.C., Claverie M., Salancon E., Fournioux J.C., Monamy C., le Sueur D., Barbeau G., Bottois N., Dumot V., Gaudillere J.P., Goutouly J.P., Agut C., Rodriguez-Lovelle B., Ramel J.P., Huard F., Ripoché D., Launay M., Seguin B. 2007. Evaluation des impacts du changement climatique dans les différents vignobles de France. *Séminaire STICS*, Reims 20-22 mars 2007, session 3 : effets cumulatifs à long terme, poster (p. 21-25).

■ Garcia de Cortazar Atauri I., Brisson N., Jacquet O., Payan J.C., Claverie M., Salancon E., Fournioux J.C., Monamy C., le Sueur D., Barbeau G., Bottois N., Dumot V., Gaudillere J.P., Goutouly J.P., Agut C., Rodriguez-Lovelle B., Ramel J.P., Huard F., Ripoché D., Launay M., Seguin B. 2007. Evaluation des impacts du changement climatique dans les différents vignobles de France à l'aide du modèle STICS-vigne. *Congrès sur le climat et la viticulture*. Saragosse, Espagne, 10-14 avril 2007, troisième session «le changement climatique et ses effets. Modèles de prédiction», communication orale, 10-17.

■ Jourjon F., Mehinagic E., Camps C., Guillermin P., Bertrand D., Laurens F., Barbeau G., Renard C., Vigouroux B. 2007. Différentes approches de la mesure de la texture des pommes et raisins. *Colloque CER Végétal et Semences*, INH-Angers, 29-30 novembre 2007, communication orale, *Session avancées scientifiques* - «Qualité et Typicité des Produits».

■ Thiolllet-Scholtus M., Morlat R., Barbeau G. 2007. A new way to study relationships between Terroir and typical wine using technical and corporate surveys in an AOC territory. *XVth International Symposium GESCO 2007*, Porec, Croatia, 20-23 juin.

■ Thiollot-Scholtus M, Morlat R, Barbeau G. 2007. Une nouvelle façon d'étudier les liens entre les caractéristiques du terroir et la typicité des vins via différents types d'enquêtes à l'échelle d'une A.O.C. *Proceedings 15^{ème} Symposium International du GESCO, Porec, Croatie*, p.93-110.

Revue techniques

■ Bonnisseau M., Marsault J. Barbeau G. 2007. Evaluation de pratiques culturales sur le transfert du diuron dans les eaux de ruissellement sur sol viticole. *Le Vigneron du val de Loire*, N°263, 26 juillet 2007.

■ Cadot Y. 2007. Pépins de raisin - un élément majeur de la qualité de la vendange. *Viti-Net*, publié le 08/02/07, 1-2.

■ Morlat R. 2007. Pourquoi le salant se

développe sur vigne en Anjou ? *Relations Culture*, mars-avril 2007, N°65, 16.

■ Morlat R. 2007. Les années sèches provoquent des symptômes de salant. *Réussir Vigne*, N°127, p.28.

■ Morlat R. 2007. Effets de la sécheresse. Des symptômes de salant en Anjou, *Viti*. N°327, p.35.

■ Morlat R. 2007. Vigne, enherbement et matière organique : L'INRA étudie l'entretien des sols viticoles. *Terre de Touraine*, N°1417, p.20.

■ Morlat R. 2007. Enherbement : des effets positifs au vignoble et sur la qualité du vin. *Le vigneron du Val de Loire*, N°257, p.12.

■ Morlat R. 2007. Le bois de taille, une source intéressante de matière organique. *Réussir Vigne*, N°131, p.25.

Mémoires de stages

■ Fontaine Basile 2007. Impact des études de terroirs viticoles sur les choix et stratégies des acteurs du vignoble. Rapport final de stage IMA 2 - MASTER 1 en ingénierie statistique et actuariat, Institut des Mathématiques Appliquées d'Angers. Période de stage: 02/05/2007 au 31/08/2007.

■ Rouet Anne-Sylvie 2007. Impact des études terroirs viticoles sur les choix et les stratégies des acteurs du vignoble. Rapport final de stage IMA 2 - MASTER 1 en ingénierie statistique et actuariat, Institut des Mathématiques Appliquées d'Angers. Période de stage: 02/05/2007 au 31/08/2007.

Rubrique libre

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

En 2007, Marie Scholtus a été recrutée en IR2 au 1^{er} août 2007 sur concours externe et Fabienne Jourdan au titre de travailleur handicapé au 1^{er} octobre 2007. L'unité a aussi accueilli dans ses locaux François Roncin, ex-INAO pour une mission spécifique dans le cadre des accords cadre INRA-INAO. Un apprenti CAP Agricole est présent sur le site de Montreuil-Bellay depuis le 1^{er} septembre 2007.

L'année 2007 constitue pour l'unité Vigne et Vin la seconde 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 : Ecole Supérieure d'Agriculture d'Angers, laboratoires GRAPPE : Groupe de Recherches sur les Produits et Procédés, et LARESS : Laboratoire de Recherche En Sciences Sociales) et du développement (IFV : Institut Français de la Vigne et du Vin, ex ITV, et Cellule de cartographie des Terroirs Viticoles - CTV). Cette mouvance avait été initiée en 2005 avec le rattachement de l'unité au département SAD (Sciences pour l'Action et le développement). Dans ce cadre, l'UEVV participe à un projet scientifique sur la « qualification des vins de terroir » ainsi qu'à des missions de veille scientifique et technologique et de valorisation - transfert des acquis de la recherche. Au sein de l'UMT, l'UEVV est plus particulièrement chargée de l'étude du lien fonctionnel entre terroir et typicité et met l'accent sur les pratiques des viticulteurs dans l'élaboration de vins typiques.

Sur le Domaine expérimental de Montreuil-Bellay (49) l'unité participe à la conservation des ressources génétiques «vigne», à un programme national de création variétale et à des programmes régionaux de sélection clonale. Le comportement de 4 cépages rouges en relation avec les changements climatiques est suivi depuis 1976.

Depuis le 2^{ème} semestre 2007, l'UEVV est partenaire du projet ANR Jeunes chercheurs « TERVICLIM » piloté par une équipe du CNRS (Hervé Quéol, Laboratoire COSTEL, Climat, Occupation du Sol et Télédétection, UMR 6554 LETG, Université Rennes 2) 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 réalisés 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. Ce projet devrait permettre d'une part de mieux définir le climat actuel du vignoble et d'autre part d'apporter des réponses aux conséquences futures du changement climatique. En France, trois régions viticoles sont concernées par le projet : le Val de Loire, la Bourgogne et la Champagne. Le projet inclut aussi des vignobles de pays étrangers : Afrique du Sud, Chili et Portugal.



**Fig. 1**

Hampes florales
d'*Orobanche ramosa*
sur colza.

Les défensines, des protéines impliquées dans la résistance des plantes à l'*Orobanche*

Contexte

Certaines plantes parasites doivent être considérées comme de redoutables bioagresseurs des plantes de grandes cultures. Une modification des pratiques culturales, telles que la monoculture et l'exploitation de variétés sensibles, ainsi que les échanges internationaux de semences et de plants, ont très vraisemblablement fortement contribué à l'expansion de certaines espèces d'adventices parasites dans les grandes cultures. Ainsi, l'*Orobanche*, une adventice parasite non chlorophyllienne, est devenue depuis quelques années un véritable fléau dans le bassin méditerranéen (tomate, féverole, fève), en Europe de l'Est (tournesol, tabac) et au Moyen Orient. En France, l'*Orobanche* rameuse (*Orobanche ramosa* L.) (Fig. 1) menace la culture de colza et de tabac (Région Grand Ouest), et dans une moindre mesure celle du chanvre textile. A ce jour, aucune méthode de lutte durable ne s'avère efficace.

Objectifs

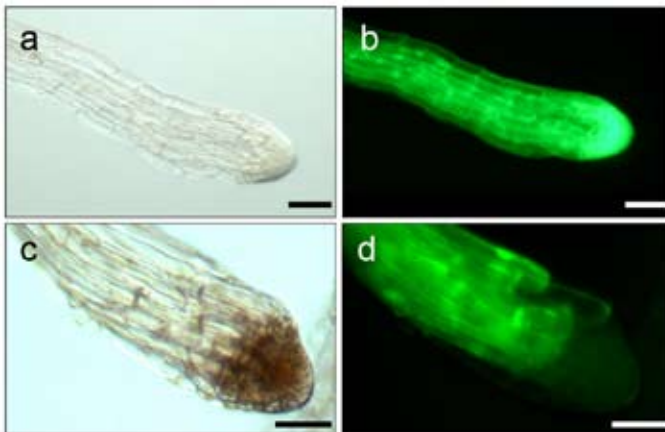
Les *Orobanches* mettent en oeuvre une stratégie d'infection leur permettant de germer, de se développer et de se multiplier au dépend de leur hôte. Ainsi, la germination ne peut avoir lieu qu'après stimulation par les exsudats ra-

cinaires de l'hôte et, une fois les connexions établies entre les deux systèmes vasculaires, le transfert d'eau et de nutriments de l'hôte vers le parasite peut alors s'opérer. Dans tous les cas, cette attaque conduit à un important affaiblissement, voire la mort, de la plante hôte et donc une forte perte de rendement dans le cas de plantes de grandes cultures. Une lutte efficace contre ces pathogènes doit s'opérer à un stade très précoce du développement du parasite. Nos travaux prennent ici tous leurs sens car ils visent à identifier des cibles moléculaires et/ou biochimiques impliquées dans le développement du parasite afin de proposer de nouvelles méthodes de lutte plus sélectives. De même, la recherche de caractères de résistance parmi différentes variétés et/ou espèces voisines des espèces cultivées ainsi qu'une meilleure connaissance des aspects moléculaires de ces mécanismes de résistance sont indispensables pour guider les sélectionneurs vers la production de nouvelles variétés moins sensibles, voire résistantes, à ces pathogènes.

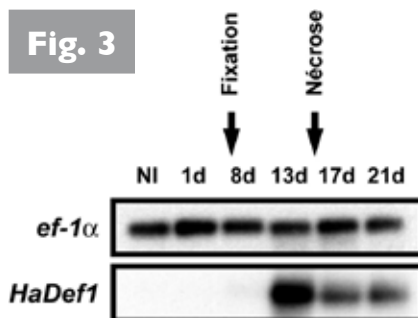
Résultats

Une étude concernant les réactions de défenses a été initiée chez le tournesol infesté par *Orobanche cumana*. L'accent a été mis sur les mécanismes moléculaires de résistance puisque nous disposons de lignées résistantes (LRI) et sensibles (2603) à ce parasite. Cette résistance du génotype LRI à *O. cumana* (race E) est caractérisée par un faible nombre de parasites fixés et à une nécrose des parasites ayant commencé à se développer sur les racines de l'hôte. Afin de comprendre les mécanismes gouvernant cette résistance, le profil d'expression de plusieurs gènes de défense a été étudié lors des temps précoces et tardifs de cette interaction (Letousey et al., 2007). Le génotype résistant présente une réponse moléculaire globale plus forte impliquant préférentiellement les gènes marqueurs des voies du jasmonate et de l'acide salicylique. Cependant une quantification par GC/MS n'indique aucune variation de la quantité de ces deux composés lors de l'infestation. Parmi les gènes étudiés, *HaDef1*, codant pour une défensine, semble cependant être caractéristique du tournesol résistant. En effet, une forte expression de ce gène est observée quelques jours après fixation du parasite et quelques jours avant l'apparition des nécroses du parasite (Fig. 2). Afin de mieux comprendre l'éventuelle implication de cette défensine dans la résistance du tournesol à *O. cumana*, un travail de thèse est actuellement mené. Les défenses

sont de petits peptides basiques de 5-10 kDa qui pour la plupart présentent une activité antifongique. Chez le génotype résistant LRI, parmi les trois ADNc défensine identifiés, seul *HaDef1* présente un profil d'expression spécifiquement racinaire. Un peptide recombinant, Ha-DEF1, a donc été produit chez *E. coli* et celui-ci présente une activité inhibitrice de la croissance de *Saccharomyces cerevisiae* ainsi qu'une activité morphogénétique sur le développement du tube germinatif d'*Alternaria brassicicola*. Des tests *in vitro* révèlent aussi que Ha-DEF1 induit rapidement une mort cellulaire à l'apex des racicules des germinations d'*Orobanche* (Fig.3). Cet effet létal n'est pas observé chez une autre espèce parasite, *Striga hermonthica*, ni chez *Arabidopsis thaliana*. Ces résultats démontrent pour la première fois un effet létal d'une défensine sur des cellules végétales (de Zélicourt et al., 2007).

Fig. 2

Surexpression du gène *Ha-Def1* dans les racines du tournesol résistant LRI infesté par *Orobanche cumana*.

Fig. 3

Germinations d'*Orobanche cumana* après 24 h d'incubation dans de l'eau (a et b) ou une solution Ha-DEF1 10µg/ml (c et d). Observation après 10 min d'incubation dans du FDA sous lumière blanche (a et c) et sous microscope à fluorescence (b et d). (Échelle = 50µm).

Depuis cette découverte, nous avons donc focalisé nos travaux sur la compréhension du mode d'action de cette défensine sur les cellules d'*Orobanche*, ainsi que sa possible implication dans la résistance du tournesol. Plusieurs pistes d'investigation sont menées de front compte tenu des différents modes d'action et cibles des défensines répertoriés chez les organismes fongiques : action sur des canaux ioniques ou sur des sphingolipides membranaires, induction d'un stress oxydatif...

Contexte de la réalisation

Cette étude a été menée dans le cadre du programme régional COSAVE 2007-2009. Elle a bénéficié de deux allocations de recherche du MESR (P. Letouzey et A. de Julien de Zélicourt). Les enseignants-chercheurs du LBPV impliqués dans cette étude sont S. Thoiron, G. Montiel et P. Delavault. La production de la protéine re-

combinante Ha-DEF1 a été réalisée grâce à une collaboration avec les Docteurs D. Marion et K. Elmorjani de l'unité BIA de l'INRA de Nantes. L'étude de l'activité de cette protéine sur les organismes fongiques a été rendue possible grâce à une collaboration avec le professeur P. Simoneau de l'UMR PaVé d'Angers.

Résultats Marquants

Face à l'attaque des Orobanches, les plantes sont capables de mettre en place un mécanisme de défense impliquant les défensines. Alors qu'il est couramment admis que les défensines ne sont actives que sur des organismes pathogènes de types fongique et bactérien, nous avons démontré pour la première fois leur toxicité sur des cellules végétales.

Perspectives / retombées

La caractérisation des mécanismes de résistance mis en place par les plantes pour se protéger contre l'attaque des plantes parasites du genre *Orobanche* et la mise évidence de la toxicité des défensines vis-à-vis de ces pathogènes ouvrent des perspectives pour la lutte contre ces fléaux en pleine expansion dans les cultures françaises de colza. Les connaissances acquises pourront servir dans le développement de génotypes présentant une résistance durable. D'autre part, l'étude du mode d'action des défensines sur des cellules végétales devrait contribuer à une meilleure connaissance de la toxicité de ces petits peptides présents chez la plupart des organismes animaux et végétaux.

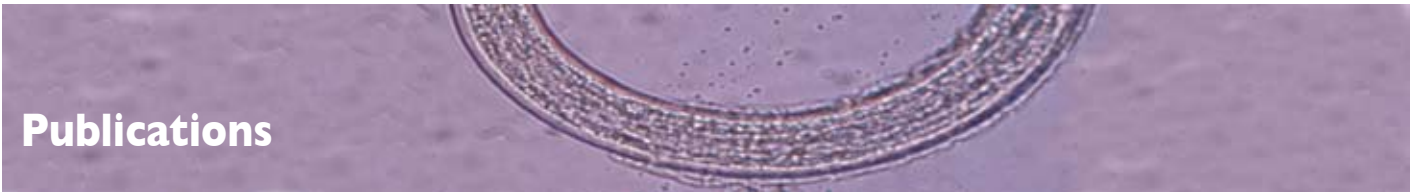
Bibliographie

- de Zélicourt A., Letouzey P., Thoiron S., Campanion C., Simoneau P., Elmorjani K., Marion D., Simier P., Delavault P. 2007. Ha-DEF1, a sunflower defensin, induces cell death in *Orobanche* parasitic plant. *Planta*, 226:591-600.
- Letouzey P., de Zélicourt A., Vieira Dos Santos C., Thoiron S., Monteau F., Simier P., Tholouarn P., Delavault P. 2007. Molecular analysis of sunflower resistance mechanisms to *Orobanche cumana*. *Plant Pathology*, 56:536-546.

Contacts

Philippe Delavault - Philippe Simier

Laboratoire de Biologie et Pathologie Végétales (LBPV) - Faculté des Sciences et des Techniques - Université de Nantes - 2, rue de la Houssinière BP 92208 - 44322 Nantes cedex 3
E-mails : philippe.delavault@univ-nantes.fr ; philippe.simier@univ-nantes.fr



Publications

Publications scientifiques à comité de lecture

- Abbes Z., Kharrat M., Delavault P., Simier P. and Chaïbi W. 2007. Field evaluation of the resistance of some faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes to the parasitic weed *Orobancha foetida* Poiret. *Crop Protection* 26: 1777-1784.
- De Zelicourt A., Letousey P., Thoiron S., Campion C., Simoneau P., Elmorjani K., Marion D., Simier P. and Delavault P. 2007. Ha-DEF1, a sunflower defensin, induces cell death in *Orobancha* parasitic plant. *Planta* 226 (3): 591-600.
- Letousey P., De Zelicourt A., Vieira Dos Santos C., Thoiron S., Monteau F., Simier P., Thalouarn P. and Delavault P. 2007. Molecular analysis of sunflower resistance mechanisms to *Orobancha cumana*. *Plant Pathology* 56(3): 536-546.
- Mabrouk Y., Zourgui L., Sifi B., Delavault P., Simier P. and Belhadj O. 2007. Some compatible *Rhizobium leguminosarum* strains in peas decrease infections when parasitized by *Orobancha crenata*. *Weed Research* 47: 44-53.
- Mabrouk Y., Simier P., Arfaoui A., Sifi B., Delavault P., Zourgui L. and Belhadj O. 2007. Induction of phenolic compounds in pea (*Pisum sativum* L.) inoculated by *Rhizobium leguminosarum* and infected with *Orobancha crenata*. *Journal of Phytopathology* 155:728-734.
- Mabrouk Y., Simier P., Delavault P., Delgrange S., Sifi B., Zourgui L. and Belhadj O., 2007. Molecular and biochemical mechanisms of defense induced in pea by *Rhizobium leguminosarum* against broomrape (*Orobancha crenata*). *Weed Research* 47: 452-460.
- Véronési C., Bonnin E., Calvez S., Thalouarn P. and Simier P. 2007. Changes in activity of secreted cell wall-modifying enzymes and expression of peroxidase-encoding gene following seed germination of the parasite *Orobancha ramosa*. *Biologia Plantarum*, 51 (2): 391-394.

Mémoires de thèses

- Z. Abbes, 2007. Estimation de la sensibilité et de la tolérance de différents génotypes de féverole (*Vicia faba* L.) à la plante parasite *Orobancha foetida* Poiret. Impact du génotype hôte sur les particularités physiologiques et métaboliques du parasite. Co-tutelle LBPV Nantes - Université de Tunis.
- A. Carlier, 2007. Production de protéines thérapeutiques dans un système microalgue. Co-direction LBPV Nantes - IFREMER Nantes.



Les nouveaux enjeux économiques des actions paysagères

Contexte

L'émergence du paysage dans le débat public est la traduction d'une préoccupation sur les modes d'occupation de l'espace par l'expansion des villes, le pullulement des infrastructures et les mutations des mondes rural et urbain. Elle est aussi le témoin de la valeur économique de la diversité des paysages pour de nombreux secteurs économiques. De part les arbitrages économiques qu'impliquent les différents modèles d'aménagement et d'occupation de l'espace, la discipline économique se trouve naturellement sollicitée. En outre, la demande d'une plus grande qualité paysagère qu'expriment les individus et les organisations, interpelle l'économiste sur la nature de la valeur économique des paysages.

Dans le cadre du programme « Paysage et Développement Durable » conduit par le Ministère de l'Ecologie, l'équipe LARGE a soumis un projet sur « Les nouveaux enjeux économiques des actions paysagères, éléments pour une nouvelle orientation de l'économie du paysage ». Ce projet a été mené en partenariat avec des équipes françaises (CEMAGEF, Université de Rennes I) et autrichiennes (BOKU).

Objectifs

La question principale de ce travail de recherche est de savoir quels sont les apports économiques des actions et activités économiques

paysagères ? Les apports économiques se limitent aux caractéristiques de l'emploi et du revenu. Notre premier axe de recherche est donc l'analyse et la quantification de l'apport économique des activités et actions paysagères. Il s'agira d'abord d'évaluer les potentiels d'emploi dans le cadre d'activités économiques qui considèrent l'activité de création paysagère comme source de valeur ajoutée. On parlera alors de la filière économique de paysage dans laquelle on distingue la filière traditionnelle de paysages dont le cœur est constitué par les entreprises de paysages et les nouvelles formes de professionnalisation de l'entretien des paysages ruraux. L'offre paysagère délibérée i.e. avec un coût de production spécifique pour l'amélioration des paysages y revêt une forme spécifique.

Résultats

Nos efforts pour rassembler des éléments pour la compréhension de la nature économique du paysage se sont organisés en trois volets (voir *Lifran et Queslati, 2007*).

- Les attributs paysagers d'un site sont l'objet de préférences individuelles. Ils sont ipso facto une ressource économique pour l'activité touristique, et pour la promotion immobilière. Les paysages contribuent donc au bien-être social et sont à ce titre objet d'attention de nombreux acteurs, publics ou privés. Comme le territoire, les paysages ont une dimension patrimoniale collective (ils sont le support de flux de valeurs économiques capitalisables et d'identité collective). Le paysage est donc une extension du concept de territoire, il est la réunion du territoire (dans son acception de patrimoine commun de l'Etat et des collectivités territoriales) et des artefacts appartenant aux patrimoines fonciers et immobiliers des ménages.

- Du point de vue de la demande, et en conséquence de la difficulté de gérer l'exclusion d'accès, de la non-rivalité dans la consommation, et de la contrainte de non ubiquité, le paysage a les caractères d'un bien public local. Au niveau global, la mobilité des consommateurs permet de valoriser la diversité des paysages et ouvre la possibilité d'une substitution entre destinations touristiques. Au niveau local, les activités humaines modifient le paysage, et les transformations induites peuvent être évaluées du point de vue

de leur impact sur le bien-être social, par différentes méthodes plus ou moins satisfaisantes (préférences révélées déclarées) qui ont encore besoin d'être explorées et adaptées.

Alors que les forces d'agglomération semblent être consubstantielles à l'économie urbaine et industrielle, les forces de dispersion sont caractéristiques de la formation des paysages ruraux. Elles reposent sur la nature même du processus de production agricole et forestier (besoin d'une surface de captage de l'énergie solaire, rendements décroissants, faiblesse des économies d'échelle,...). L'action combinée des forces d'agglomération et des forces de dispersion produit la dynamique des paysages. Mais les droits de propriété agissent comme des forces de viscosité, non seulement à cause des coûts directs liés à la modification des limites physiques, qui sont étroitement imbriquées dans la matrice paysagère, mais aussi à cause des coûts de transaction importants liés aux processus d'expropriation ou de négociations et d'échangeables volontaires (comme dans les remembrements). Pour cette raison les paysages ont une historicité (leurs transformations témoignent d'une dépendance des états antérieurs). Et cette caractéristique constitue à la fois une contrainte et une chance pour la gouvernance des paysages.

Les transformations du paysage proviennent de l'action (non orientée *a priori* vers des objectifs paysagers) de nombreux acteurs, publics et privés, qui disposent de pouvoirs de coordination plus ou moins forts. La gouvernance des paysages doit donc mobiliser des méthodes et des instruments qui relèvent de plusieurs registres d'action, depuis les procédures administratives de régulation de l'activité d'aménagement de l'État et des collectivités territoriales jusqu'aux instruments réglementaires qui visent à encadrer l'exercice du droit de propriété. Les instruments visant à encadrer les transformations du paysage peuvent utiliser des zonages, des marchés de droit échangeables, des banques de compensation. Ils peuvent faire appel à des systèmes variés d'incitations (fiscales, contractuelles, etc.). Mais les instruments les plus adaptés à la complexité de la gouvernance des paysages sont sans aucun doute ceux qui font appel à la contribution volontaire des acteurs privés ou publics à l'amélioration du paysage. Ce qui passe par l'élaboration d'objectifs et de contraintes

négociés, comme dans les Chartes paysagères. La concertation et la négociation locale des transformations semblent donc être une bonne garantie de robustesse des projets paysagers d'une communauté, ce qui nous conduit à les placer dans la perspective du développement durable.



Contact

Walid Oueslati : UMR GRANEM - Institut National d'Horticulture - 2 rue Le Nôtre - 49045 ANGERS CEDEX 01

Tél. 02 41 22 54 91 ; e-mail : walid.oueslati@inh.fr

Publications

Revues scientifiques à comité de lecture

- Plottu B. 2007. Le concept de valeur économique totale de l'environnement: une ré-interprétation dans le cadre d'une rationalité hiérarchique, *Ecological Economics*, 61, n°1, pp.52-61 (avec E. Plottu).
- Oueslati W. 2007. Eléments d'économie du paysage, *Economie rurale*, Janvier-mars, 297-298, pp 79-92 (avec R. Lifran).
- Oueslati W. 2007. Optimal soil management and environmental policy, *Economics Bulletin*, Vol. 17, n°3 (avec G. Lafforgue).

Revues techniques

- Oueslati Walid 2007. Quelle est la valeur de nos paysages ? *Espaces verts et Durables*, n°91, Novembre.
- Oueslati Walid 2007. Enjeux du développement durable de nos territoires, *Revue IMAGO*, CAUE 49, n°37, avril.

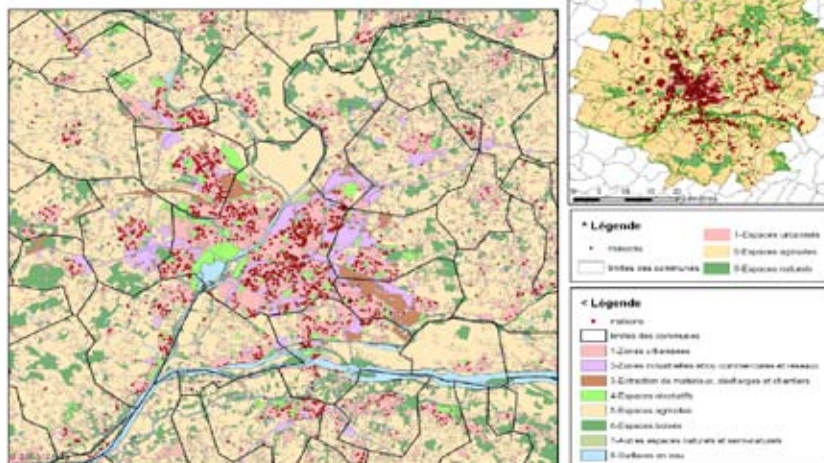
Communication colloque

- Participation au 14th Ulvön Conference on Environmental Economics, 19-21 Juin 2007, Ulvön, Suède : « The effects of spatial spillovers on the provision of urban green spaces ».
- Auteurs : Choumet J., Salanié J. et W. Oueslati.

Mémoire de stage

La valeur hédonique des paysages périurbains angevins :
Stage niveau M1 de la spécialité Paysage, réalisé par Clément Delaître, mai - août 2007.

Localisation des maisons sur l'occupation du sol



Rubrique libre

Aboutissement du projet UMR :

Nous avons reçu au mois d'octobre les experts du Ministère de l'Agriculture pour évaluer notre projet d'UMR avec l'Université d'Angers. Ce projet portant le nom de Groupe de Recherche Angevin en Economie et en Management (G.R.A.N.E.M) a obtenu un avis favorable des deux Ministères de tutelle. Un comité directoire a été mis en place par vote à l'issue d'une assemblée générale de tous les membres.

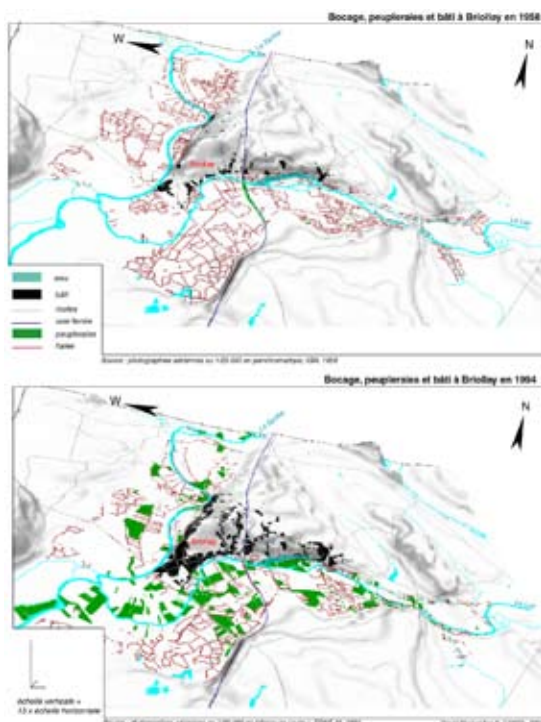
- Dominique Sagot-Duvaurox (Pr; UA) : Directeur
- Walid Oueslati (Pr; INH) : Directeur Adjoint
- Régis Dumoulin (Pr; UA) : Directeur Adjoint

Le projet scientifique de l'UMR est composé de deux axes :

Axe 1 : Stratégies territoriales s'inscrit dans l'actualité des pôles de compétitivité. Quels sont les facteurs qui favorisent le développement et l'attractivité d'un territoire ? Quels sont les ressorts de la compétition qui pousse les entreprises concurrentes à se rapprocher géographiquement ? Quel rôle joue la connaissance dans ce processus ? Au-delà, comment le territoire est valorisé en tant que patrimoine naturel ou culturel ? La diversité des paysages constitue un atout pour le développement économique local. Comment l'évaluation demande sociale des amé-

nités paysagères permet-elle d'enrichir la conception et l'évaluation des politiques publiques locales. Le territoire est aussi support aux activités agricoles. Comment les filières agricoles et plus particulièrement horticoles s'organisent-elles pour répondre aux enjeux concurrentielle, environnementale et sanitaires ? Enfin, comment les acteurs économiques (entreprises, consommateurs) intègrent le territoire sous ces différents aspects dans leurs stratégies (marketing du développement durable, des produits bios, financement du risque climatique, dynamiques entrepreneuriales).

Axe 2 : Territoires des organisations regroupe les recherches qui portent sur les modes de gouvernance des entreprises dans un univers mondialisé. La question centrale est ici de comprendre comment les organisations structurent leur territoire d'intervention ? Comment définissent-elles leurs frontières organisationnelles (stratégies de fusion et acquisition, firmes réseaux, franchise) ? Comment au sein de ces frontières, elles mettent en place leurs règles de fonctionnement (Gestion des ressources humaines notamment) ? Comment les nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) définissent des cyber-territoires et affectent l'ensemble des fonctions de l'entreprise ? Comment le fait d'intervenir sur un territoire mondialisé affecte leurs normes comptables, leurs stratégies marketing ou de financement ?



Evolution de l'occupation du sol entre 1958 et 1994 dans les Basse Vallées Angevines

Bocages et sociétés : origine, évolution et ré-interprétation des haies de Frênes têtards dans les vallées angevines : vers la construction de nouvelles formes de bocage ?

Contexte

La présence des haies de frênes et de chênes têtards dans les vallées angevines (Loire, Mayenne, Sarthe et Loir) remonte vraisemblablement au Moyen Âge. Leur histoire est complexe, émaillée successivement de phases d'arrachages et de plantations avec une localisation et des fonctions qui, depuis les origines, ont évolué. La plus grande vague d'embocagement et la plus importante remonte à la première moitié du XIX^e siècle, à la suite du partage des terrains communaux et la multiplication des cultures textiles dans les vallées. Cependant, même à cette période, les haies n'ont jamais occupé la totalité des terres de vallées et leur répartition a toujours été dictée par la micro-topographie et les contraintes d'inondation d'une part et par les règles d'organisation communautaire d'autre part, toujours dans un but utilitaire pour l'agriculture. Puis, comme ailleurs, ces haies ont subi les remembrements des années 1970, ne subsistant qu'à certaines places (fig. 1), formant ainsi les derniers vestiges du passé, particulièrement surveillés. Aujourd'hui, avec la quadruple volonté d'agir pour l'écologie des « zones humides », de conserver le patrimoine, de préserver le « cadre de vie » et de développer le « tourisme de nature », de nombreuses mesures sont mises en place au nom de la conservation des haies ou de leur « replantation ».

Objectifs

En étudiant l'évolution de ce bocage à frêne têtard comme un système à trois échelles spatiales : celle de l'arbre, celle de la haie et celle du réseau, nous cherchons à identifier les différents facteurs (naturels, culturels, agronomiques, juridiques, etc.) qui ont contribué à la construction des formes traditionnelles et à leurs évolutions. En partant du postulat que l'évolution des formes bocagères dans ces vallées est une traduction visible de l'évolution des sociétés riveraines et du regard qu'elles ont porté sur ces territoires, nous cherchons ensuite à voir comment l'évolution de certains facteurs (nouveaux regards, nouveaux usages, nouveaux outils, etc.) peut expliquer la difficile conservation des haies.

Résultats

L'analyse des attentes et des mesures actuelles comparée à l'histoire du bocage montre que dans les nouvelles politiques de gestion, on regrette parfois des haies qui n'ont jamais existé, on en oublie d'autres plus précocement arrachées, puis on en restaure ou on en replante au nom de la conservation, suivant des logiques et des outils empruntés à notre culture citadine contemporaine. Le système bocager agricole est ainsi totalement déconstruit. Les liens entre les trois échelles ne sont plus évidents : l'arbre têtard n'est plus une ressource économique mais un motif esthétique et patrimonial, la haie a perdu sa fonction de barrière infranchissable pour devenir brise vent, brise vue ou réserve de biodiversité et de nouvelles espèces décoratives viennent garnir ces « haies champêtres », enfin le réseau bocager est réfléchi en terme de corridor écologique continu (tableau).

Au final, la conservation du système ancien paraît bien compromise et de nouvelles formes de bocage apparaissent. Comme par le passé, celles-ci continuent à illustrer les relations entretenues entre les riverains et leurs vallées. Mais revenir à une histoire agronomique du bocage moins folklorique pourrait aider à rendre les nouvelles plantations plus « durables » et à inventer de nouvelles formes.

Bibliographie

■ Montembault D. 2007. Origine, évolution et ré-interprétation des haies de Frênes têtards dans les vallées angevines : vers la construction de nouvelles formes de bocage ? In *Bocages et sociétés*. Dir. Antoine A., Marguerie D. Presses Universitaires de Rennes, p. 445-460.

Contact

David Montembault – e-mail : david.montembault@inh.fr



le Mont Tremblant, représentation et tourisme.

Paysage et tourisme : les représentations du paysage et l'attractivité touristique, le cas du lac Tremblant et du mont Tremblant (Les Laurentides, Québec)

Contexte et objectif

L'incidence des projets de territoire sur l'attractivité touristique engendre des effets de synergie mais aussi de concurrence, qui rend parfois complexe la gestion des paysages. Ainsi, l'idée consiste à introduire l'analyse des représentations et des pratiques du paysage, dans l'objectif d'affiner la connaissance des effets induits et de les corriger ou de les renforcer de manière ajustée et créative. L'étude de cas du lac et du Mont Tremblant au Québec, station récréative internationale aménagée en pleine nature, permet de vérifier cette hypothèse.

Démarche et Résultats

La méthodologie consiste à mettre en relation deux types de données : d'une part l'analyse géographique du paysage, d'autre part l'analyse d'un corpus de représentations iconographiques de ce paysage, corrélé à des interviews de résidents concernant leurs pratiques (fig.).

Les résultats de l'étude montrent qu'en croisant ces données, il y a d'abord une sélection de fréquentation dans le paysage qui s'opère. En effet, certains paysages emblématiques apparaissent en surbrillance sur l'écran noir de paysages témoignant de désintérêt. De surcroît, la construction esthétique qui ressort de l'étude montre une évolution des attentes paysagères. Ainsi, la réponse apportée permet de repérer des zones sensibles dans le paysage de Tremblant, d'infléchir la gestion de l'ensemble par une vision plus globale tout en incitant à des actions créatives puisées à la source même des caractères originaux du site.

Conclusion Perspectives

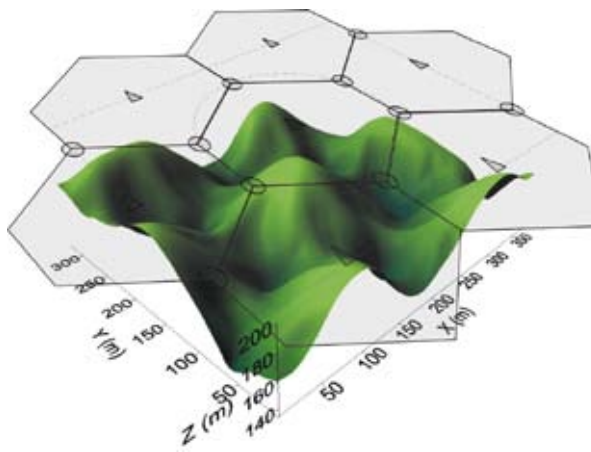
On peut conclure sur la nécessité d'intégrer la dimension socio-culturelle, perceptive du paysage au concept de développement durable. Ce champ d'investigation s'ouvre donc bien au-delà de la question de l'attractivité touristique, s'adressant tant aux politiques d'environnement et de paysages qu'aux projets de conception.

Bibliographie

■ Joliet F. et Martin Thibault 2007. Les représentations du paysage et l'attractivité touristique : le cas « Tremblant » dans les Laurentides, *Teoros*, 26(2), p. 53-58.

Contact

Fabienne Joliet – e-mail : fabienne.joliet@inh.fr

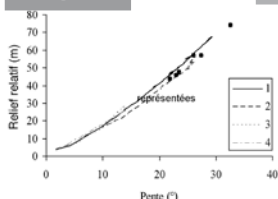
**Fig. 1**

La structure géométrique initiale est superposée ici à un paysage simulé de cockpit. Les dépressions sont disposées en étoile autour des sommets.

Modélisation du paysage : modèle d'évolution de paysages, application aux karsts en cockpit de Jamaïque

Contexte

La modélisation des processus géomorphologiques est rendue possible depuis plusieurs dizaines d'années grâce à l'utilisation de simulations numériques de plus en plus performantes. Ces codes de calcul permettent de simuler la non-linéarité et l'interaction des processus qui façonnent les formes des paysages. Les paysages de karst sont la résultante de processus très particuliers. L'hydrologie et les formes qui les caractérisent sont la conséquence de la grande solubilité de la roche qui les compose. Plusieurs modèles conceptuels de paysages de karst mettent en évidence l'importance de la zone dite épikarstique. Il existe une grande variété de paysages de karst dont les formes caractéristiques dépendent d'un grand nombre de variables. Les karsts en cockpits sont présents dans certaines régions tropicales où les conditions lithologique, géologique et climatique peuvent favoriser leur développement. Ces paysages particuliers peuvent être décrits par une succession de dépressions et de collines. Le développement de ces paysages est comparable à celui des dolines (fig. 1). Ces paysages de karst en cockpits sont présents uniquement dans les régions humides où les précipitations dépassent en moyenne 1500 mm/an.

Fig. 2

Résultats des simulations pour différentes valeurs des paramètres (lignes). Les données réelles sont représentées par les points noirs.

Objectifs

Ce travail décrit la modélisation des processus complexes qui illustrent le fonctionnement de l'épikarst dans le cas très particulier des karsts en cockpit (fig. 1). Les processus souterrains jouent-ils un rôle dans le développement superficiel des karsts en cockpit ? L'objectif est donc de tester des hypothèses relatives à l'importance du rôle souterrain (i.e. de la zone épikarstique) des karsts en cockpit au regard de leur développement géomorphologique. De cette étude, les auteurs dégagent aussi les conditions hydrologiques et géochimiques qui permettent à des paysages karstiques de se développer en cockpit.

Les paysages simulés seront comparés aux cockpits réels

par le biais de deux critères géométriques caractéristiques à ce type de paysage : il s'agit de la pente et du relief différentiel (fig. 2). Cette comparaison permet à la fois de donner l'ordre de grandeur des différents paramètres du modèle de dissolution et également d'émettre des hypothèses de scénario sur la formation de ces cockpits.

Résultats

Seule, l'érosion mécanique n'est pas une hypothèse suffisante pour expliquer la forme des karsts en cockpit. Ceci est tout à fait cohérent, sachant que de nombreux auteurs rapportent l'importance des processus de dissolution par rapport à l'érosion pour ce qui concerne les systèmes karstiques.

En considérant que la dissolution souterraine est également un facteur important dans l'évolution de la géomorphologie superficielle du karst, ce que traduit la théorie de l'épikarst, on obtient effectivement des simulations très proches de la réalité. Le modèle de dissolution spatio-temporelle anisotrope traduit le fait que les fractures les plus en aval sur la pente reçoivent plus d'eau d'infiltration de la nappe perchée (zone épikarstique), et vice versa. Ainsi, les parois des fractures les plus en aval s'agrandissent plus et ces fractures laissent donc infiltrer plus d'eau, et ainsi de suite. Ce feed-back positif entre écoulement et dissolution est la pierre angulaire de nombreuses théories sur le fonctionnement des systèmes karstiques. Or, plus la dissolution est active dans la zone sub-cutanée, donc proche de la surface, et plus cette dernière sera érodée.

Dans le modèle, les valeurs de la pluie moyenne annuelle varient de 1 m/an à 2 m/an. Les résultats montrent clairement que ces pluies doivent être bien supérieures à 1 m/an pour simuler des karsts en cockpit réalistes. Ceci est en accord avec les conclusions de nombreux auteurs.

Le facteur climatique illustre l'intermittence des pluies à l'échelle géologique. Ce facteur tend vers 1 lorsque la fréquence des pluies augmente. Les résultats montrent un fort impact de ce facteur sur les simulations. Aussi, il semble que l'on ne puisse reproduire la morphologie des karsts que pour des pluies très intenses et très fréquentes.

Le coefficient de diffusion influence aussi fortement les simulations. Toutefois, les paysages simulés se rapprochent des paysages réels seulement pour un mince intervalle de valeurs autour de 10-3 m²/an.

Bibliographie

■ Fleurant C., Tucker G.E and H.A Viles 2007. Modèle d'évolution de paysages, application aux karsts en cockpit de Jamaïque. *Karstologia*, 49, p. 33-42.

Contact

Cyril Fleurant - e-mail : cyril.fleurant@inh.fr



Publications

Revues scientifiques à comité de lecture

- Fleurant C., Tucker G.E and H.A Viles 2007. Modèle d'évolution de paysages, application aux karsts en cockpit de Jamaïque. *Karstologia*, 49, p. 33-42.
- Joliet F. et Thibault M. 2007. Les représentations du paysage et l'attractivité touristique : le cas « Tremblant » dans les Laurentides, *Teoros*, 26(2), p. 53-58.

Revues scientifiques sans comité de lecture

- Vallet J., Daniel H., Lecamp E. & Payet A. 2007. La biodiversité urbaine : exemples d'effets de l'urbanisation sur la faune et la flore et enjeux de la gestion des bois urbains. *Le Troglodyte*, 20, p. 11-21.

Actes de colloques

- Gautier E., Burnouf J., Carcaud N., Chambaud F., Garcin M. 2007. Les interrelations entre les sociétés et le fleuve Loire depuis le Moyen Âge. In Trémoilières M., Schnitzler A., *Floodplain protection, Restoration, Management Tec & Doc*, p. 83-98.
- Montembault D. 2007. La valorisation des paysages de vallées en Anjou : des campagnes plus vraies que nature ? In *Agriculteurs et territoires – Entre productivisme et exigences territoriales*. Dir. Le Caro Y., Madeline P., Pierre G. Presses Universitaires de Rennes, p. 191-207.
- Montembault D. 2007. Origine, évolution et ré-interprétation des haies de Frênes têtards dans les vallées angevines : vers la construction de nouvelles formes de bocage ? In *Bocages et sociétés*. Dir. Antoine A., Marguerie D. Presses Universitaires de Rennes, p. 445-460.
- Piana J., Carcaud N., Leroy D., Cyprien A.L., Visset L. 2007. Géoarchéologie de la vallée du Loir : évolution de la dynamique fluviale tardiglaciaire et ho-

locène, interactions Sociétés-Milieus. In Actes du colloque *Des rivières, des hommes, une longue histoire*. SIARCE, 4 et 5 Novembre 2005 à Corbeil-Essonnes (91), Ed : A.E.D.E.H.

- Vallet J., Daniel H., Beaujouan V. and F. Roze 2007. Can biological traits help to explain changes in plant communities along a rural-urban gradient ? in R. G. H. Bunce, R. H. G. Jongman, L. Hojas, and S. Weel, editors. *7th IALE 2007 World Congress 25 Years of Landscape Ecology: Scientific Principles in Practice*, July 8th-12th. IALE Publication series 4, Wageningen, p. 213-214.

Communications

- Daniel H., Vallet J., Beaujouan V. 2007. Biodiversité végétale des espaces boisés périurbains. *Colloque Végétal et Semences* - CER 2000-2006 - Angers 29-30 novembre 2007.
- Daniel H. 2007. Biodiversité et nature ordinaire. *Colloque Développement durable et enseignement agricole en Ile de France*, 20 mars 2007, Bergerie Nationale de Rambouillet.
- Fleurant C. and Burley J.B. 2007. Inverse box-counting method: a fractal-based procedure to create biospheric landscape patterns, National Meeting of the American Society of Mining and Reclamation, Gillette WY (USA), June, 2-7.
- Vallet J., Daniel H., Beaujouan V. et Rozé F. 2007. Quelle biodiversité végétale dans les espaces boisés urbains ? Exemple des villes d'Angers et Rennes. 4^{ème} Rencontres Botaniques du Centre - Orléans, 24 Novembre 2007.
- Vallet J., Daniel H., Beaujouan V., F. Rozé, 2007, Les traits biologiques peuvent-ils expliquer la réponse de communautés végétales d'espaces boisés à un gradient d'urbanisation ? *Colloque ECOVEG 3*, Bordeaux, Mars 2007.

Mémoire de thèse

- Bouvier, V. 2007 : « Analyse visuelle dynamique des formes dans le paysage. Premières approches à l'aide du suivi du regard ». Thèse de doctorat, Spécialité aménagement, Ecole Doctorale d'Angers, juin 2007, 239 p.

Mémoires de stages

- Cormier Laure, 2007 : « Etude sur la caractérisation et la modélisation des paysages viticoles : cas du Saumurois », Master IT (INH).
- Girardeau Mathilde, 2007 : « Caractérisation de l'effet lisière en interaction avec l'urbanisation sur les communautés végétales de petits bois », Master I Environnement-écologie, UFR Sciences, Angers, 27 p. + annexes.
- Means Jennifer et Infante Valentina, 2007 : « Caractérisation des espaces boisés le long d'un gradient d'urbanisation - Application à l'évaluation d'habitats forestiers potentiels », M1, INH et ESA, 48 p. + annexes.
- Réthoré Charline, 2007 : « Mise en place d'une interface graphique du logiciel de démo-génétique Gene-Net », Stage Master I informatique, Université d'Angers, 22 p.
- Rossignol Astride, 2007 : « La construction esthétique du Wilderness au Canada », M1 Géographie, INH et Université d'Angers, 56 p. + annexes.



Rubrique libre

L'Unité de Recherche Paysage a été officiellement **labellisée par le Ministère de l'Agriculture et la Pêche** (2008-2011).

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

Arrivée/Départ

- Sandrine Huet, enseignante-chercheuse contractuelle en écologie, a quitté l'INH et l'Unité de Recherche fin 2007.
- Mustapha El Hannani, enseignant-chercheur contractuel en géographie, a quitté l'INH et l'Unité de Recherche fin 2007.
- Nathalie Carcaud a été recrutée en septembre 2007 sur un poste de Professeure en Géographie.
- Fabienne Joliet est partie en délégation pour 1 an à l'Université de Montréal.
- Laure Cormier, nouvelle doctorante (2008-2011). Sujet de thèse la gestion des haies en milieu périurbain : la nécessité de la médiation paysagère.

Appel à Projet

En collaboration avec le Laboratoire d'Ecophysiologie Végétale et Agro-écologie (LEVA) de l'ESA, l'équipe de recherche Paysage a répondu à un appel à projet du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable : DIVA2. Notre projet (Biodiversité et territoire viticole : étude des interactions entre viticulture et biodiversité dans le cadre d'une initiative locale à l'échelle d'une AOC) a été retenu. Le financement a été attribué à hauteur de 148 000 euros pour trois ans.

Pour plus de renseignements : <http://w3.rennes.inra.fr/sad/diva/>.



Adulte d'hémérobe dévorant un puceron (Photo J. Villenave)



Larve d'hémérobe dévorant un puceron de rosier (Photo B. Jaloux)



Oeufs d'hémérobites sur le support fibreux (Photo M. Travers)

Transferts du savoir faire et de l'élevage d'hémérobites à la société IF TECH en décembre 2007.

Objectif

L'équipe PBI « Protection Biologique Intégrée » de l'INH recherche des méthodes alternatives aux traitements chimiques pour réguler les populations de ravageurs des cultures. Les recherches ont porté ces dernières années sur l'utilisation d'insectes auxiliaires indigènes, et sur le développement de méthodes d'élevages qui facilitent les lâchers inondatifs d'auxiliaires.

Contexte

Les cultures porte-graines de choux sont plantées en septembre et les graines sont récoltées en juin-juillet. Des infestations de pucerons à l'automne sont très souvent sources de colonies au moment de la floraison. Or, en cultures porte graines sous abris froids, la présence de pollinisateurs (abeilles, mouches,...) au moment de la floraison empêche tout traitement chimique. Des méthodes alternatives à la lutte chimique sont donc recherchées pour limiter autant que possible l'impact négatif des ravageurs sur les cultures, en particulier, du puceron cendré *Brevicoryne brassicae*.

Résultats

De 1998 à 2004, l'équipe PBI de l'INH a mis en évidence l'intérêt du complexe *Chrysoperla* spp. en cultures porte graines, complexe qui peut engendrer des taux de prédation élevés sur le puceron cendré du chou. Ce complexe est en fait composé de trois espèces de chrysopes vertes, *C. carnea sensu stricto*, *C. lucasina* et *C. affinis*.

Depuis 2004, l'équipe a aussi montré l'intérêt de l'hémérobe *Micromus angulatus* pour la protection biologique intégrée. Ce Névroptère est présent dans toute l'Europe au stade larvaire et adulte. Il dévore de nombreux ravageurs des cultures (pucerons, cochenilles à corps mou, certains psylles,...etc.). Ses atouts reposent sur sa voracité, sa prospection de proies et surtout son activité à basses températures. Essayer de développer un insecte indigène prédateur pour limiter le développement de colonies de pucerons à basses températures répond aussi à une demande des professionnels.

Perspectives et Retombées

Aux travers de nos travaux sur cultures de choux porte graines, nous avons acquis une connaissance et une bonne maîtrise de l'utilisation de ces hémérobites, transférable à d'autres cultures et aux jardins et espaces verts publics ou privés.

Suite à la mise au point des techniques d'élevages du névroptère *Micromus angulatus*, l'équipe PBI a déposé le 18 juillet 2006 un brevet d'invention N° 06.06515 pour un récepteur d'organismes vivants qui consiste en un support fibreux porteur de pontes, déposable très facilement quelque soit le végétal à protéger. Depuis décembre 2007, la société IFTECH, entreprise fournisseuse d'insectes auxiliaires d'origine indigène, commercialise auprès des professionnels et des particuliers des hémérobites obtenues grâce à ce support, sous le nom commercial HEMEROR.

Partenaires

CANARD Michel - spécialiste des Névroptères - à la retraite - Chemin de Rioux, 31400 Toulouse.
 FlorInsectes - johanna_villenave@hotmail.com, <http://florinsectes.site.voila.fr/> Tél.: 06 64 38 10 96.
 FNAMS - station de Brain sur l'Authion.
 IFTECH - 8 rue Le Nôtre - 49066 Angers - Tél.: 02 41 72 14 27 - fax : 02 41 87 18 54 ; e-mail: contact@iftech.fr.

Contact

Catherine Çaldumbide - INH. Tél : 02 41 22 55 03 - e-mail : cathy.caldumbide@inh.fr

Publications et valorisation

Revues scientifiques

- Bodin A, Jaloux B, Mandon N, Vannier F, Delbecq J.P, Monge J.P & Mondy N. 2007. Host-induced ecdysteroids in the stop-and-go oogenesis in a synovigenic parasitoid wasp. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, 65:103-111.
- Jaloux B, Deshayes M. & Monge J.P. 2007. Learning affects the preference for parasitized hosts in a facultative kleptoparasitoid, *Eupelmus vuilleti*. *Behavioural Ecology and Sociobiology*, 61: 357-364.

Revues techniques

- Villenave J. & Rat-Morris E. 2007. Lutte biologique contre les pucerons - Comment favoriser la présence des chrysopes ? *Bulletin semences*, 196:32-34.

- Villenave J., Gil F. & Rat-Morris, E. 2007. L'hémérobe *Micromus angulatus* à l'essai. *Fruits et Légumes - Réussir*, 265: 50-51.

Communications orales

- Perennec S., Travers M., Çaldumbide C., Laurent E., Casals M.L., Odeau V., Outreman Y., Rat-Morris E. & Le Ralec A. 2007. Dynamique des populations du puceron cendré du chou *Brevicoryne brassicae* L. et influence de la répartition spatiale des lâchers de parasitoïdes en culture de chou-fleur porte-graines sous abris froids. 4^{èmes} Rencontres du Végétal, INH Angers.
- Villenave J. et Rat-Morris E. 2007. La lutte biologique par conservation des Névroptères (Chrysopes et Hémérobies). 4^{èmes} Rencontres du Végétal, INH Angers.

Mémoires de stages

- Gueguen L. & de Amarin V. Stage d'expérimentation M2 Horticulture, option Santé du Végétal et Environnement, Institut National d'Horticulture. Janvier-Avril 2007 : « Tests de prédation d'adultes hivernants de tigre du platane par des larves d'hémérobe *Micromus angulatus* ».
- Neuville S. Stage d'expérimentation M2 Horticulture, option Santé du Végétal et Environnement, Institut National d'Horticulture. Avril-Octobre 2007 : « Etude de l'efficacité sous serre du parasitoïde, *Diaeretiella rapae*, pour contrôler des populations de pucerons cendré du chou, *Brevicoryne brassicae* : Influence de la date et de la méthode d'apport des parasitoïdes ».

Rubrique libre

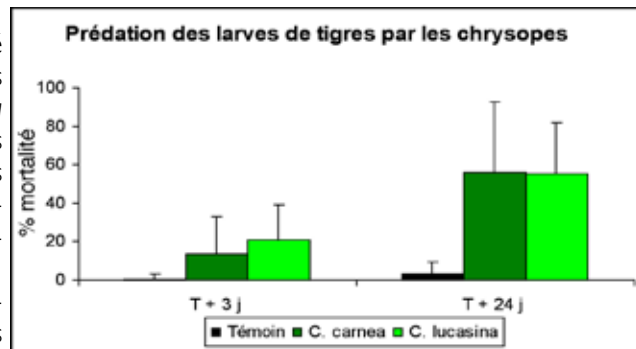
Lutte biologique contre le tigre du platane : projet PETAAL - Protection Environnement et Technologie des Arbres d'Alignements- avec Plante et Cité.

Le tigre du platane a été identifié comme la principale problématique phytosanitaire pour les gestionnaires de patrimoine arboré au sein des espaces verts des 36 000 collectivités territoriales françaises. Le passage de la lutte chimique utilisée actuellement à la lutte biologique est porté par des enjeux environnementaux et sociétaux. La lutte biologique incarne aussi une innovation technique majeure en espaces verts ouverts.

L'objectif de ce projet est de conduire des travaux de recherche en laboratoire et d'expérimentation sur le terrain pour élaborer une stratégie innovante et globale de contrôle du tigre du platane à l'aide d'organismes biologiques entomopathogènes et prédateurs. Durant l'hiver 2006 -2007, l'équipe PBI a conduit des tests de prédation d'adultes hivernants de tigre du platane par des larves d'hémérobe *Micromus angulatus*. Ces tests *in vitro* conduits en situation de non choix, ont indiqué que les larves d'hémérobies ne contrôlent pas les adultes de tigre du platane hivernants (Lena Guéguen & Victor de Amarin - Rapport final d'expérimentation SEVE 22 février 2007 - INH).

En juin 2007, ces tests ont été reconduits pour évaluer la capacité de prédation de larves de tigre du platane par des larves de trois espèces de Névroptères, les chrysopes vertes *Chrysoperla lucasina* et *C. carnea*, et l'hémérobe *M. angulatus*. Les résultats obtenus confirment l'échec de la prédation des tigres du platane par les hémérobies. Par contre, *C. lucasina* et *C. carnea* ont permis d'obtenir des taux de prédation élevés. Il n'y a pas de différences significatives entre les deux espèces (N = 30 répétitions).

Ces résultats sont très encourageants quant à l'utilisation des chrysopes pour la mise au point de stratégie de contrôle biologique des tigres du platane. Des essais *in situ* utilisant ces chrysopes à partir d'apports d'œufs devraient être conduits durant l'été 2008.





Couverture du référentiel régional pédologique

Programme IGCS (Inventaire, Gestion et Conservation des Sols) dans la région des Pays de la Loire.

Contexte

Le programme national IGCS (inventaire, gestion et conservation des sols) a pour objectif d'organiser la connaissance sur les sols, de la relier aux usages qui en sont faits, de gérer les informations dans les banques de données régionales.

Objectifs

Les principaux objectifs de ce programme IGCS sont :

- Un **outil de connaissance** des sols, de leurs propriétés, de leur qualité, de leur répartition et de leur extension spatiale ;
- Un outil adapté à un ensemble d'utilisations répondant aux besoins de responsables politiques, techniques ou économiques ; un **outil d'aide à la décision** permettant de répondre aux questions qui se posent dans différents domaines d'action ; par exemple : l'aménagement du territoire, les programmes de gestion et protection du milieu, les capacités de production des régions agricoles, la définition de zones de protection et de zones à risques, le pouvoir épurateur du sol, les risques de pollution des sols et de l'eau, les risques d'érosion, les possibilités de développement de nouvelles variétés, les études d'impact.

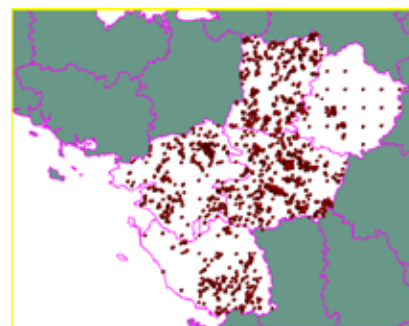
Synthèse de la carte des sols par département de la région Pays de la Loire

La cartographie pédologique à 1/250000^{ème} se termine ; il manque quelques 100 000 ha en Loire Atlantique, cartographiés par la chambre d'agriculture de Loire Atlantique.

Le département de la Sarthe est entièrement terminé : les UCS (unités cartographiques de sols), les UTS (unités typologiques de sols) et les STRATES (groupes d'horizons) sont intégrées dans la banque de données. Strates : groupe d'horizons caractérisé par les valeurs médianes et les variations observées autour de ces valeurs.

Base de données

La banque de données DONESOL des Pays de la Loire a été transférée sur le site d'Orléans. Les données sont donc actuellement directement saisies dans la banque d'Orléans. Ce qui permettra aux utilisateurs de se connecter plus facilement et permettra une maintenance nationale de ces données. En outre, actuellement, la base de données contient 2474 profils pédologiques, localisés dans la région Pays de la Loire. Ils concernent un grand nombre d'études existantes à différentes échelles, ainsi que les études en cours de réalisation.



Carte régionale de localisation des profils de sols

Conclusions

Un des objectifs à atteindre actuellement pour la région des Pays de la Loire est de renseigner la banque de données pour les couches « unités typologiques et unités cartographiques » et d'avancer dans la préparation d'intégration des « strates ».

Bibliographie

- Cauzid C., Rossignol J.P. 2007. Référentiel régional pédologique Pays de la Loire, département de la Sarthe, carte des sols à l'échelle du 1/250000^{ème} et une notice.
- Rossignol J.P., Ducommun C. 2007. Rapport d'activité de la convention entre la DGFAR et l'INH, sur budget 2006 pour l'avancement du programme IGCS (inventaire, gestion et conservation des sols), Référentiel Pédologique dans la région des Pays de la Loire.

Contact

Jean-Pierre Rossignol et Christophe Ducommun - I.N.H., laboratoire de science des sols.
E-mail : jean-pierre.rossignol@inh.fr



Fleurs de pois



Nodules de pois

Quantification de la rhizodéposition azotée des cultures de légumineuses.

Contexte

L'introduction d'une culture de légumineuses dans les rotations est un moyen de réduire l'apport de fertilisants azotés. De par leurs nodosités, les cultures de légumineuses peuvent utiliser l'azote atmosphérique. Elles enrichissent ensuite le pool d'azote du sol, d'une part grâce à la rhizodéposition qui a lieu pendant le développement de la plante, et d'autre part, avec leur système racinaire après récolte. Après minéralisation, cet azote pourra être utilisé par la culture suivante. La rhizodéposition comprend des exsudats racinaires, mais aussi des produits de desquamation des parois cellulaires, de dégradation des racines et des nodules, ainsi que des microdébris de racines. Elle demeure difficile à quantifier, bien qu'il soit nécessaire de la prendre en compte pour raisonner la fertilisation azotée des cultures. En 2007, la synthèse des résultats obtenus par Stéphanie Mahieu dans le cadre de sa thèse (2005-2008) financée par le programme européen intégré « Grain Legume Integrated Project » et la Région Pays de Loire et l'UNIP (Union Nationale Interprofessionnelle des Plantes Riches en Protéines), a fourni des éléments utiles à l'amélioration de cette quantification.

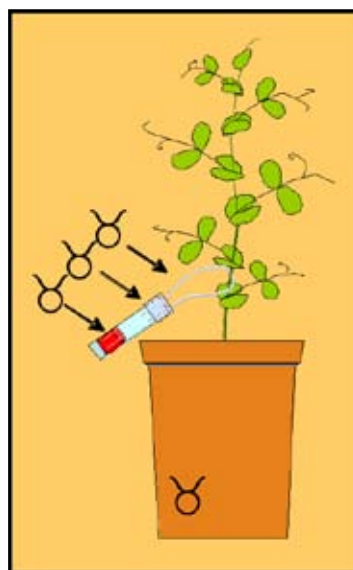
Objectifs

Le premier objectif de ce travail est la mise au point d'une méthode fiable pour quantifier l'azote apporté au sol par une culture de légumineuses au champ. Cette méthode a ensuite été utilisée pour évaluer l'impact des caractéristiques architecturales des variétés et l'impact des sources d'azote (sol et/ou atmosphère) sur la rhizodéposition azotée du pois protéagineux.

Méthode

Des essais ont été réalisés sous serre à l'ESA et en plein champ, utilisant des plants de pois (*Pisum sativum* L.) marqués au ^{15}N par la méthode du *cotton-wick*. La plante est alimentée à l'aide d'urée marquée par le biais d'un fil de coton passant au travers de la tige (Fig. 1). Afin d'estimer l'impact *i)* de la source d'azote (minérale ou atmosphérique) et *ii)* de la répartition de l'azote dans les organes de la plante, plusieurs variétés de pois ont été utilisées : 'Frisson', un mutant de 'Frisson' non nodulant (P2) et la variété 'Baccara' à fort indice de récolte. Afin de faire varier les sources d'azote et sa répartition dans la plante, trois niveaux de fertilisation ont été appliqués aux différents mutant et variétés. Des essais de marquage continu ou bien par pulses réalisés chaque quinzaine avec différentes concentrations d'urée marquée ont aussi été effectués.

Le protocole d'échantillonnage des racines et du sol a été amélioré. Tous les échantillons pour les dosages de ^{15}N ont été préparés au LEVA, puis envoyés à l'INRA de Laon pour mesures au spectromètre de masse.



Marquage au ^{15}N d'un plant de pois par *cotton-wick*. ① fil de coton passant au travers de la tige et protégé par un tube de silicone, ② tube fermé (1 mL), ③ urée marquée, ④ sol enrichi en ^{15}N par rhizodéposition.

Résultats

Aucune relation significative n'a pu être mise en évidence entre les sources d'azote ou la répartition de l'azote dans la plante, et la quantité d'azote rhizodéposé. En revanche, dans tous les essais, la quantité d'azote rhizodéposée s'est avérée très fortement corrélée à la teneur en azote de la plante ; elle représente environ 20% de l'azote total de la plante sous serre et 30% en plein champ.

Le marquage continu des plantes, permet d'obtenir des résultats plus fiables que le marquage réalisé par pulses tous les quinze jours. En outre, des apports de solution d'urée trop concentrés et un enrichissement trop élevé des racines du pois (> 1.5%) semblent conduire à des résultats moins fiables que lorsque le marquage est réalisé à des concentrations d'urée marquée plus faibles.

Discussion et perspectives

Ces travaux ont permis une étude approfondie de la technique de marquage au ^{15}N des légumineuses à graines par *cotton-wick*. Ils ont conduit à l'élaboration d'un protocole fiable applicable aux cultures de plein champ. Contrairement aux hypothèses présentées dans la bibliographie, il semble que les meilleurs résultats ne soient pas obtenus avec les enrichissements en ^{15}N des racines les plus élevés.

Les résultats montrent que la rhizodéposition azotée ne dépend ni des sources d'azote, ni de l'architecture de la plante, mais simplement de sa teneur en azote. Ainsi, en fonction de la teneur en azote des plantes, les parties souterraines d'une culture de pois pourraient apporter 70 à 90 kg de N. ha⁻¹. Il semble donc nécessaire de prendre en compte les valeurs de rhizodéposition dans les bilans azotés.

Pour chacune des années d'expérimentations, la proportion d'azote rhizodéposé par rapport à la teneur en azote de la plante est plus importante en plein champ que sous serre. Les facteurs responsables de ces différences restent encore à éclaircir. En outre, pour une gestion raisonnée de la fertilisation azotée dans les rotations incluant des cultures de légumineuses, des travaux de recherche relatifs à la forme des composés azotés rhizodéposés, à leur minéralisation par les microorganismes et à la rhizodéposition carbonée restent à mener.

Bibliographie

- Mahieu S., Fustec J., Corre-Hellou G. and Crozat Y. 2007. Comparison of two ^{15}N labelling methods for assessing rhizodeposition of pea. *Plant and Soil* 293: 195-205.
- Mahieu S., Faure M.L., Fustec J. and Crozat Y. 2007. N rhizodeposition in pea labelled by cotton-wick in different growing conditions. *Bibliotheca Fragmenta Agronomica* 11 : 553-554.
- Présentation de deux communications affichées et une communication orale au 15th Workshop on nitrogen, Lleida, Mai 2007.
- Présentation de deux posters et d'une communication orale au 6^e congrès européen Grain Legumes, Lisbonne, Nov. 2007.

Contact

S. Mahieu, J. Fustec

UPSP LEVA., Ecole Supérieure d'Agriculture, 55, rue Rabelais, 49007 Angers cedex, France.



Publications

Revues scientifiques à comité de lecture

- Moreau-Valancogne P., Coste F., Vandewalle P., Wagner M.-H., Ladonne F. and Crozat Y. 2007. Modelling the effects of microclimate on bean seed desiccation rate and seed storage ability. *Annals of Applied Biology*, 150: 41-51.
- Mahieu S., Fustec J., Faure M.L., Hellou G. and Crozat Y. 2007. Comparison of two ¹⁵N labelling method for assessing nitrogen rhizodeposition of pea. *Plant and Soil*, 295: 193-205.
- Corre-Hellou G., Brisson N., Launay M., Fustec J. and Crozat Y. 2007. Effect of root depth penetration on soil N sharing and dry matter in pea-barley intercrops given different soil N supplies. *Field Crops Research*, 103: 76-85.

Autres revues scientifiques

- Bernard F. and Fustec J. 2007. Comparison of the development of two grassland legumes grown in different silt soils. *Grassland Science in Europe* 12: 189-191.
- Mahieu S., Faure M.L., Fustec J. and Crozat Y. 2007. N rhizodeposition in pea labelled by cotton-wick in different growing conditions. *Bibliotheca Fragmenta Agronomica* 11: 553-554.

Ouvrages et chapitres d'ouvrages

- Pierre P., Hubert F., Coutard J.P., Fougère M., Capèle E., Bulot N., Ralu R., Delagarde R., Fustec J., Couvreur S., Benard A., Battegay S., Métay X. 2007. La prairie multi-espèces. Présentation des Graminées et Légumineuses à cultiver. Guide pratique. Eds. Chambre d'agriculture des Pays de la Loire, Arvalis, Région Pays de la Loire, 21 p.
- Moreau-Valancogne P., Coste F., Dürr C. and Crozat Y. 2007. Effects of bean seed desiccation conditions on germination and elongation responses to temperature and water potential. In *Seeds: Biology, Development and Ecology*, Adkins, S.W., Navie, S.C. and Ashmore, S., Eds. CAB publishing (UK), 35: 333-341.

Communications Colloques

Posters

- Raveneau M.-P., Davière R., Lejeune I., Coste F. and Dürr C. 2007. Comparison of germination response to temperature between winter and spring pea genotypes. In 6th European conference of grain legumes, 12-16th November 2007, Lisbon, Portugal.
- Mahieu S., Fustec J., Faure M.L., Reynaud A. and Crozat Y. 2007. Successive improvements of a ¹⁵N cotton-wick method for measuring below ground nitrogen of field grown legumes. In 6th European conference of grain legumes, 12-16th November 2007, Lisbon, Portugal.
- Mahieu S., Fustec J., Faure M.L. and Crozat Y. 2007. Cotton-wick and split-root labelling methods: a tricky comparison. In 6th European conference of grain legumes, 12-16th November 2007, Lisbon, Portugal.
- Yvergniaux M., Guichard L., Al Rifai M., Bazot M., Biarnès V., Chaigne G., Corre-Hellou G., Crozat Y., Dorvillez D., Foissy D., Naudin C., Omon B., Thierry C. and Jeuffroy M. H. 2007. Assessment of winter pea-wheat intercrops for high protein grains in various locations in France. In 6th European conference of grain legumes, 12-16th November 2007, Lisbon, Portugal.
- Naudin C., Aveline A., Corre-Hellou G., Dibet A., Jeuffroy M.-H. and Crozat Y. 2007. Comparison of spring and winter cereal-legume intercrops in organic farming by analysis of interactions between species. In 6th European conference of grain legumes, 12-16th November 2007, Lisbon, Portugal.
- Coste F., Moreau-Valancogne P., Wagner M.H., Ladonne F., Dürr C. and Crozat Y. 2007. Vitesse de dessiccation et aptitudes à la conservation ou à la levée des semences de haricot. In *Colloque Graines 2007* : 7-8 Juin, Angers, France.
- Raveneau M.-P., Coste F., Benamar A., Wagner M.H., Crozat Y. and Macherel D. 2007. Influence de la vitesse de dessiccation sur les caractéristiques germinatives et le métabolisme énergétique de légumineuses. In *Colloque Graines 2007* : 7-8 Juin, Angers, France.
- Mahieu S., Fustec J., Reynaud A., Faure M.L. and Crozat Y. 2007. Nitrogen source, Nitrogen harvest and contribution of pea

to the soil N pool. In *Proceedings of the 15th workshop on nitrogen*, 28-30th May 2007, Lleida, Spain. In press.

- Mahieu S., Faure M.L., Reynaud A., Fustec J. and Crozat Y. 2007. A ¹⁵N stem feeding method for measuring below ground nitrogen of field. In *proceedings of the 15th workshop on nitrogen*, 28-30th May 2007, Lleida, Spain. In press.
- Fustec J. and Bernard F. 2007. Yield and N₂ fixation of two grassland legumes grown in different silt soils. *Proceedings of 15th workshop on nitrogen*, 28-30th May 2007, Lleida, Spain. In press.
- Bernard F. and Fustec J. 2007. Yield and development of two grassland legumes grown in different silt soils. In *14th International Symposium of European Grassland Federation*, 3-5 September, Gent, Belgium.
- Corre-Hellou G. and Crozat Y. 2007. Utilisation du modèle STICS pour étudier les interactions entre espèces associées. In *Séminaire STICS, INRA*, 20-22 March, Reims, France.

Communications orales

- Coste F., Moreau-Valancogne P., Crozat Y., Dürr C. 2007. Modélisation de la levée : utilisation pour l'analyse des différences d'aptitude à la levée des lots de semences. Cas du haricot. In *Colloque Végétal et Semences - CER 2000-2006*, 29-30th November, Angers, France.
- Raveneau M.-P., Coste F., Benamar A., Wagner M.-H., Grelet, J., Crozat Y. and Macherel D. 2007. Influence de la vitesse de dessiccation sur les caractéristiques germinatives et le métabolisme énergétique de graines de légumineuses. In *Colloque Végétal et Semences - CER 2000-2006* – 29-30th November 2007, Angers, France.
- Naudin C., Aveline A., Corre-Hellou G., Dibet A., Jeuffroy M. H. and Crozat Y. 2007. Comparison of spring and winter cereal-legume intercrops in organic farming by analysis of interactions between species. In 6th European conference of grain legumes, 12-16th November 2007, Lisbon, Portugal.
- Mahieu S., Germon F., Fustec J., Aveline A., Ambus P., Hauggaard-Nielsen H., Crozat Y., Jensen E. S. 2007. Effects of water stress, N source, N content and plant N partitioning on the below ground contribution of pea to the soil N pool. In 6th European

Conference on Grain Legumes. 12-16th November 2007, Lisbon, Portugal.

■ Corre-Hellou G. 2007. Using a modelling approach to study the interactions between species in intercropping systems. In 6th European Conference on Grain Legumes. 12-16th November 2007, Lisbon, Portugal.

■ Mahieu S., Fustec J., Reynaud A., Faure M.L. and Crozat Y. 2007. Nitrogen source, Nitrogen harvest and contribution of pea to the soil N pool. In 15th workshop on nitrogen, 28-30th May 2007, Lleida, Spain.

■ Mahieu S., Faure M.L., Reynaud A., Fustec J. and Crozat Y. 2007. A ¹⁵N stem feeding method for measuring below ground nitrogen of field. In 15th workshop on nitrogen, 28-30th May 2007, Lleida, Spain.

■ Corre-Hellou G. and Crozat Y. 2007. Competition for soil N between species in cereal-legume intercropping systems and the role of below ground characteristics on competition. In SUSVAR Workshop Sustainable low-input cereal production: required varietal characteristics and crop diversity, 29 May-1 June, Velence, Hungary.

■ Cannavacciuolo M., Peigné J., Aveline A., Giteau J.-L. and Gautronneau Y. 2007. Les Techniques de travail du sol en Agriculture Biologique : Impacts sur la structure du sol et les populations lombriciennes. In 9^{es} Journées Nationales d'Etude des Sols, 3/4/5 Avril 2007, Angers, pp 293-294.

■ Peigné J., Aveline A., Cannavacciuolo M., Giteau J.-L. and Gautronneau Y. 2007. Soil structure and earthworm activity under different tillage systems in organic farming. In 3rd International congress of the EU integrated project Quality Low Input Food Hohenheim, March 2007, pp 205-208.

■ Pain G., Goffaux R., Pithon J. and Van Helden M. 2007 – Où aménager dans un paysage agricole pour la biodiversité ? In Les rencontres du végétal, 16-17 January, Angers, France.

■ Van Helden M. and Pain G. 2007 – Quel paysage au service de la protection biologique des cultures légumières. In Les rencontres du végétal, 16-17 January, Angers, France.

■ Van Helden M., Gil F., Goujet G., Pithon J. and Pain G. 2007 – L'influence du paysage sur les insectes ravageurs en viticulture. In Les rencontres du végétal, 16-17 January, Angers, France.

Mémoires d'HDR

■ Fustec J. 2007. Importance des interactions au sein de la plante, entre plantes et avec les herbivores dans les communautés végétales. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches. Soutenue le 30 octobre 2007, Université d'Angers.

Mémoires de stages

■ Amouchal Marcel (*Ingénieur, INH*) 2007: Les techniques culturales simplifiées en

grandes cultures : quels résultats agronomiques, économiques et énergétiques ? Etude sur un réseau d'exploitations en agrobiologie en Pays de Loire. p. 50.

■ Richard Etienne (*Master 2 Sciences des Productions Végétales, Agrocampus Rennes*) 2007: Impacts de quatre techniques de travail du sol sur les propriétés du sol et sur le comportement du couvert végétal : bilan de deux années d'expérimentation en agriculture biologique dans le Maine et Loire. Mémoire Master professionnel Sciences et Productions Végétales Option Agronomie Agrocampus Rennes - Université Rennes 1, 55p.

■ Peltier Estelle (*Ingénieur, ESITPA*) 2007: Validation du modèle SIMPLE (SIMulation of PLant Emergence) pour les pois protéagineux de printemps et d'hiver. p. 47.

■ Goffaux Robin (*Ingénieur formation continue, Groupe ESA*) 2007: Biodiversité et paysage viticole : propositions d'aménagements pour le territoire de l'AOC Saumur Champigny. p. 85. Mémoire de fin d'étude de l'ESA d'Angers.

■ Douard Steven (*Master Ingénierie Automatique et Informatique d'Entreprise, ISTIA, Université d'Angers*) 2007 : Logiciel Levagramme. Mémoire de fin d'études ISTIA 2006. p. 41.

Rubrique libre

En 2007, l'équipe du LEVA a connu un événement particulièrement douloureux avec le décès d'Yves Crozat, fondateur et directeur du laboratoire, et inspirateur de ses orientations de recherche. Il aura été un des acteurs de l'évolution de l'agronomie vers l'agroécologie, dont on sait combien elle répond aux nécessités actuelles et à venir. A ce jour, le LEVA n'a pas encore son nouveau directeur.

Les réussites du laboratoire en 2007 sont dans la suite des impulsions données par Yves. Ainsi :

- le recrutement d'un nouvel enseignant-chercheur, ingénieur agronome avec un doctorat fait à l'Institut National Agronomique Paris-Grignon (INA P-G), Matthieu Carof
- l'obtention de l'HDR par Joëlle Fustec
- la formalisation de la participation du laboratoire à l'activité de l'UMR PMS, à travers la jeune équipe INRA Ecophysiologie, Diversité Génétique et Modélisation de la Levée (EDGML)
- la réussite du laboratoire :
 - dans l'appel à projet 2007 du CASDAR (actions de recherche-développement financées par le Ministère de l'Agriculture), puisqu'il est impliqué dans 3 projets retenus
 - en partenariat avec l'équipe paysage de l'INH, dans l'appel d'offre DIVA 2, du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable.
- la participation du laboratoire à un réseau mixte technologique (RMT), destiné à soutenir la liaison recherche appliquée-développement sur les relations entre agriculture et biodiversité fonctionnelle.



Méthodologie

Depuis 2005, des suivis de la maturation ont été réalisés sur des raisins de cépage Cabernet franc, à partir de baies prélevées sur différents terroirs du Val de Loire et à différents stades de maturité. A partir des lots de raisins prélevés, différentes analyses ont été réalisées telles que l'analyse physique de la texture par compression (Figure 1) et pénétrométrie, l'analyse des composés phénoliques (CLHP), les analyses classiques de sucres et acidité, des analyses spectroscopiques visible/proche infrarouge (Figure 2) et fluorescence ainsi que l'analyse sensorielle des baies.

Méthodologies innovantes d'estimation de la qualité de la vendange.

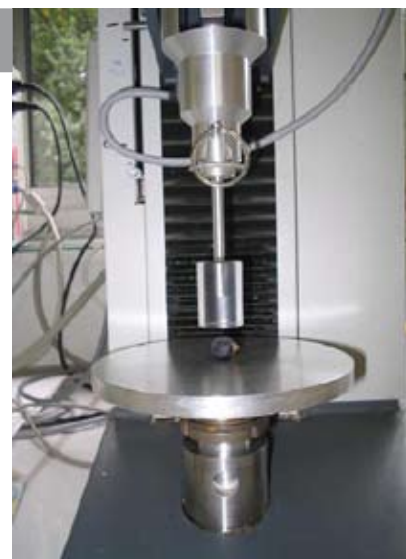
Objectifs

L'objectif des travaux menés dans le cadre de l'UMT VINITERA par le laboratoire GRAPPE est d'aborder la maturité du raisin à travers une approche multicritères reposant sur la multiplication des méthodes de mesure de la qualité appliquées sur les mêmes baies ou lots de raisins.

Contexte

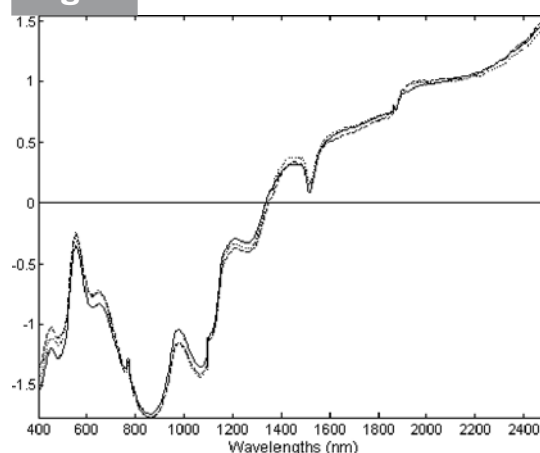
La qualité des fruits est une notion complexe qui revêt plusieurs dimensions. Dans la filière vinicole, il est admis que la qualité du vin repose largement sur la qualité du raisin au moment des vendanges. La notion de maturité optimale pour décider de la date de vendange revêt donc une importance toute particulière. L'évaluation seule des paramètres technologiques de maturation classiques (sucres et acidité) ne sont plus suffisants pour prédire de façon complète et objective, le potentiel céologique des raisins.

Fig. 1



Dispositif de mesure de la texture du raisin par compression

Fig. 2



Exemple de spectre proche infrarouge

Résultats

L'ensemble des résultats obtenus a permis de valider d'une part la pertinence d'appréhender la notion de maturité texturale des baies et d'autre part de mettre en avant l'intérêt particulier de deux techniques qui sont la spectroscopie visible/proche infrarouge et l'analyse sensorielle. Ces deux méthodes ont permis d'estimer de manière satisfaisante l'ensemble des paramètres de maturité du raisin et de discriminer les parcelles en lien avec leur origine et les millésimes.

Perspectives

Ce travail permettra dans un premier temps de mieux comprendre comment s'élabore la qualité globale du raisin, à travers une meilleure connaissance de la mise en place des différents maturités la composant (technologique, phénolique, aromatique, sensorielle et texturale). Dans une perspective plus lointaine, à travers l'extension de l'application de ces connaissances acquises sur d'autres terroirs et d'autres variétés, nous pourrions envisager le développement d'outils de mesure, en lien avec la qualité, non destructifs, plus performants et directement utilisables à la parcelle afin d'aider les professionnels de la filière à une meilleure détermination de la maturité optimale des raisins.

Collaborations

INRA Angers UEVV ; IFVV Angers et Tours ; INRA-AgroParisTech ; ENITA Clermont Ferrand.

Bibliographie

- Le Moigne M., Symoneaux R., Jourjon F. 2007. Evaluation sensorielle de baies de raisin de cabernet franc : suivi de maturité. *Revue des Œnologues*, N°122, 49-52 - Janvier 2007.
- 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, 220-231.

Thèse en cours

Le Moigne M. : « Recherche de mesures innovantes pour suivre la qualité du raisin de Cabernet Franc pendant sa maturation ». Thèse de doctorat de l'Université d'Angers, financement Région Pays de la Loire, soutenance prévue en avril 2008.

Contact

Frédérique Jourjon - UMT Vinitera, Laboratoire GRAPPE, Groupe ESA - 55 Rue Rabelais – BP 30748 – 49007 Angers cedex 01, France – e-mail : f.jourjon@groupe-esa.com



Etude des facteurs de variabilité de la texture du fruit.

Objectifs

Notre équipe travaille sur la mise au point des méthodes de mesure objectives et fiables permettant d'appréhender les différentes facettes de la qualité des fruits (qualité gustative, nutritionnelle et fonctionnelle) et d'étudier leur variabilité, ainsi que leur évolution tout au long de leur itinéraire technique (depuis la récolte, stockage, transformation, jusqu'au consommateur).

Contexte

L'une des principales difficultés dans l'appréhension de la qualité d'un lot de fruits et dans la définition des cahiers de charges est leur variabilité selon la saison, la variété, les stades de maturité, itinéraires techniques etc. Même au sein d'un même fruit son anisotropie peut se révéler significative et doit être prise en compte lors des analyses. Ainsi les travaux réalisés dans le cadre du post-doctorat de Stéphanie Prigent visaient à étudier la variabilité de la texture du fruit en fonction de

son ensoleillement à des échelles différentes : moléculaire, microscopique et macroscopique. Elle a démontré que les faces ensoleillées des pommes, notées comme plus fermes par des juges experts, ont en effet une résistance plus importante et les coupes histologiques de leurs tissus montrent des cellules de plus petite taille et plus nombreuses. Elle a également émis des hypothèses sur le rôle des parois cellulaires et leurs composants dans le maintien de la texture des fruits. Ces hypothèses ont été d'avantage explorées dans le cadre de la thèse de Ludivine Billy qui a testé l'influence du stockage prolongé sur l'apparition de la farinosité dans les pommes et le lien avec la composition des parois cellulaires. Le post-doctorat et la thèse ont été financé par la région Pays de Loire dans le cadre du CER Qualité des fruits.

Résultats

Pour doser la teneur en acide galacturonique et en oses neutres totaux présents dans les pectines solubles et insolubles des parois végétales, 192 mesures sur 2 variétés de pommes (Golden et Fuji) à 8 dates de stockage, sont réalisées. Ces analyses ont montré que l'apparition de la farinosité, qui ne peut être mesuré qu'avec analyse sensorielle, associé jusqu'à présent à la taille, à la forme et à l'adhérence des cellules, ainsi qu'à la quantité de l'air dans l'espace intercellulaire, peut également être associé à la solubilisation et à la dépolymérisation des pectines.

La figure 1 illustre ces relations en montrant l'évolution de la farinosité, mesurée par le panel sensoriel expert du laboratoire GRAPPE, en parallèle de celle de la solubilisation des pectines (AG PS) et de la perte en oses neutres des matières insolubles à l'alcool (ONT MIA) au cours des 8 semaines de conservation des pommes.

Le rôle des pectines, dans la cohésion des tissus et la structure des parois, semble aussi avoir été confirmé (Ludivine et *al.*, 2008). Ce travail est poursuivi dans le cadre du projet régional COSAVE.

Collaborations scientifiques

INRA, ENITIAA Nantes, IUT Angers, INH Angers.

Bibliographie

Au bilan de l'année 2007 il faut souligner : 1 thèse soutenue avec 2 publications acceptées, dont une dans le journal de référence sur la qualité des fruits *Postharvest Biology and Technology* (impact factor : 1.892), un travail de post-doctorat (S. Prigent) terminé.

■ Billy L. Etude de la libération et de la perception des arômes de la pomme par des techniques instrumentales et sensorielles : influence de la composition moléculaire et des modifications en bouche. Thèse en Sciences des aliments, soutenue le 12 décembre 2007.

■ Prigent S. Relation entre la texture de la pomme, sa structure cellulaire et ses constituants biochimiques. Rapport du Post-doctorat rédigé en juillet 2007.

■ Billy L., Mehinagic E., Royer G., Renard C., Arvisenet G., Prost C., Jourjon F. 2008. Relationship between texture and pectin composition of two apple cultivars during storage. *Postharvest biology and technology*. 47(3), 315-324.

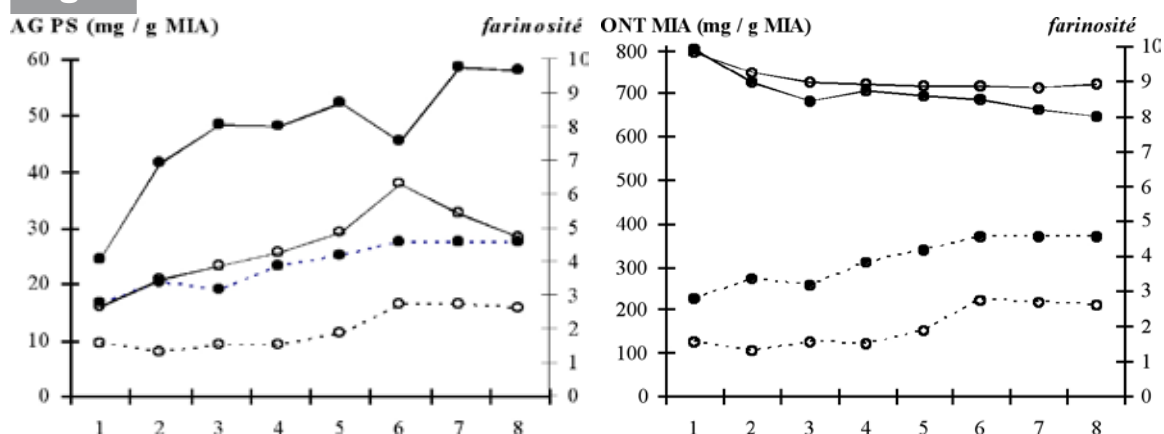
Contact

Frédérique Jourjon

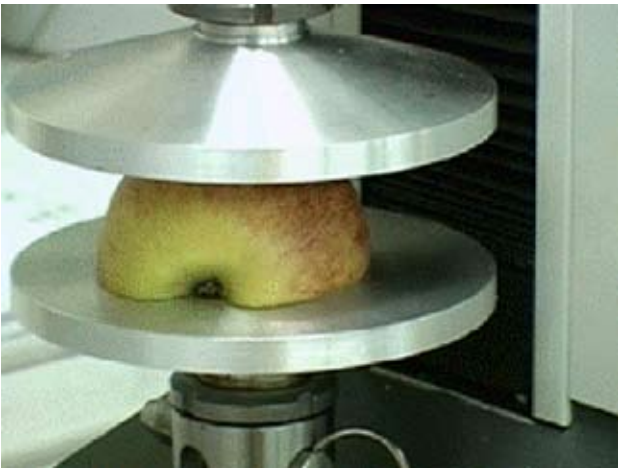
Laboratoire GRAPPE, Groupe ESA

55 Rue Rabelais – BP 30748 – 49007 Angers
cedex 01, France - f.jourjon@groupe-esa.com

Fig. 1



Evolution de la farinosité (--) et de la teneur en acide galacturonique des pectines solubles (- AG PS) (a) et de la teneur en oses neutres totaux de la matière insoluble à l'alcool (- ONT MIA) (b) au cours des 8 semaines de conservation à +20°C des pommes Fuji (o) et Golden Delicious (•).



Mesure des propriétés mécaniques des fruits par pénétrométrie

Préservation des propriétés nutritionnelles et sensorielles des pommes au cours de la transformation.

Objectifs

L'objectif du projet est de tester, d'une part, l'aptitude des différentes variétés de pommes du Val de Loire à résister aux différents procédés de transformation, et d'autre part, d'étudier l'évolution de certains composés nutritionnellement intéressants (polyphénols, fibres) au cours de ces procédés.

Contexte

Le travail sur l'impact du process sur la qualité des fruits est récent au laboratoire et fût démarré dans le cadre de la thèse de Muriel Colin qui a travaillé sur les fruits 4^e gamme et les purées de pommes. Elle a démontré que les compositions en fibres et en polyphénols ne sont pas modifiées par le process 4^e gamme, dont l'inconvénient reste la faible durée de vie du produit. A l'inverse la compote est un produit stable et de longue durée de conservation, dont le procédé de fabrication a un impact sur les 2 types de composés étudiés (solubilisation des pectines et dégradation des polyphénols à certains stades de fabrication). Ce premier travail est poursuivi dans le cadre du projet Nutripomme, labellisé par le pôle Végepolys, et réalisé en collaboration avec différents acteurs de la filière Fruits et Légumes (CEFL du Bassin Val de Loire, SICA Transfofruits, Rosé des champs, Vergers du Chateaubourg, Vaslin Bucher). La région Pays de Loire a permis de financer une thèse (E. Bourles) et un post-doctorat (S. Franquin) dans ce cadre là.

Résultats

Dix variétés de pommes cultivées dans le Val de Loire (Golden, Belchard, Canada grise, Braeburn, Cripps Pink, Ariane, Granny, Caméo, Fuji, Royal Gala) ont été

testées selon leur aptitude à résister à deux process : 5e gamme et fruits en morceaux. Les différents paramètres mécaniques des pommes et de produits dérivés ont été analysés à l'aide de la machine de traction universelle (MTS Universal, Synergie 200 H) par la pénétrométrie (figure 1), la double compression et la compression par extrusion. Leur cinétique de brunissement à la découpe a également été suivie et leur teneur en sucres solubles et acide malique mesurée sur des fruits frais.

Les différents résultats obtenus lors de cette première année d'étude nous ont servi à sélectionner les variétés de pommes les plus aptes à la transformation : Royal Gala, Cripps Pink, Braeburn et Ariane. Ces variétés ont une bonne tenue à la cuisson et un brunissement modéré après la découpe. De plus leur équilibre sucres/ acides correspond aux cahiers de charges requis pour ces produits. La variété Granny, considérée au départ par des industriels comme une variété apte à la transformation, s'est avérée non adaptée pour ces 2 procédés. En effet, malgré une fermeté initiale élevée, la texture de ce fruit se dégrade au cours de la cuisson ne répondant plus aux cahiers de charges.

Perspectives

Pour la suite de ce projet nous allons étudier, pour les variétés retenues, l'impact de ces 2 procédés sur certains composés nutritionnellement intéressants (polyphénols, fibres). Ce suivi sera réalisé sur des fruits fraîchement récoltés et fruits qui auront subis le stockage prolongé. Parallèlement à ce travail, une étude portant sur la mise au point d'un nouveau process de fabrication du jus avec l'objectif de préserver d'avantage des propriétés nutritionnelles des fruits et notamment leur teneur en polyphénols a démarrée.

Collaborations

INRA, Fac de pharmacie (labo SONAS), Université d'Angers

Valorisation

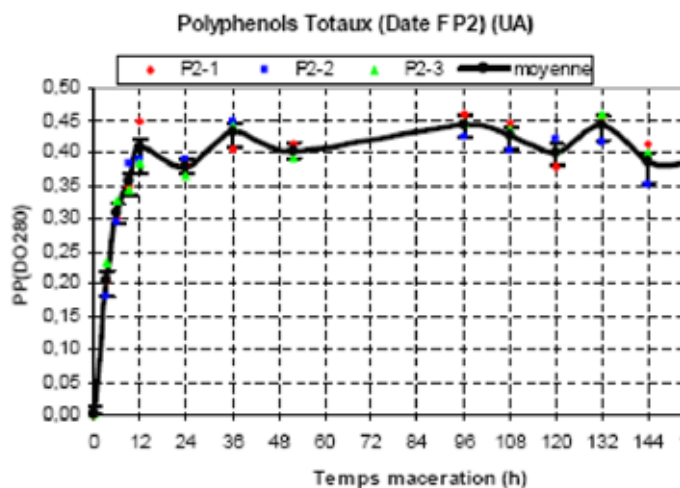
Utilisation par des industriels (Vergers de Chateaubourg et Rosé des champs) des variétés aptes à la transformation. Meilleure connaissance des caractéristiques physico-chimiques des fruits de la région.

Bibliographie

■ Colin-Henrion M., Cuvelier G., Renard C., 2007. *Texture of pureed fruit and vegetable foods. Stewart Postharvest Review*, 5.

Contact

Frédérique Jourjon - Laboratoire GRAPPE, Groupe ESA - 55 Rue Rabelais – BP 30748 – 49007 Angers cedex 01, France - f.jourjon@groupe-esa.com



Cinétique d'extraction des composés phénoliques du raisin après macération en solution modèle

Relations entre texture, analyse sensorielle et extractibilité des composés phénoliques des baies de raisin : contribution à la définition d'un nouvel indice de maturité pour l'élaboration de vins de qualité.

Contexte et Objectifs

Nous avons pu démontrer que l'analyse de la texture semblait être un outil intéressant pour le suivi de maturité des raisins. En effet la texture de la pellicule du raisin et en particulier son élasticité joueraient vraisemblablement un rôle important dans l'extractibilité des composés phénoliques au cours des macérations (Figure 1) et aurait donc un impact non négligeable sur la qualité finale du vin. Les premiers résultats sur le Cabernet Franc obtenus au sein de notre laboratoire, ont déjà montré qu'au cours de l'évolution du raisin, la texture évoluait en fonction des stades de maturité mais également du type de parcelle. Nous avons également pu démontrer qu'il existait des corrélations entre certains paramètres de texture (pression, pente, cohésion) et des descripteurs sensoriels (résistance au toucher, fermeté en bouche et dilacération de la pellicule).

Démarches et Perspectives

A travers la mise en place d'un travail de thèse à partir de septembre 2007 (Mlle Imen Zouid, financement Région Pays de la Loire) ainsi que d'un post-doctorat à la fin de la même année (Mlle Hend Letaïef, financement Région Pays de la Loire), nous validerons de façon définitive l'emploi des paramètres texturaux et sensoriels en tant qu'indicateurs de la maturité optimale du raisin en adéquation avec une observation de la conservation de la qualité initiale (potentiel phénolique) au cours du processus de vinification. L'objectif final de ce travail, à plus ou moins court terme, est de mettre en place un nouvel indice de maturité pour l'élaboration de vins de qualité prenant en compte les paramètres précédemment cités et de transférer son utilisation sur d'autres variétés rouges et blanches.

Collaborations

INRA Angers UVV, IFVV Angers et Tours, INRA - AgroParisTech, Université de Turin

Bibliographie

- Le Moigne M, Symoneaux R., Jourjon F. 2007. Caratterizzazione sensoriale di acini d'uva di cabernet franc durante la maturità. L'Assaggio 17, 31-35 -Primavera 2007.
- Maury C., Le Moigne M., Siret R., Jourjon F. 2007. Etude de la texture des baies de cabernet franc et de la composition phénolique des pellicules pour le suivi de maturité. VIIIème Symposium International d'œnologie, 25-27 juin 2007- Bordeaux.
- Le Moigne M, Dufour E., Maury C., Bertrand D., Jourjon F. 2007. Front face fluorescence spectroscopy coupled with chemometrics as a tool for following maturity of Cabernet Franc grapes. In *Vino Analytica Scientia*, 2007, 2 2-25 July, Australia.

Contact

René Siret

UMT Vinitera, Laboratoire GRAPPE, Groupe ESA - 55 Rue Rabelais - BP 30748 - 49007 Angers cedex 01, France
e-mail : r.siret@groupe-esa.com



Publications

Revues scientifiques à comité de lecture

- Colin-Henrion M., Cuvelier G., Renard C. 2007. Texture of pureed fruit and vegetable foods, *Stewart Postharvest Review*, 5 (revue électronique).
- Moreau-Valancogne P., Coste F., Vandewalle P., Wagner M.H., Ladonne F. et Crozat Y. 2007. Modelling the effects of microclimate on bean seed desiccation rate and seed storage ability. *Annals of Applied Biology*, 150, 41-51.
- Perrin L., Symoneaux R., Maître I., Asselin C., Jourjon F., Pages J. 2007. Comparison between a free profiling carried out by wine professionals and a conventional profiling. *American Journal of Enology and Viticulture*, 58(4), 508-517.

Revues techniques

- Le Moigne M., Symoneaux R., Jourjon F. 2007. Evaluation sensorielle de baies de raisin de cabernet franc : suivi de maturité. *Revue des Œnologues*, N°122, 49-52, Janvier 2007.
- Le Moigne M., Symoneaux R., Jourjon F. 2007. Caratterizzazione sensoriale di acini d'uva di cabernet franc durante la maturità. *L'ASSAGGIO*, 17, 31-35, PRIMAVERA 2007.
- Le Moigne M., Symoneaux R., Jourjon F. 2007. Analyse sensorielle des baies de raisin de cabernet franc du Val de Loire pour le suivi de maturité. *Le Vigneron du Val de Loire*, N°263, 26 juillet 2007.
- Perrin L., Jourjon F., Symoneaux R., Asselin C., Pages J. 2007. Profili convenzionali dei vini e profili liberi realizzati da professionisti a confronto. *L'ASSAGGIO*, 18, 29-32, ESTATE 2007.
- Perrin L., Symoneaux R., Maître I., Asselin C., Jourjon F., & Pages J. 2007. Comparaison entre un profil libre de vins réalisés par des professionnels et un profil conventionnel. *Revue Française d'œnologie*, N°226.
- Symoneaux R., Thibault C., Jourjon F. 2007. Les études sensorielles et hédoniques pour mieux comprendre l'avis

des consommateurs. Deux études de cas : Chinon et rosés du Val de Loire. *Revue des Œnologues*, N°122, Janvier 2007.

Communications colloques et congrès

- Colin M., Renard CMG., Rahali V., Richomme P., Jourjon F. 2007. From apple to applesauce : processing effect on dietary fibres and cell-wall polysaccharides - *XIth Cell Wall*, Copenhagen, août 2007 (communication orale).
- Jourjon F., Maury C., Le Moigne M., Khaldi S., Siret R., Symoneaux R. 2007. Intérêt de la texture des baies comme indicateur de la maturité des raisins. *XXXth OIV World Congress*, 10-16 juin 2007, Budapest, Hungary (communication orale et texte écrit dans les actes).
- Le Moigne M., Maury C., Symoneaux R., Siret R., Bertrand D., Jourjon F. 2007. Prediction of maturity and rheological properties of Cabernet franc grapes using sensory analysis, compression and VisNIR spectroscopy. *VIII^{ème} Symposium International d'œnologie* - 25-27 juin 2007, Bordeaux (communication orale).
- Le Moigne M., Symoneaux R., Jourjon F. 2007. How to follow grape maturity for wine professionals with a seasonal judge training ? *7th Pangborn Sensory Science Symposium* - 12-16 august 2007, Minneapolis, MN, USA (communication orale).
- Le Moigne M., Dufour E., Maury C., Bertrand D., Jourjon F. 2007. Front face fluorescence spectroscopy coupled with chemometrics as a tool for following maturity of Cabernet Franc grapes. *In Vino Analytica Scientia*, 2007, 22-25 july, Australia. (communication orale).
- Le Moigne M., Maury C., Symoneaux R., Bertrand D., Jourjon F. 2007. Relationships between sensory analysis and visible near infrared spectroscopy on Cabernet Franc grapes during ripening. *In Vino Analytica Scientia*, 2007, 22-25

july, Australia. (poster; awarded with the 3rd Price).

- Maury C., Le Moigne M., Siret R., Jourjon F. 2007. Etude de la texture des baies de cabernet franc et de la composition phénolique des pellicules pour le suivi de maturité. *VIII^{ème} Symposium International d'œnologie* - 25-27 juin 2007- Bordeaux (poster).
- Maury C., Le Moigne M., Souquet J.M., Siret R., Jourjon F. 2007. Link between texture, polyphenol composition and extraction of Cabernet franc grapes during ripening. *In Vino Analytica Scientia* 2007, 22-25 juillet, Melbourne. Australia. (communication orale).
- Perrin L., Symoneaux R., Lê S., Jourjon F. & Pages J. 2007. Wine Napping® : reliability of a sensory approach for a rapid and global characterisation. *2nd Summer Program In Sensory Evaluation*, 26-27 July. HoChiMinhCity (communication orale).
- Perrin L., Symoneaux R., Maître I., Asselin C., Pages J., Jourjon F. 2007. Apport des méthodes spontanées pour l'analyse sensorielle des vins. *XXXth OIV World Congress*, 10-16 juin 2007, Budapest, Hungary (poster).
- Perrin L., Symoneaux R., Maître I., Jourjon F., Pages J. 2007. Is Napping® reliable ? An experiment applied to twelve wines from Loire Valley. *Pangborn Sensory Science Symposium*. 12-16 August 2007. Minneapolis. USA (poster).
- Perrin L., Symoneaux R., Maître I., Asselin C., Jourjon F., Pages J. 2007. Napping® of white wines from Middle Loire Valley: a spontaneous sensory method for wine professionals. *VIII^{ème} Symposium International d'œnologie* - 25-27 juin 2007- Bordeaux (poster).
- Perrin L., Symoneaux R., Maître I., Asselin C., Pages J., Jourjon F. 2007. Napping® : a spontaneous method to determine the relative importance of various factors on sensory properties. *In Vino Analytica Scientia*, 2007, 22-25 juillet, Melbourne. Australia (communication orale).
- Wilson D. Parker E., Melnick M., 2007. The Concept of Terroir as the

Cornerstone of a European Marketing Strategy : Implications from Wine Consumer Research. *Bacchus at Brock* - CANADA, June 7-9, 2007 (communication orale).

■ Wilson D. 2007. Identifying Successful Marketing Practices for Wine Packaging Innovations. XXXth OIV World Congress, 10-16 juin 2007, Budapest, Hungary (Communication orale).

■ Jourjon F., Mehinagic E., Camps C., Guillermin P., Bertrand D., Laurens F., Barbeau G., Renard C., Vigouroux B. (ESA-GRAPPE - UMT VINITERA - INH - UMR Sagah, INRA - ENITIAA, UMR GenHort, UEVW INRA-UMT Vinitera, INRA-URC, Université d'Angers-LISA. Différentes approches de la mesure de la texture des pommes et raisins. *Colloque CER 2000-2006* - 29 et 30 novembre 2007 à Angers (communication orale).

■ Symoneaux R., Le Moigne, Mehinagic E., Patron C., Perrin L., Jourjon F. Méthodologies d'analyses sensorielle appliquées aux pommes et raisins. *Colloque CER 2000-2006* - 29 et 30 novembre 2007 à Angers (communication orale).

■ Bertrand D., Guillermin P., Camps C., Le Moigne M., Jourjon F. (ENITIAA, INH - UMR Sagah, ESA GRAPPE - UMT VINITERA). Contrôle non destructif de la qualité sur fruits entiers (pommes et raisins) par spectroscopie visible et proche infrarouge. *Colloque CER 2000-2006* - 29 et 30 novembre 2007 à Angers (communication orale).

■ Billy L., Royer G., Jourjon F. Relation between apple biochemical composition and texture. *Colloque CER 2000-2006* - 29 et 30 novembre 2007 à Angers (poster).

■ Mehinagic E., Royer G., Symoneaux R., Jourjon F. How to predict apple eatign by instrumental measurements ? *Colloque CER 2000-2006* - 29 et 30 novembre 2007 à Angers (poster).

■ Le Moigne M., Maury C., Bertrand D., Jourjon F. Sensory and instrumental characterisation of Cabernet Franc grapes according to maturation stages and growing location. *Colloque CER 2000-2006* - 29 et 30 novembre 2007 à Angers (poster).

■ Symoneaux R., Perrin L., Asselin C., Maître I., Pages J., & Jourjon F. 2007. Méthodologie d'analyse sensorielle appli-

quée à la filière vin. *Colloque EUROVITI* - 24-25 janvier, Angers, France. (communication orale + texte intégral).

■ Wilson D. Effet terroir et marchés : les attributs communicables du concept de Terroir ». *VINELINK* - PARIS, 13 mars 2007.

■ Jourjon F. Intérêt de la mesure de la texture des baies comme indicateurs de maturité des raisins : relation avec l'analyse sensorielle. *Colloque EUROVITI*, 18 janvier 2007, SIVAL - Angers.

■ G. Arvisenet, Billy L., Prost C. (ENITIAA, ENITIAA - ESA GRAPPE). Mesure de la libération de composés volatils de pommes par une bouche artificielle. *Colloque CER 2000-2006* - 29 et 30 novembre 2007 à Angers (communication courte).

■ Coureau C., Mehinagic E., Symoneaux R., Vandewalle P., Jourjon F. (CTIFL La Morinière, ESA GRAPPE). Potentialités des nouveaux outils non destructifs comme compléments aux mesures traditionnelles de qualité des fruits – II Sonométrie. *Colloque CER 2000-2006* - 29 et 30 novembre 2007 à Angers (communication courte).

■ Mehinagic E. La sonométrie, pour quels usages et quelles perspectives de développement ? *Colloque CER 2000-2006* - 29 et 30 novembre 2007 à Angers (démonstration).

Mémoires de thèses

■ Madieta E. Contribution à l'étude des propriétés optiques et mécaniques des tissus biologiques. Application à la caractérisation des fruits. Thèse de Physique, Université d'Angers, soutenue le 16 février 2007.

■ Billy L. Etude de la libération et de la perception des arômes de la pomme par des techniques instrumentales et sensorielles : influence de la composition moléculaire et des modifications en bouche. Thèse en Sciences des aliments, soutenue le 12 décembre 2007.

Mémoires de stages

■ Settachaimongkon Sam - Groupe ESA - Stage Mémoire de fin d'études - Master 2 VINTAGE : « Evolution des teneurs en composés phénoliques du raisin de Cabernet Franc: recherche

d'un lien entre la structure de la pectine et le potentiel d'extractibilité ».

■ Melinick Matias - Groupe ESA - Stage Mémoire de fin d'études - Master 2 VINTAGE : "Evaluating the involvement measure for the marketing implications of wine consumers's perception of terroir".

■ Parker Ewan - Groupe ESA - Stage Mémoire de fin d'études - Master 2 VINTAGE : "Marketing implications for consumer comprehension of terroir and typicity".

■ Zhang Li-Min - Groupe ESA - Stage Mémoire de fin d'études - Master 2 VINTAGE : « Evolution des teneurs en resveratrol des raisins de cabernet franc ».

■ Saadna Ida - Université François Rabelais, Tours. Master 2 professionnel : « Goût et Innovation en Agroindustries, caractérisation sensorielle de variétés de tomates ».

■ Briceag Ilie Daniel - Université des Sciences Agricoles et de Médecine Vétérinaire de Bucarest - Stage de 4^{ème} année : « Etude des composés phénoliques du Cabernet Franc par HPLC ».

■ Adam Priscilla - Groupe ESA - Stage Ingénieur 4^{ème} année : « Mise au point d'une mesure de texture de la mâche pour le Comité Economique Agricole Fruits et Légumes du Bassin Val de Loire et le Comité Départemental de Développement Maraîcher ».

■ Vincent Hélène - INAPG Nutrition - Stage de fin d'études - « Analyse des qualités nutritionnelles de compotes ».

■ Liebault Sophie - Groupe ESA - Stage facultatif 4^{ème} année - : « Automatisation de l'analyse des fibres ».

■ Fameau Anne-Laure - ENITIAA Ingénieur 2^{ème} année : « Analyse des pectines de pommes et recherche de débouchés de valorisations possibles ».

■ Meyer Sébastien - Université d'Angers - Master 2 Recherche Ingénierie Mathématiques : « Exploitation de la base de données Pomme par traitements Statistiques ».



Rubrique libre

Reconduction de l'agrément Production Fruitière Intégrée pour la 7^e année consécutive.

L'Unité Expérimentale réalise la quasi-totalité de ses essais dans le cadre du cahier des charges **production fruitière intégrée (PFI)**.

La PFI est une production économique de fruits de hautes qualités donnant la priorité aux méthodes écologiquement plus sûres, minimisant les effets secondaires indésirables et l'utilisation de produits phytopharmaceutiques, afin d'améliorer la sécurité de l'environnement et la sécurité sanitaire des aliments. Ainsi, l'U.E. a mis en œuvre une stratégie visant à raisonner l'irrigation, la fertilisation, les traitements phytosanitaires et à intégrer les facteurs environnementaux.

La décision concernant les traitements est raisonnée et répond à des protocoles (définis par l'OILB – Organisation Internationale de Lutte Biologique) d'observations des ravageurs des cultures et de leurs prédateurs. Les matières actives utilisées et les séquences d'application sont destinées à cibler le plus spécifiquement les ravageurs et à limiter l'émergence de résistances aux spécialités phytosanitaires. Le recours à la lutte biologique est réalisé le plus souvent possible.

La PFI implique également la mise en place d'éléments de **traçabilité, de métrologie, d'organisation et de formalisation du travail**.

Dans le cadre de cette démarche PFI, l'UE fait réaliser depuis 2003 des analyses de résidus de produits phytosanitaires sur fruits par un laboratoire agréé indépendant. L'objectif de ces analyses est de démontrer via le produit final qu'un itinéraire technique phytosanitaire raisonné a été respecté. Les résultats de ces analyses ont toujours été très satisfaisants. Ainsi en 2007, 3 matières actives ont été détectées dans des limites 50 à 100 fois inférieures aux limites maximales en résidus définies par la réglementation française.

Mise en place de l'opération maîtrise des risques

L'UE s'est engagée en 2007 dans une opération initiée au niveau nationale par l'INRA intitulée «Maîtrise des risques dans les UE». Déclinée au niveau de l'UE, cette démarche a pour double objectif de diminuer l'occurrence et la gravité des AT et des maladies professionnelles, et de mettre en place une véritable culture de prévention.

Un diagnostic a donc été initié en 2007 par la Société PRAXO Aquitaine. Ce diagnostic repose sur l'analyse ergonomique des conditions d'exposition aux risques : Il est global, l'ergonome ne dissociant pas la santé et la sécurité du fonctionnement de l'Unité et il est participatif au travers de la mise en œuvre de groupe de travail et d'une «Formation Action» concernant l'analyse ergonomique des situations de travail.

Les premiers éléments de ce diagnostic nous ont amené à développer le projet vers deux thématiques spécifiques : les risques différés (maladies professionnelles), et l'accompagnement de la réflexion de l'Unité pour la conception d'une nouvelle plate-forme phytosanitaire sur le site de la Rétuzière.

Les conclusions finales de cet audit et la mise en place d'un plan d'actions, seront réalisées en 2008.

Accueil d'un stagiaire

L'UE a accueilli en 2007/2008, pour une durée de 8 mois, Monsieur Hamdane Moumen, Ingénieur d'état au service de production de l'Institut Technique de l'Arboriculture fruitière et de la vigne d'Alger, dans le cadre d'une spécialisation en arboriculture fruitière. L'objectif de ce stage, se déroulant sur la quasi-totalité d'un cycle végétatif, est de permettre de découvrir l'itinéraire technique mis en œuvre dans des vergers d'expérimentations ou de productions, de la plantation des arbres jusqu'à la récolte des fruits, avec toutes les étapes intermédiaires, incluant la conduite des arbres, le suivi des bio-agresseurs et des auxiliaires, la mise en œuvre de la réglementation phytosanitaire nationale etc.



Rubrique libre

Actualités

Comme chaque année le domaine pédagogique et expérimental a accueilli plus d'une centaine d'essais dans ses installations expérimentales dont les trois-quarts sont réalisés par les UMR GENHORT, SAGAH, PMS, PaVé et pour la première fois cette année UMR Bio3P.

Le domaine pédagogique et expérimental héberge également des contrats de R&D pour des partenaires extérieurs :

- Programme ITK en collaboration avec l'Astredhor (cf. rapport scientifique 2006) : Il s'agit de l'application de la technique de microbouturage aux arbres d'alignements, confirmation des résultats de 2006. Expert scientifique : Gilles Galopin MCF INH département STPH et UMR SAGAH

- Développement différentiel du FORC (*Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*) entre un substrat de référence et un substrat à base de bois défilbré (Hortifibre®) en collaboration avec l'entreprise Florentaise : Après l'inoculation du champignon, il s'agit de mesurer les performances agronomiques et les symptômes de la maladie sur une culture de concombre avec les deux modalités de substrat. Les résultats seront communiqués en 2008. Expert scientifique : Michel Tharaud MCF INH département Sciences Biologiques et UMR PaVé

- 4 autres programmes confidentiels : 2 en agronomie horticoles et 2 en technologie du végétal. Ces deux derniers ont été réalisés avec le soutien d'Angers Technopôle.

- 1 Essai inter laboratoires dans le cadre de la mise au point de la norme U44C sur les composts. Expert scientifique : Philippe Morel IE UMR SAGAH

Illustrations de l'essai FORC

En 2007 le domaine pédagogique et expérimental a loué ses services (suivi cultural et surface de serre) à des partenaires extérieurs : SNES GEVES, FREDON Pays de la Loire, SRPV Pays de la Loire, ITEPMAL et Fleuron d'Anjou.

Accueil de stagiaire

Thomas Bertho, Etudiants de l'Institut des Sciences et Techniques de l'Ingénieur d'Angers en Master 1er année Ingénierie Automatique & Informatique d'Entreprise, sujet de stage sur la migration d'un logiciel de vérification sur une technologie embarquée, 3 mois (cf. mémoire).

Publication du domaine pédagogique et expérimental de l'INH en 2007

■ Rémi Gardet, Jérémie Garnier, Thomas Bertho, Rousseau Tawegoum et Gérard Sintès 2007. Vérification automatique de sondes de pilotage d'enceintes climatiques, *les Cahiers techniques de l'INRA*, p.44-66.

■ Rémi Gardet, Dominique Liger, Nicolas Dousset, Catherine Caldumbide, Cécile 2007. La protection biologique intégrée appliquée à des serres de recherche, exemple des serres de l'Institut National d'Horticulture, poster, *les Rencontres du Végétal*, 16 et 17 janvier 2007.

■ Bertho, Thomas, MASTER 1er année IAIE ISTIA, Migration vers une plateforme NI et stabilisation du logiciel Climax.

Contact

Rémi Gardet - Responsable du domaine pédagogique et expérimental - INH - 2, rue Le Nôtre - 49000 Angers cedex
Tel 02 41 22 54 65 / e-mail Remi.Gardet@inh.fr



Essai Forc vue de l'essai (RG, INH)



Symptôme de la feuille en parapluie caractéristique du FORC (RG, 2007)



Enracinement d'un pain de culture Hortifibre® après 100 jours de culture (RG, INH)

Rubrique libre

Organisation d'un Workshop ISTA sur les Essais de Teneur en eau, Pureté et Germination du 8 au 12 Octobre 2007 à Angers



La SNES en tant que Station accréditée par l'ISTA a une grande expérience dans l'organisation de Workshops internationaux. Plusieurs ingénieurs de la Station étant directement impliqués en tant que président, vice-président ou membre des comités techniques de l'ISTA sur ces essais et l'organisation de Workshop faisant partie intégrante des objectifs triennaux des comités, la SNES a proposé d'organiser un Workshop sur ces 3 types d'essais.

Ce Workshop a réuni 33 participants provenant de 20 pays différents. Il a combiné des présentations orales ainsi que des sessions pratiques portant sur les principaux tests de teneur en eau, pureté et germination décrits dans les règles de l'ISTA.

Le premier jour fut consacré à la Teneur en Eau, les 2 jours suivants à la Pureté et les 2 derniers jours à la Germination. 6 intervenants extérieurs étaient invités et ont participé à la préparation et à l'animation des sessions

Ce Workshop a contribué à la formation ainsi qu'à la standardisation des méthodes qui sont parmi les objectifs principaux de l'ISTA.

L'impact de cet événement est international puisqu'il permet de faire reconnaître la compétence de la SNES dans l'organisation de ces Workshops. Il montre la capacité de la SNES à organiser de façon régulière ce type d'évènement. Il permet de faire connaître au niveau international la qualification du pôle angevin

Comité Local d'organisation : Bénédicte Brangeon, Sylvie Ducournau, Joël Léchappé, Maria Rosaria Mannino,

Contact : joel.lechappe@geves.fr



Publications

Publications scientifiques

- Mériaux B., Wagner M. H., Ducoumau S., Ladonne Fabienne, Fougereux J. A. 2007. Using sodium chloride saturated solution to standardize accelerated ageing test for wheat seeds. *Seed Science and Technology*, 35 (3), 722-732.
- Moreau-Valencogne P., Coste F., Vandewalle P., Wagner M.H., Ladonne F., Crozat Y. 2007. Modelling the effects of microclimate on bean seed desiccation rate and seed storage ability. *Annals of Applied Biology*, 150 (1): 41-51.
- Kerkoud, M., Esquibet, M., Plantard, O., Avrillon, M., Guimier, C., Franck, M., Léchappé J. and Mathis R. 2007. Identification of *Ditylenchus* species associated to Fabaceae seeds based on Specific Polymerase Chain Reaction of Ribosomal DNA-ITS Region. *European Journal of Plant Pathology*, 118: 323-332.
- Combiér J.P., Vernié T., de Billy F., El Yahyaoui F., Mathis R. and Gamas P. 2007. The MtMPLI early nodulin is a novel member of the matrix metalloendoproteinase family with a role in *Medicago truncatula* infection by *Sinorhizobium meliloti*. *Plant Physiology*, 144:703-716.
- Grimault V., Helleboid S., Vasseur J. and Hilber J.L. 2007. Co-Localization of β -1,3-Glucanases and Callose During Somatic Embryogenesis in *Cichorium*. *Plant signalling and Behaviour*, 2 (7): 455-461.

Publications techniques

- Wagner M.H. and Ducoumau S. 2007. Conductivity testing for oilseed rape seeds. *Seed Testing International*, 133: 40-41.
- Léchappé J. 2007. « Revision of Chapter 17- Background information », *Seed Testing International - ISTA News Bulletin* N°133-April 2007.

Communications congrès

Nationaux

- Mathis R., Porcher L., Grimault V., Andro C., Olivier V., Guyot L., Valette N. and Germain R. 2007. Détection de *Xanthomonas hortorum* pv *carotae* sur semences de carotte par PCR: mise au point et validation d'un protocole. Colloque Végétal et Semences CER 2000-2006, Angers 29-30 novembre 2007.
- Mathis R., Porcher L., Guimier C., Olivier V., Guyot L., Valette N., Serandat I., Avrillon M., Grimault V. et Léchappé J. 2007. Application de la PCR dans l'analyse de la qualité sanitaire des semences à la SNES. 4^{èmes} Rencontre du Végétal, Angers, 16-17 janvier 2007.
- Mathis R. et Grimault V. 2007. Utilisation de la

Biologie Moléculaire pour analyser la qualité sanitaire des semences : méthodes développées à la SNES (tomate, luzerne, choux, carotte, mâche). Journées d'information des laboratoires d'analyse de la qualité des semences, 7-8 novembre 2007.

■ Grimault V., Girault, C., Aligon, S., Herbert O. and Molinero-Demilly V. 2007. Évaluation et optimisation du test français de résistance au nématode à kystes, des variétés de crucifères fourragères (moutarde blanche et radis fourrager). Séminaire CTPS 25 Avril 2007, Paris, France.

■ Ducoumau S., Mériaux B., Garreau P., Mallet L., Wagner M.H., Léchappé J. 2007. Amélioration des méthodes de levée de dormance des semences de céréales. Colloque Végétal et Semences - CER 2000-2006, 29-30 novembre 2007, Angers (comm. orale).

■ Ducoumau S., Wagner M.H., Mériaux B., Benamar A. 2007. Mise au point, amélioration et standardisation de méthodes d'analyse de la qualité germinative des semences. Colloque Végétal et Semences - CER 2000-2006, 29-30 novembre 2007, Angers (comm. orale).

■ Wagner M.H., Binoit V., Ducoumau S. 2007. Recherche méthodologique et formation au service de la standardisation des essais de vigueur : organisation d'un workshop international. Colloque Végétal et Semences - CER 2000-2006, 29-30 novembre 2007, Angers (poster).

■ Muracciole V., Plainchault P., Bertrand D., Mannino M.R., Vigouroux B. 2007. Mise en place d'un outil automatique pour l'analyse des caractéristiques physiques des semences sèches: application aux lots de tournesols, Graines 2007, 7-8 juin 2007, Angers, France (poster).

■ Demilly D., Plainchault P., Vigouroux B., Clément A., Bertrand D., Feutry A., Dürr C., Casals M-L, Ducoumau S., Mannino M.R., Brunel S., Léchappé J. 2007. Utilisation d'acquisitions et d'analyse d'images automatisées pour déterminer des paramètres physiques et biologiques des semences, Graines 2007, 7-8 juin 2007, Angers, France (comm. orale).

■ Muracciole V., Plainchault P., Bertrand D., Mannino M. R. 2007. Development of an automated device for sorting seeds - application on sunflower seeds. 311-318, Icinco 2007, Angers (France).

■ Demilly D., Plainchault P., Vigouroux B., Bertrand D., Feutry A., Dürr C., Casals M-L, Clément A., Ducoumau S., Mannino M. R., Wagner Marie-Hélène, Muracciole V., Brunel S., Léchappé J. 2007. Analyse des semences par vision artificielle, Colloque Végétal et Semences, 29 et 30 novembre 2007, INH, Angers (France) (comm. orale).

■ Muracciole V., Plainchault P., Mannino M. R., Ber-

trand D., Vigouroux B. 2007. Analyse des semences par vision artificielle, Colloque Végétal et Semences, 29 et 30 novembre 2007, INH, Angers (France) (comm. courte orale).

■ Demilly D., Bertrand D., Casals M-L, Mannino M. R., Feutry A., Plainchault P., Ladonne F. 2007. Apport de la vision artificielle à l'analyse de la qualité de lots de semences de carotte, Colloque Végétal et Semences, 29 et 30 novembre 2007, INH, Angers (France) (poster).

■ Demilly D., Plainchault P., Vigouroux B., Bertrand D., Feutry A., Dürr C., Casals M-L, Clément A., Clain F., Ducoumau S., Mannino M.R., Wagner M.H., Muracciole V., Brunel S., Léchappé J. 2007. Analyse de semences par vision artificielle - colloque semences Novembre 2007, Angers (comm. orale).

■ Demilly D. 2007. Deux exemples d'utilisation de l'analyse d'images pour caractériser la germination des semences - colloque semences, Novembre 2007, Angers (comm. orale).

Internationaux

■ Léchappé J., Sato M., Von Kröcher U., Zecchinelli R. 2007. Accreditation Working Group - 'Proposed terms of reference - ISTA ECOM Meeting, 28th International Seed Testing Association Seed Symposium, Iguaçu Brazil, 7-9 mai 2007.

■ Léchappé J., Maxon S., Tarp G., Zecchinelli R. 2007. ISTA ECOM Working group on chapter 17- 'proposal of revision of chapter 17 - ISTA rules' - ISTA ECOM Meeting, 28th International Seed Testing Association Seed Symposium, Iguaçu Brazil, 7-9 mai 2007.

■ Léchappé J., Ducoumau S., Queyreix J.L., Soufflet P. 2007. Water retention Paper and Organic Growing Media' - ISTA Moisture, Purity, Germination Workshop, 10th October 2007, Beaucauzé, France (oral comm.).

■ Léchappé J., Don R., Ducoumau S., General discussion about Germination Aspects' Soufflet P., Queyreix J. L. 2007. Water retention Paper and Organic Growing Media'. ISTA Moisture, Purity, Germination Workshop, 12th October 2007, Beaucauzé, France (oral comm.).

■ Don R., Ducoumau S., Don R., Léchappé J. 2007. General discussion about Germination Aspects' - ISTA moisture, Purity, Germination Workshop, 12th October 2007, Beaucauzé, France (oral comm.).

■ Léchappé J. 2007. 'How to Use the ISTA Handbook for Seedling Evaluation' - ISTA Moisture, Purity, Germination Workshop, 10th October 2007, Beaucauzé, France, (oral comm.).

■ Mathis R., Porcher L., Guimier C., Wirth M., Guyot L., Valette N., Olivier V., Demilly D., Gri-

mault V. and Léchappé J. 2007. Detection of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* from tomato seeds based on bio-PCR: steps towards a new protocol. 28th International Seed Testing Association Seed Symposium, Iguacu, Brazil, 5-11 May 2007.

■ Mathis R., Cavellini L., Andro C., Tournier E., Collonnier C. 2007. Development of molecular markers linked to disease resistance genes for tomato: new assays and robustness test. CPOV 3rd meeting, Madrid 25 juin 2007.

■ Mathis R., Grimault V., Andro C., Porcher L., Olivier V., Guyot L., Valette N. and Germain R. 2007. Use of a bio-PCR method for detection of *Xanthomonas hortorum* pv. *carotae* in carrot seeds. 28th International Seed Testing Association Seed Symposium, 5-11 May 2007, Iguacu, Brazil.

■ Grimault V., Olivier V., Avrillon M., and Sérandat, I. 2007. First SHC proficiency test: *Botrytis cinerea* / sunflower seeds. SHC meeting, 28th International Seed Testing Association Seed Symposium, 5-11 May 2007, Iguacu, Brazil.

■ Grimault V., Briard M., Jacques M.A., Meriaux B., Henry M., Jacquet M., Olivier V., Guyot L., Giroult C. 2007. Setting up a glasshouse test to determine resistance of carrot varieties to *Xanthomonas hortorum* pv. *carotae*. 32nd International carrot conference, 5-7 September, Arcachon, France.

■ Demilly D., Wagner M. H., Brunel S., Dürr C. 2007. Using computer vision to analyse the relationship between physical characteristics of *Medicago truncatula* seeds and their germination and root elongation 28th International Seed Testing Association Seed Symposium, 5-11 May 2007, Iguacu, Brazil, (poster).

■ Ducoumau S., Mériaux B., Müller G., Garreau P., Mallet L., Wagner M.H., Léchappé J. 2007. Dormancy breaking improvement for cereal seeds germination testing. 28th International Seed Testing Association Seed Symposium, 5-11 May 2007, Iguacu, Brazil, (oral comm.).

■ Wagner M. H., Job C., Ducoumau S., Gâtineau M.C., Job D. 2007. Physiological quality assessment using biochemical tests involving biotinylated proteins. 28th ISTA Congress, 5-11 May 2007, Iguacu Falls, Brazil, (oral comm.).

■ Wagner M. H., Matthews S., Feutry A., Demilly D., Ducoumau S. 2007. Germination rate monitoring a useful way for seed vigour testing on maize (*Zea mays* L.) 28th International Seed Testing Association Seed Symposium, 5-11 May 2007, Iguacu Falls, Brazil, (poster).

■ Wagner M.H., 2007. Conductivity test applied to rapeseed. Results from the ISTA working group 2005. 28th International Seed Testing Association Seed Symposium 5-11 May 2007, Iguacu Falls, Brazil, (oral comm.).

■ Mannino M. R. 2007. Purity Committee meeting, ISTA Ordinary Meeting, 6 May 2007, Iguacu Falls, Brazil.

■ Mannino M. R. 2007. Purity Committee progress report, ISTA Ordinary Meeting, 10 May

2007, Iguacu Falls, Brazil.

■ Mannino M. R. 2007. Rules clarification for Purity and Other seeds determination by number; ISTA moisture, Purity, Germination Workshop, 9th October 2007, Beaucazé, France, (oral comm.).

■ Mannino M. R., Cesbron G. 2007. Lecture and practical session: PSD36, ISTA moisture, Purity, Germination Workshop, 9th October 2007, Beaucazé, France, (oral comm.).

■ Mannino M. R., Cesbron G. 2007. Lecture and practical session : PSD1, 2 and 25, ISTA moisture, Purity, Germination Workshop, 9th October 2007, Beaucazé, France, (oral comm.).

■ Mannino M. R., Hansen V., Pannetier Ph. 2007. Purity analysis of coated seeds, ISTA moisture, Purity, Germination Workshop, 9th October 2007, Beaucazé, France, (oral comm.).

■ Mannino M. R., Pannetier Ph., Préveaux Th. 2007. Assessment of pure, broken and empty seeds, ISTA moisture, Purity, Germination Workshop, 10th October 2007, Beaucazé, France, (oral comm.).

■ Mannino M. R. 2007. Development of Universal List of Species, ISTA moisture, Purity, Germination Workshop, 10th October 2007, Beaucazé, France, (oral comm.).

■ Mannino M. R., Zecchinelli R. 2007. Reporting purity and other seed determination results on an ISTA Certificate, ISTA moisture, Purity, Germination Workshop, 10th October 2007, Beaucazé, France, (oral comm.).

■ Mannino M. R. 2007. Quality Assurance in Purity analysis, ISTA moisture, Purity, Germination Workshop, 10th October 2007, Beaucazé, France, (oral comm.).

■ Muracciole V., Plainchault P., Bertrand D., Mannino M. R., Vigouroux B. 2007. Methodology for creating dedicated machine and algorithm on sunflower counting, 6761-31, Optics East, Boston (USA).

■ Mannino M. R., Neveu M., Le Corre L., Dussetour Ch. 2007. Workshop Dénombrement tournesol et soja, 8 novembre 2007, Angers (France) (comm. orale).

■ Ducoumau S., Garreau P., Léchappé J., 2007. Effect of temperature and growing media on Sunflower Germination. Germination Committee meeting, ISTA Ordinary Meeting, 5 May 2007, Iguacu Falls, Brazil, (oral comm.).

■ Ducoumau S., Gérard E., Blouin V. 2007. Germination of *Dahlia* and *Centaurea* and Seedling Evaluation. ISTA Flower Seed Testing Workshop, 6 June 2007, ENSE - Tavazzano, Italy, (oral comm.).

■ Ducoumau S., Gérard E., Blouin V. 2007. Germination of *Campanula* and *Helianthus debilis* and Seedling Evaluation. ISTA Flower Seed Testing Workshop, 7 June 2007, ENSE - Tavazzano, Italy, (oral comm.).

■ Ducoumau S. 2007. Quality assurance in germination test. ISTA Flower Seed Testing Workshop, 8 June 2007, ENSE - Tavazzano, Italy, (oral communication).

■ Ducoumau S., Moron M., Suaud R., Garreau P. 2007. Lecture and practical session: Maize Coleoptile Evaluation, ISTA moisture, Purity, Germination Workshop, 11th October 2007, Beaucazé, France, (oral communication).

■ Ducoumau S., Soufflet P., Garreau P., Le Bigot C. 2007. Lecture and practical session: Cotyledon Evaluation of Lettuce, Sunflower and Cucumber; ISTA moisture, Purity, Germination Workshop, 11th October 2007, Beaucazé, France, (oral communication).

■ Don R., Delanoue A., Tombini S. 2007. Lecture and practical session: pH and conductivity measurement of germination media. ISTA moisture, Purity, Germination Workshop, 12th October 2007, Beaucazé, France, (oral communication).

Rapports

■ Demilly D., Ducoumau S., Mannino M.R., Wagner M.H., Bertrand D., Vigouroux B., Clément A., Plainchault P., Clain F., Muracciole V., Casals M.L., Feutry A. 2007. Acquisition haut débit et analyse d'images de semences - Fait marquant - Rapport du contrat Etat Région des Pays de la Loire 2000-2006 - Programme semences, Angers.

■ Demilly D., Ducoumau S., Wagner M.H., Vigouroux B., Clément A., Plainchault P., Clain F., Feutry A., Brunel S., Dürr C. 2007. Deux exemples d'utilisation de la vision artificielle pour caractériser la germination des semences Fait marquant - Rapport du contrat Etat Région des Pays de la Loire 2000-2006 - Programme semences, Angers.

■ Arens P., Cavellini L., Rolland S., Moretti A., Van Der Schoot H., Mansilla C., Collonnier C., Smilde D., Deinum D., Mathis R., Caranta C., And Vosman B. 2007. Development and evaluation of molecular markers linked to resistance gene for tomato DUS testing (option 1a). CPOV Project (INIA, PRI, INRA, GEVES) Final Report -decembre 2007.

Rapports de stages

■ Tournier E. : 2007. « Développement de méthodes d'analyse de la qualité des semences de tomate (analyse de résistance et analyse sanitaire) ». Rapport de stage de Master II Science technologie et Santé (Université d'Angers-INH 2006-2007).

■ Delavouet F. 2007. « Mise au point d'un test de résistance de la tomate et du piment au TSWV ». Université de Paris-Sud, Magistère de Biotechnologies, 20 p.

■ Da Costa M. 2007. « Amélioration de la germination des semences de pentas (*Pentas lanceolata*) et recherche de marqueurs de la qualité germinative des semences de tournesol (*Helianthus annuus*) et de colza (*Brassica napus*) ». Université Pierre et Marie Curie, Master de Biologie intégrative et Physiologie, Paris, 45 p.



Vue d'ensemble d'un essai Laitue

D.H.S. Potagères - GEVES Brion

Le nombre de cycles DHS implantés en 2007 est en légère augmentation par rapport à 2006, (584 contre 537) et rejoint ainsi les niveaux que nous avons l'habitude de traiter dans les années 2000/2002. Les années 2003/2005 ont été particulièrement chargées avec environ 650/700 cycles implantés chaque année. Ces modifications importantes sont principalement dues à la mise en place de l'APV UE qui a profondément changé la façon de faire des déposants.

- L'APV UE, valable dans les 27 états membres, a globalement fait baisser le nombre de dossiers déposés en Europe, (certains obtenteurs déposaient dans plusieurs pays pour bénéficier des APV alors nationales).

- L'APV UE pouvant être déposée à tout moment de l'étude DHS, les obtenteurs ont décalé leurs choix variétaux et ne déposent que des variétés mieux évaluées et donc moins nombreuses.

Il est également à noter que les frais de maintien au catalogue, très divergents entre états, n'incite pas les obtenteurs à déposer en France et nous perdons ainsi des obtenteurs, étrangers principalement, qui avaient l'habitude de travailler avec nous, (Syngenta étant le dernier en date).

Aspects réglementaires

- Le protocole technique général d'inscription des espèces potagères qui n'avait pas été modifié depuis 1991 a été complètement remis à jour en 2007 pour intégrer l'APV UE mais aussi la rubrique particulière « variétés pour amateurs ».

- La directive UE 2006/124 étend l'application de la réglementation catalogue à de nouvelles espèces, (Ciboule, Ciboulette, Rhubarbe et surtout Maïs potager). Des listes nationales doivent être établies d'ici 2009 pour ne pas bloquer la vente de variétés actuelles et ainsi causer un préjudice à la filière.

Résistances génétiques et durabilité des résistances

- De nombreuses résistances prises en compte dans la DHS sont maintenant des résistances polygéniques avec des réponses quantitatives. Une réflexion sur la manière de prendre en compte ces caractères au niveau de la DHS doit être conduite. Cette tendance devrait s'amplifier avec la recherche de résistances durables donc souvent polygéniques.

- L'utilisation de marqueurs moléculaires pour contrôler la présence d'un gène de résistance dans des génotypes particuliers est également en cours. Cette étude devrait nous permettre, dans des cas de réponses intermédiaires en tests biologiques, de trancher plus facilement pour classer la variété résistante ou sensible en fonction de la présence ou de l'absence avérée du gène.

- La mise en place du réseau MATREF, réseau mutualisé de conservation et de multiplication des hôtes différentiels et des souches parasitaires utilisés, doit également être soulignée. Ce système, très performant en termes d'harmonisation des résultats obtenus mais aussi en termes de coût, pourrait être étendu à certaines espèces agricoles. Certains pays, (NL, ES, USA) sont en train de s'inspirer de ce modèle pour construire leur propre système mais actuellement MATREF expédie des semences et des souches référencées dans toute l'Europe.

Je ne peux terminer cette présentation sans évoquer les coups de semonce portés à la réglementation catalogue par certains intervenants de la filière, « pseudo » défenseurs de biodiversité et de variétés anciennes. De communiqués de presse en procès, l'année 2007 a été très agitée. Nous ne ferons pas l'économie d'une réflexion approfondie sur le sujet d'autant que le dossier « Better regulation » se met en place dès 2008 au niveau de l'UE...

Contact

F. Boulineau : francois.boulineau@geves.fr

Colloques organisés par le pôle végétal en 2007

Colloque "Végétal et Semences" - CER 2000-2006

Organisé par l'INRA, l'INH et l'Université d'Angers, 29-30 novembre

Environ 200 personnes ont participé aux travaux de ce colloque, autour de 3 programmes : « Horticulture », « Semences » et « Qualité et typicité des produits ». 47 communications orales, 16 posters et 6 démonstrations ont été présentés. Ces programmes ont été générateurs de rapprochements de laboratoires, au début des UMR, de travaux pluridisciplinaires et ont associés environ 100 Equivalents Temps Pleins Chercheurs, pour un budget de 7,3 millions d'Euros sur la période 2000-2006. Certaines publications ont été diffusées dans des revues d'excellence scientifique, telle « Science ». Ces programmes ont pu être conduits grâce à l'engagement des coordonnateurs scientifiques, J.C. Mauget (Horticulture), Y. Dattée puis P. Simoneau (Semences) et Y. Lespinasse (Qualité). Ils débouchent aujourd'hui sur COSAVE (Construction et santé du végétal), sur les projets de Campus du Végétal et d'IFR QUASSAV.

Résumés des Communications : gaignard@angers.inra.fr

La 32^e édition de l'International Carrot Conference

La 32^e édition de l'International Carrot Conference a eu lieu en France pour la première fois du 5 au 7 septembre 2007 à Arcachon. Ce site a été choisi compte tenu de sa proximité immédiate avec la première zone de production française pour le marché de frais. La présidence du comité scientifique d'organisation a été assurée par l'UMR GenHort 1259 (M. Briard). Cette conférence est une manifestation bisannuelle qui n'avait jusqu'à présent jamais quittée le sol nord-américain. La 32^{ème} édition a rencontré un vrai grand succès puisque plus de 450 chercheurs, techniciens et producteurs venus de 32 pays différents répartis sur les 6 continents producteurs de carotte y ont assistés. Les retombées se font déjà ressentir notamment par les sollicitations en termes de partenariat que l'UMR GenHort reçoit aujourd'hui.

1st International Rose Genomics Meeting

L'UMR GenHort a pris l'initiative d'organiser le « 1st International Rose Genomics Meeting » à Angers du 11 au 13 décembre 2007. L'objectif de cette réunion était de faciliter la coordination des recherches en génétique et en génomique sur le rosier pour accélérer l'utilisation des dernières technologies dans le développement de nouveaux cultivars de roses. 65 chercheurs publics et privés dont une trentaine d'étrangers (Europe, Etats-Unis, Iran, Chine) y ont participé. Cette réunion a permis le lancement d'une initiative internationale sur la génomique du rosier, coordonnée par 4 personnes et s'appuyant sur un groupe de travail. L'INRA est représenté par Mohammed Bendahmane (RDP, ENS, Lyon) comme coordinateur et F. Foucher et L. Hibrand-Saint Oyant dans le groupe de travail.

Action COST 873

L'Action COST 873 « Bactérioses des arbres fruitiers à noyau et à coque » est une action de coopération scientifique et technique financée par la Commission européenne. Elle a débuté le 1^{er} janvier 2007 pour une période de 5 ans. L'UMR PaVé a organisé à Angers, la première réunion de cette Action COST en avril 2007 au cours de laquelle le programme a été lancé. Dix sept pays européens participent à cette Action. L'UMR PaVé est particulièrement active dans les aspects traitant de la phylogénie, l'identification et la détection des bactéries pathogènes de ces arbres avec une attention particulière centrée sur *Xanthomonas arboricola* dont certaines souches sont des pathogènes majeurs du noyer et des *Prunus*.

1^{er} colloque « Graines 2007 »

L'UMR PMS a organisé le 1^{er} colloque « Graines 2007 » pour faire connaître les différents aspects de la recherche française sur la graine/semences en tant que vecteur agro-alimentaire et disséminateur de l'espèce. Elle a accueilli les 7 et 8 juin 2007, plus de 150 chercheurs faisant de la graine/grain/semences leur objet d'études. Cette manifestation devait être l'évènement fondateur d'un réseau français de biologie des graines. Quatre thématiques ont été abordées :

- développement et germination des graines ;
- écologie et écophysiologie des graines ;
- qualité nutritionnelle et technologique des graines ;
- production, biotechnologie des semences.

A travers 31 présentations orales et affiches, les collègues ont pu appréhender les différentes thématiques de l'ensemble des laboratoires français et mieux percevoir les enjeux de chacun. Une Table Ronde animée par M. Caboche (UMR Génomique Végétale d'Evry) a regroupé pour la première fois les responsables des 4 départements de l'INRA, ainsi que M. Deprez, représentant les acteurs professionnels de la filière semences. Ce colloque débouche sur les possibilités d'une meilleure collaboration du privé avec la recherche publique, sur la prise en compte de l'importance stratégique de la filière, et surtout sur la possibilité de construire et pérenniser un réseau français de biologie, pour si possible, l'élargir à l'Europe

9^{èmes} Journées Nationales de l'Étude des Sols

L'équipe Transepor, UMR Sagah, a organisé les 9^{èmes} Journées Nationales de l'Étude des Sols, de l'Association Française pour l'Étude du Sol. Elles ont eu lieu du mardi 3 au jeudi 5 avril 2007 à l'Institut National d'Horticulture à Angers et ont été organisées conjointement par l'INH et l'INRA, Centre d'Angers.

2^{ème} Workshop sur l'économie du paysage

A AgroSup-Montpellier les 14, 15 et 16 juin 2007 : Cette rencontre s'inscrit dans les activités programmées par le CEEP (Consortium Européen

sur l'Economie du Paysage), qui est un projet financé par le Ministère de l'Ecologie (Appel d'offre « Paysages et Développement Durable ») et piloté par Walid OUESLATI, UP LARGE. Un premier séminaire a eu lieu à Angers, en juin 2006, un troisième est programmé à l'ENSP à Versailles, les 28 et 29 mai 2008, et le colloque de clôture aura lieu en juillet 2009 à Vienne en Autriche.

Objectif du séminaire : Les paysages et leur diversité constituent aujourd'hui une ressource économique pour de nombreux secteurs d'activités et pour le développement local. L'importance des changements prévisibles dans les usages du sol, découlant à la fois du développement urbain et des infrastructures, ainsi que du changement climatique et dans l'usage des ressources naturelles, constituent des enjeux de recherche en économie du paysage. L'objectif du séminaire est de réunir des compétences dispersées afin de faire progresser notre capacité de recherche dans le domaine de la conception des politiques publiques appliquées à la gouvernance des paysages.

Pour consulter l'ensemble des communications et les différentes informations sur les activités du CEEP, vous pouvez consulter le site Internet ; www.ceep-europe.fr

Autres colloques

■ 4^{èmes} Rencontres du Végétal à l'INH, les 16-17 janvier : près de 400 participants, 48 communications orales et 10 posters présentés. Thème : « Vers la protection intégrée de demain : nouveaux concepts, nouvelles méthodes, nouveaux outils ».

■ Workshop du réseau d'excellence « Endure » organisé par l'UMR GenHort, 5-6 juillet.

■ Séminaire sur les applications des techniques de biologie cellulaire à l'amélioration des plantes et multiplication végétative, organisé par l'UMR GenHort et l'Association des sélectionneurs français, 26-27 septembre.

■ Rencontre des banques de gènes européennes des légumes feuilles, organisé par le SEV-GEVES Brion, 26-28 septembre.

Nouveaux doctorats et post-doctorats initiés en 2007

UMR GenHort

Trois nouvelles thèses :

■ **Didiana Galvez-Lopez** : co-encadrement M. Lahaye (BIA-Nantes), F. Laurens : « Etude des déterminants génétiques de la texture « farineuse » chez la pomme ».

■ **Amandine Le Van** : co-encadrement V. Caffier (PaVé) et C.E. Durel : « Résistance durable du pommier au champignon *Venturia inaequalis* (tavelure) - Evaluation des risques d'existence de nouvelles virulences dans le compartiment sauvage et mesure d'une perte de fitness potentielle de souches multi-virulentes ».

■ **Amani Naouar** : co-encadrement N. Dorion, L. Hibrand (co-tutelle Tunisie) : « Transformation génétique du rosier »

Trois nouveaux post-doctorants :

■ **Koji Kawamura** : encadrement F. Foucher, L. Hibrand : « Génétique quantitative de l'architecture du rosier de jardin : analyse architecturale et étude du déterminisme génétique ».

■ **Ruxandra Gala** : encadrement N. Dorion, L. Hibrand : « Transformation génétique du rosier ».

■ **Emilie Vergne-Gaillard** : co-encadrement E. Chevreau et M.N. Brisset (PaVé) : « Stratégies de transgénèse pour stimuler les défenses du pommier vis à vis du feu bactérien ».

UMR PaVé

Trois nouvelles thèses :

■ **Ahmed Hajri** : « La distribution et le rôle des répertoires d'effecteurs de type III chez *Xanthomonas axonopodis* sur la spécificité d'hôte des pathovars ».

■ **Benoît Calmes** : « L'importance des mécanismes de protection contre les stress oxydatifs dans l'expression du pouvoir pathogène d'*Alternaria brassicicola* ».

■ **Nadia Mebdi** : « Approches cumulées de phylogénie et d'écologie pour déterminer les bases génétiques de la spécificité d'hôte des bactéries phytopathogènes transmises par les semences ».

UMR Sagah

Deux nouvelles thèses :

■ **Henry Clémence** : « Etudes des effets des températures (froides) sur l'architecture du rosier de jardin par l'augmentation du débourrement des bourgeons basitones; Implication du métabolisme carboné ».

■ **Kichah Abderzak** : « Elaboration d'un modèle du climat distribué à l'échelle de la plante et de l'organe en cultures ornementales sous serre ».

Trois nouveaux post-doctorants :

■ **Guifang Qi** : encadrement J.C. Michel et S. Charpentier : « Hydrophobie des matières organiques et ses conséquences sur l'hystérèse et l'évolution de leurs propriétés hydrodynamiques » (équipe Transepor).

■ **Gaëlle Guéritaine** a mis en place des suivis quotidiens de croissance des différents organes d'un axe de rosier : entrenoeuds, feuille, fleur avec des repères spatiaux. Elle a mis en évidence des relations d'allométrie entre organes pour limiter le nombre de mesure.

■ **Patrick Favre** a implémenté un modèle dynamique en 3D à l'aide des L-Systems en utilisant des paramètres issus de la littérature, des résultats expérimentaux et des probabilités, en vue d'élaborer un modèle structure-fonction de rosier buisson avec pour premier objectif d'obtenir une représentation réaliste du rosier en croissance.

Laboratoire GRAPPE

Une nouvelle thèse :

■ **Zouid Imen** : « 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 ».

Trois nouveaux post-doctorants :

■ **Letaïef Hend** : « Etude des relations entre la variation des paramètres de texture et les descripteurs sensoriels au cours de la maturation du raisin ».

■ **Franquin Séverine** : sur le projet NUTRI-POMME.

■ **Jacob Sanu** : « méthode de rétrodiffusion non destructive ».

UP LARGE**Deux nouvelles thèses :**

■ **Sonia Chick Mhamed**, co-encadrement B. Plottu et C. Widehem : « Stratégies et modes de coordination des acteurs du marché horticole français : déterminants et performances ».

■ **Mohamed EbadAllah**, co-encadrement W. Oueslati et D. Montembault : « Rôle des systèmes d'information géographique dans le développement rural durable : Le cas du gouvernorat d'El-Gharbia, Egypte ».

LBPV - Université de Nantes**Quatre nouvelles thèses :**

■ **J. Normand** : co-encadrement LBPV Nantes-INRA Nantes : « Caractérisation biochimique et moléculaire d'une rhamnogalacturonase d'*Ir-pex lacteus* ».

■ **T. Péron** : « caractérisation de la force de puits de l'orobanche rameuse, parasite du colza ».

■ **A. de Julien de Zélicourt** : « Implication et mode d'action des défensines dans la résistance du tournesol à la plante parasite *Orobanche cumana* ».

■ **R. Draie** : « Effets du greffage sur la production et la qualité sanitaire de la tomate (sensibilité à l'orobanche rameuse) ».

Equipe PBI - INH**Deux nouvelles thèses :**

■ **Pauline Le Guigo** : « Le rôle des Brassicacées sauvages dans les interactions tritrophiques plantes hôtes - ravageurs - ennemis naturels ».

■ **Abdullah-Al-Mamun** : étude portant sur un inventaire des insectes ravageurs et auxiliaires dans une pépinière de végétaux d'ornements.