

PRÉAMBULE

L'Institut Fédératif de Recherche « Qualité et Santé du Végétal » (IFR 149 QUASAV) vous présente le 7^{ème} volume des « faits marquants du pôle recherche végétal », pour l'année 2011. Les résultats majeurs des neuf unités constituant l'IFR y sont présentés, ainsi que ceux de leurs principaux partenaires (LEVA, GRAPPE, SNES et SEV). Les résultats marquants des autres unités partenaires du pôle recherche végétal y sont également inclus.

L'année 2011 a été une année de transition entre les évaluations des structures de recherche réalisées fin 2010 par l'Agence de l'Evaluation de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur (AERES) et leur mise en œuvre officielle au 1er janvier 2012. Nous avons préparé concrètement leur mise en place avec en particulier :

- la grande UMR appelée Institut de Recherche en Horticole et Semences (IRHS), fusionnant les 4 UMR INRA/Agrocampus-ouest/Université d'Angers (GenHort, PaVé, PMS, SAGAH) en une seule, et dirigée par Jean-Pierre Renou
- la Structure Fédérative de Recherche (SFR) QUASAV, qui élargit le périmètre de l'IFR en SFR à 2 nouvelles unités porteuses (les laboratoires GRAPPE et LEVA de l'ESA) et une unité associée (l'UMR rennaise IGEPP, par l'antenne angevine de l'équipe Ecologie et Génétique des Insectes).

Dans le cadre du projet Campus du végétal, l'année 2011 a été celle de l'avant-projet sommaire puis détaillé pour le projet de construction de nouvelles serres, et du lancement du concours d'architecte pour le bâtiment Institut du végétal. L'IFR a poursuivi sa dynamique d'acquisition et/ou de mutualisation d'équipements sur ses plateaux techniques : robot Zéphir (Caliper), scanner Nimbegen, SpeedExtractor, lyophilisateur...

Parmi les projets de recherche fédérateurs associant les équipes du pôle de recherche angevin et certaines équipes nantaises, les deux projets régionaux AI-Fruit (sur la qualité de la pomme) et Horticombo (sur histoire et végétal) ont commencé. Signalons également qu'après les premières tentatives peu fructueuses de réponses aux appels d'offre Investissements d'Avenir en 2010, deux projets associant des équipes angevines ont été retenus à l'AO de 2011 : GENIUS (sur les méthodes d'ingénierie moléculaire) et AKER (sur l'amélioration de la betterave)

Pour le Pôle de compétitivité Végépolys, l'année 2011 a été celle de la préparation de l'audit des pôles, réalisé en février 2012, la révision de la feuille de route technologique autour de 3 axes principaux et la réorganisation du dispositif d'innovation.

Enfin, au plan de l'enseignement supérieur, Angers a été le site d'accueil du M2 BioVigPa pour la promotion 2011-2012, avec un nombre record d'étudiants inscrits : 37.

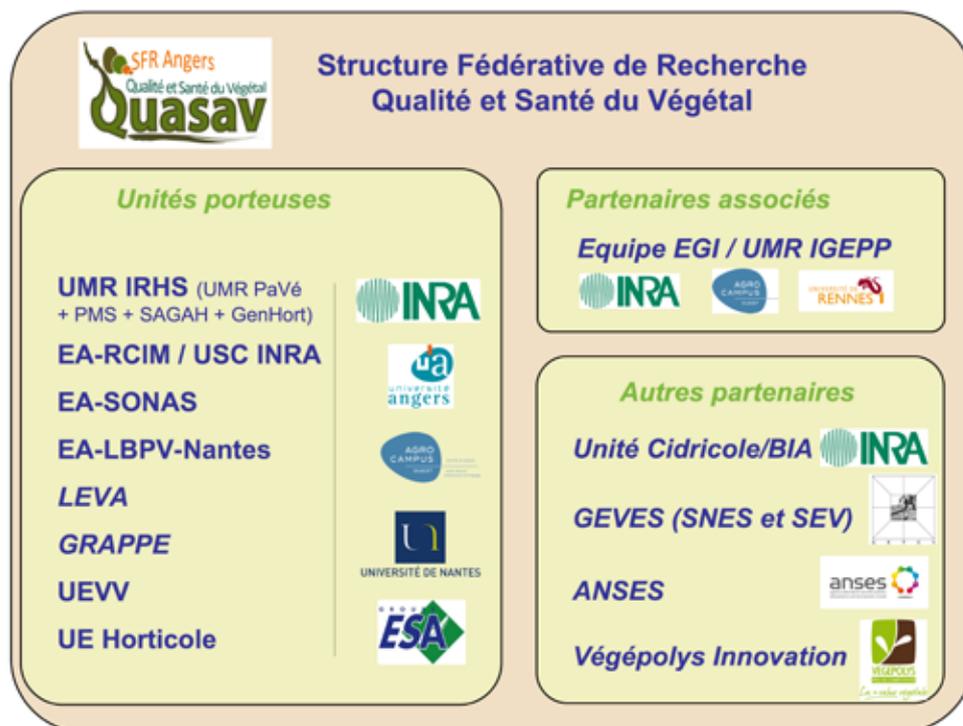
Philippe Simoneau
Professeur Université d'Angers
Directeur IFR Quasav,

Elisabeth Chevreau,
Directrice de Recherche INRA
Directrice adjointe IFR Quasav

Structure Fédérative de Recherche 4207

QUASAV

Qualité et Santé du Végétal



Année 2012

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

La SFR 4207 Quasav est partenaire du pôle de compétitivité Végépolys

**Pôle recherche Végétal
IFR QUASAV et partenaires**

SOMMAIRE

Unités de l'IFR

UMR GenHort - Génétique et Horticulture (Agrocampus Ouest - INRA - U Angers)	p 05
UMR PaVé - Pathologie Végétale (Agrocampus Ouest - INRA - UA)	p 12
UMR PMS - Physiologie Moléculaire des Semences (Agrocampus Ouest - INRA - UA)	p 18
UMR SAGAH - Sciences AGronomiques Appliquées à l'Horticulture (Agrocampus Ouest-INRA-UA)	p 23
UPRES RCIM - Récepteurs et Canaux Ioniques Membranaires (UA - USC INRA)	p 26
SONAS - Laboratoire des Substances d'Origine Naturelle et Analogues Structuraux (UA)	p 28
LBPV - Nantes - Laboratoire de Biologie et Pathologie Végétale (U Nantes)	p 29
UEVV - Unité Expérimentale Vigne et Vin (INRA).....	p 32
UE Bois l'Abbé - La Rétuzière (INRA)	p 34
LEVA - Laboratoire d'Écophysiologie Végétale et d'Agroécologie (ESA)	p 36
GRAPPE - Groupe de Recherche en Agroalimentaire sur les Produits et Procédés (ESA)	p 38

Partenaires associés de l'IFR

Bio3P - Biologie des Organismes et des Populations appliquées à la Protection des Plantes (Agrocampus Ouest - INRA - Université de Rennes)	p 42
---	------

Autres partenaires

GEVES - SNES - Station Nationale d'Essais de Semences	p 44
Unité Propre Paysage (Agrocampus Ouest)	p 46
UMR GRANEM - Groupe de recherche ANgevin en Economie et Management (Agrocampus Ouest - UA)	p 47
EPHOR - Environnement Physique de la plante HORTicole (Agrocampus Ouest)	p 48
Domaine pédagogique et expérimental (Agrocampus Ouest)	p 52

Rubrique libre générale

Nouvelles des unités	p 53
Nouvelles thèses et post-doctorats	p 56
Culture scientifique, technique et industrielle	p 58





© Nathalie Mansion, INRA
La rose *R. x chinensis* 'Old Blush' (à gauche), ancienne variété chinoise remontante introduite en Europe au XVII^{ème} siècle ; *F. vesca* (à droite), la fraise des bois dont certaines variétés présentent une remontée de floraison

La remontée de floraison chez les Rosoïdées (fraise et rose) est contrôlée par un répresseur floral homologue au gène *TERMINAL FLOWER 1*

Objectif

Chez le rosier et le fraisier, la remontée florale, capacité à fleurir plusieurs fois dans l'année, est un caractère sélectionné pour produire des fruits ou des fleurs sur une période longue et conserver ainsi l'accès au marché. L'objectif de cette étude est de comprendre les bases moléculaires et génétiques de la remontée de floraison chez deux espèces d'intérêt horticole.

Contexte

La floraison est une étape clé dans la vie des plantes et ce processus développemental est finement régulé par des facteurs génétiques et environnementaux. La compréhension de la floraison chez les plantes pérennes est un enjeu scientifique important. Les réseaux géniques mis en évidence chez les plantes annuelles sont-ils conservés chez les plantes pérennes ?

En horticulture, la remontée de floraison est un caractère important car il permet de produire des fruits (fraises) ou des fleurs (roses) sur une période plus longue conduisant à une augmentation du rendement et donc à une plus grande rentabilité des infrastructures ainsi qu'au maintien du produit dans la mise en marché. Ce caractère a ainsi joué un rôle essentiel dans le succès des fraisiers et des rosiers (aussi bien dans les jardins que pour la production de fleurs coupées).

Résultats

La remontée de floraison est contrôlée par un locus majeur récessif chez le fraisier des bois (*Fragaria vesca*; *SEASONAL FLOWERING LOCUS SFL*) et chez le rosier (*Rosa* sp; *RECURRENT BLOOMING RB*). Ces deux gènes ont été identifiés comme orthologues. Chez ces deux plantes, l'inactivation d'un répresseur floral, homologue du gène *TERMINAL FLOWERING 1* (*TFL1*), provoque la remontée florale. Chez le rosier et le fraisier, l'homologue de ce gène a été dénommé *RoKSN* et *FvKSN* respectivement. Chez le rosier, nous avons caractérisé six couples de

mutants (floraison remontante versus non remontante), qui diffèrent au niveau du gène *RoKSN* par la présence d'un rétrotransposon dans le deuxième intron du gène. Du fait de l'insertion de ce rétrotransposon, la transcription du gène est bloquée chez les rosiers remontants qui n'accumulent plus le répresseur floral, menant ainsi à une floraison continue. Chez les rosiers mutants non-remontants, la recombinaison du rétrotransposon permet d'obtenir un allèle fonctionnel : production du répresseur et absence de remontée florale.

Chez la fraise des bois, une délétion de 2pb dans la région codante de *FvKSN* provoque un changement du cadre de lecture et la traduction d'une protéine tronquée conduisant à la non-fonctionnalité du répresseur *FvKSN* et donc à une floraison continue. À partir d'une analyse de diversité, nous avons montré que cette délétion de 2pb est toujours associée au phénotype de remontée florale et originaire de fraisiers des Alpes.

Perspectives

Cette étude a permis de démontrer un nouveau rôle des gènes de la famille *TFL1* chez les plantes pérennes dans le maintien de la croissance végétative et le contrôle de la saisonnalité de floraison. La compréhension de la régulation du gène *KSN* par des facteurs endogènes (hormone végétale) et environnementaux ouvre des voies intéressantes pour contrôler la saisonnalité de floraison et pour étendre la phase végétative et/ou florale. Ces contrôles pourraient à terme mener à de nouveaux itinéraires culturaux ou de nouveaux génotypes pour la production de fruits ou de fleurs répondant mieux aux attentes des consommateurs.

Partenaires

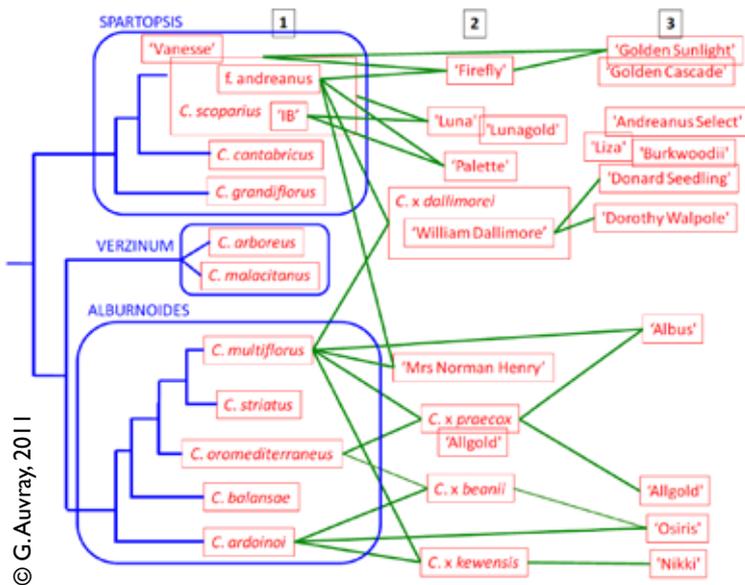
Cette étude a été réalisée en collaboration entre deux unités du département GAP de l'INRA : l'UMR GenHort (équipe Ornement, travaillant sur rosier) et l'UREF (travaillant sur fraisier). L'isolement du gène et la caractérisation chez le rosier sont issus d'une collaboration internationale avec deux chercheurs japonais : Dr Hikaru Iwata (Wakanuga Pharmaceutical Co, Hiroshima, Japon) et Pr Takashi Araki (Kyoto University, Japon).

Bibliographie

- Iwata H, Gaston A, Remay A, Thouroude T, Jeauffre J., Kawamura K, Hibrand-Saint Oyant L, Araki T, Denoyes B. and Foucher F. 2012. The *TFL1* homologue *KSN* is a regulator of continuous flowering in rose and strawberry. *Plant Journal* 69: 116-125
- Gaston A. 2010. Etude et compréhension du déterminisme génétique et moléculaire de la remontée florale chez le fraisier. Thèse de l'université de Bordeaux I et II, soutenue le 17 décembre 2010.

Contacts

Fabrice FOUCHER, Laurence HIBRAND-SAINT OYANT, Equipe GDO, UMR IRHS (INRA-Agrocampus Ouest-Université d'Angers), 42 rue G. Morel, BP 60057, Beaucouzé cedex. Méls. Fabrice.Foucher@angers.inra.fr, Laurence.Hibrand-Saint-Oyant@angers.inra.fr



Portion de la phylogénie et du pedigree des Genêts étudiés

cultivars ont été attribués, dans la mesure du possible, aux espèces et hybrides reconnus. Pour les taxons sauvages, une phylogénie moléculaire, utilisant quatre marqueurs moléculaires a été effectuée. En ajoutant les séquences issues des hybrides horticoles, il a été possible de tester l'effet de l'intégration de tels taxons sur des méthodes de reconstruction d'arbres phylogénétiques. Trois autres jeux de données moléculaires ont été générés pour retracer le pedigree des cultivars, permettant de produire une généalogie sur sept générations et impliquant 38 génotypes.

Perspectives

Tout en étant la première révision taxinomique complète du groupe, ce travail a produit un nombre élevé d'informations destinées à orienter les choix de création variétale dans ce groupe. L'utilisation de données moléculaires pour reconstruire un pedigree implique désormais des chercheurs en mathématiques afin de formaliser certaines approches mises en œuvre. Ce travail a également permis de formaliser une démarche d'aide à la création variétale qui est actuellement testée sur huit genres ornementaux (projet BRIO).

Partenaires

Ce travail a fait l'objet d'une thèse financée par le Conseil Général de Maine et Loire. La région Pays de la Loire a soutenu ces travaux via l'AAP «Dynamique de Filières» intitulé 'Genêts' et le programme de recherche 'Modemave'. Enfin, ce programme fait l'objet d'une collaboration avec le GIE Eurogeni.

Bibliographie

- Auvray G., Malécot V. 2011. Revised lectotypification of *Spartium scoparium* L. (Genisteae Fabaceae). *Taxon*, 60, 1480-1481.
- G. Auvray G. 2011. Les relations phylogénétiques au sein d'un système réticulé : cas particulier de *Cytisus scoparius* L. (Genisteae, Fabaceae) et des espèces hybrides et cultivars apparentés. Thèse de doctorat, Université d'Angers, soutenue le 21 octobre 2011, 300 pages.
- Auvray G., Malécot V. 2012. A revision of *Cytisus* sections *Alburnoides*, *Spartopsis* and *Verzinum* (Genisteae, Fabaceae). *Edinburgh Journal of Botany* (acceptée).

Contacts

Valéry MALÉCOT, Véronique KAPUSTA, Equipe GDO, UMR IRHS (INRA-Agrocampus Ouest-Université d'Angers), 2 rue le Nôtre 49045 Angers cedex. Méls : valery.malecot@agrocampus-ouest.fr ; veronique.kapusta@angers.inra.fr

Du sauvage au cultivé ; histoire et taxinomie des genêts

Objectif

L'objectif du travail a été de réaliser une révision de l'ensemble des taxons apparentés à *Cytisus scoparius*, puis de retracer les liens d'ordre phylogénétique (entre taxons sauvages) ou généalogiques (entre cultivars) existant entre eux.

Contexte

Les ressources génétiques cultivées représentent une petite fraction de la biodiversité sauvage. Cette fraction a ensuite été soumise à une diversification via des hybridations puis la sélection de nouveaux phénotypes. Connaître l'histoire d'un groupe apporte des éléments explicatifs et prédictifs tant dans le domaine de l'évolution des espèces que de celui de la création variétale. Dans le cadre d'un projet d'amélioration du genre *Cytisus*, il est apparu nécessaire de clarifier les relations entre taxons cultivés et sauvages de ce groupe. La multiplication végétative des cultivars et la présence d'hybrides horticoles ont conduit à la mise en œuvre de démarches inédites sur un tel groupe.

Résultats

Sur la base de plus de 2000 échantillons d'herbiers conservés par 25 institutions nationales ou étrangères, la révision des taxons des sections *Spartopsis*, *Verzinum* et *Alburnoides* du genre *Cytisus* a conduit à reconnaître dix espèces, et trois hybrides interspécifiques. Au sein de ces espèces jusqu'à quatre sous-espèces ont été distinguées, ainsi que des formes dans certains cas. En parallèle, une collection de matériel cultivé atteignant 84 introductions, combinée à des recherches bibliographiques, a conduit à lister 178 cultivars, dont 40 ont pu être caractérisés morphologiquement et moléculairement. Ces



Revue scientifique à comité de lecture

Sur les thèmes de l'UMR

■ Auvray G., Malécot V. 2011. Revised lectotypification of *Spartium scoparium* L. (Genisteae Fabaceae). *Taxon*, 60:1480-1481.

■ Boureau T., Perino C., Gaubert S., Siamer S., Patrit O., Degrave A., Fagard M., Chevreau E., Barny M-A. 2011. The HrpN effector of the plant pathogen *Erwinia amylovora* participates to Type III translocation and is required to trigger callose deposition during disease. *Molecular Plant Microbe Interaction*, 24: 577-584.

■ Bus V.G.M., Rikkerink E.H.A., Caffier V., Durel C.E., Plummer K.M. 2011. Revision of the nomenclature of the differential host-pathogen interactions of *Venturia inaequalis* and *Malus*. *Annu. Rev. Phytopathol.* 49:391-413.

■ Chevreau E., Dupuis F., Taglioni J.P., Sourice S., Courmol R., Deswartes C., Bersegeay A., Descombin J., Siegwart M., Loridon K. 2011. Effect of ectopic expression of the eutypine detoxifying gene Vr-ERE in transgenic apple plants. *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 106 : 161-168.

■ Djennane S., Cesbron C., Sourice S., Courmol R., Dupuis F., Eychenne M., Loridon K., Chevreau E., 2011. Iron homeostasis and fire blight susceptibility in transgenic pear plants overexpressing a pea ferritin gene. *Plant Science* 180: 694-701.

■ Dubois A., Remay A., Raymond O., Balzergue S., Chauvet A., Maene M., Pecrix Y., Yang S.H., Jeauffre J., Thouroude T., Boltz V., Martin-Magniette M.L., Janczarski S., Legeai F., Renou J.P., Vergne P., Lebris M., Foucher F., Bendahmane M. 2011. Genomic approach to study floral development genes in *Rosa* sp. *PlosOne* 6(12) e28455.

■ Dugé de Bernonville T., Gaucher M., Guyot S, Durel C.E., Dat J.F., Brisset M.N. 2011. The constitutive phenolic composition of two *Malus x domestica* genotypes is not responsible for their contrasted susceptibilities to fire blight. *Environmental and Experimental Botany*, 74:65-73.

■ Evans K.M., Patocchi A., Rezzonico F., Mathis F., Durel C.E., Fernández-Fernández F., Boudichevskaia A., Dunemann F., Stankiewicz-Kosyl M., Gianfranceschi

L., Komjanc M., Lateur M., Madduri M., Noordijk Y., van de Weg W.E. 2011. Genotyping of pedigreed apple breeding material with a genome covering set of SSRs: Trueness to type of cultivars and their parentages. *Molecular Breeding* 28:535-547.

■ Gallard A., Mallet R., Chevalier M., Grapin A. 2011. Limited elimination of two viruses by cryotherapy of *Pelargonium* apices related to virus distribution. *Cryo-letters*. 32: 111-122

■ Galvez-Lopez D., Laurens F., Quemener C., Lahaye M., 2011. Variability of cell wall polysaccharides composition and hemicellulose enzymatic profile in an apple progeny. *International Journal of Biological Macromolecules* 49:1104-1109.

■ Hamama L., Voisine L., Peltier D., Boccon-Gibod J.R. 2011. Shoot regeneration and genetic transformation by *Agrobacterium tumefaciens* of *Hydrangea macrophylla* Ser. leaf discs. *Scientia Horticulturae* 127:378-387.

■ Kawamura, K., Hibrand-Saint Oyant, L., Crespel, L., Thouroude, T., Lalanne, D., Foucher, F. 2011. Quantitative trait loci for flowering time and inflorescence architecture in rose. *Theoretical and Applied Genetics*, 122:661-675.

■ LêVan, A., Durel, C-E., Le Cam, B., Caffier, V. 2011. The threat of wild habitat to scab resistant apple cultivars *Plant Pathology* 60:621-630.

■ Macedo-Nobile P., Wattedled F., Quecini V., Girardi C.-L., Lormeau M., Laurens F. 2011. Identification of a novel \square -L-arabinofuranosidase gene associated to mealiness in apple. *Journal of Experimental Botany*, 62: 4309-4321.

■ Malécot V., 2011. Mobilisation de sources du XIXe siècle dans les études contemporaines de systématique des plantes cultivées. *Bulletin d'Histoire et d'Épistémologie des Sciences de la Vie*. 18:185-197.

■ Parravicini G., Gessler C., Denancé C., Lasserre P., Vergne É., Brisset M-N., Patocchi A., Durel C.E., Broggin G. A. L. 2011. Identification of Ser/Thr kinase and NBS-LRR genes in the fire blight resistance QTL of apple cultivar 'Evereste'. *Molecular Plant Pathology* 5:493-505.

■ Spiller M., Linde M., Hibrand-Saint Oyant L., Tsai C.J., Byrne, D., Smulder, M.J.M., Foucher, F., Debener T. 2011.

Towards a unified genetic map of roses. *Theoretical and Applied Genetics*, 122:489-500.

■ Tcherkez T., Mauve C., Lamothe M. Lebras C., Grapin A., 2011. The 13C/12C isotopic signal of day-respired CO₂ in variegated leaves of *Pelargonium x hortorum*. *Plant Cell & Environment*, 34:270-283.

En collaboration sur d'autres thèmes

■ Bouyer D., Roudier F., Heese M., Andersen H.D., Gey D., Nowack M.K., Goodrich J., Renou J.P., Grini P.E., Colot V., and Schnittger 2011. A Polycomb Repressive Complex 2 controls the embryo to seedling phase transition in *Arabidopsis*. *Plos Genetics*. 2011 Mar;7(3):e1002014. Epub 2011 Mar 10.

■ Cadot Y., Chevalier M., Barbeau G. 2011. Evolution of the localisation and composition of phenolic in grape skin between veraison and maturity in relation to water availability and some climatic conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91, 1963-1976.

■ Celton J.M., Martinez S., Jammes M.J., Bechti A., Salvi S., Legave J.M., Costes E. 2011. Deciphering the genetic determinism of bud phenology in apple progenies: a new insight into chilling and heat requirement effects on flowering dates and positional candidate genes. *New Phytologist* 192:378-392.

■ Cheminant S, Wild M, Bouvier F, Pelletier S, Renou JP, Erhardt M, Hayes S, Terry MJ, Genschik P, Achard P. 2011. DELLAs regulate chlorophyll and carotenoid biosynthesis to prevent photooxidative damage during seedling deetiolation in *Arabidopsis*. *Plant Cell*. 23: 1849-1860.

■ Feuillet C., Malécot V. 2011. Translation into French of: "Changes to publication requirements made at the XVIII International Botanical Congress in Melbourne - what does e-publication mean for you?" by Sandra Knapp, John McNeill, Nicholas J. Turland. Translated by Christian Feuillet and Valéry Malécot: Changements des conditions requises pour la publication faits au XVIIIe Congrès International de Botanique à Melbourne. Qu'est-ce que la publication électronique représente pour vous ? *PhytoKeys*. 7:41-48.



■ Gottschlich G., Tison J.M., Malécot V., Rouillard T. 2011. Typification of names in genus *Hieracium* based on original herbarium material of Alexis Jordan and Alexandre Boreau. *Forum Geobotanicum* 5: 1-107.

■ Jay F., Wang Y., Yu A., Taconnat L., Pelletier S., Colot V., Renou JP, Voinnet O. 2011. Misregulation of auxin response factor 8 underlies the developmental abnormalities caused by three distinct viral silencing suppressors in *Arabidopsis*. *PLoS Pathog* 7(5): e1002035.

■ Landouar-Arsivaud L., Jucaux-Cachau M., Jeauffre J., Biolley J.P., Maurousset L., Lemoine R. 2011. The promoters of 3 celery salt-induced phloem-specific genes as new tools for monitoring salt stress responses. *Plant Physiology and Biochemistry*, 49, 2-8.

■ Latrasse D, Germann S, Houba-Hérin N, Dubois E, Bui-Prodhomme D, Hourcade D, Juul-Jensen T, Le Roux C, Majira A, Simoncello N, Granier F, Taconnat L, Renou JP, Gaudin V. 2011. Control of flowering and cell fate by LIF2, an RNA binding partner of the polycomb complex component LHP1. *PLoS One*, 2011 Jan 31;6(1): e16592.

■ Libeau P, Durandet M, Granier F, Marquis C, Berthomé R, Renou JP, Taconnat-Soubirou L, Horlow C. 2011. Gene expression profiling of *Arabidopsis* meiocytes. *Plant Biol.* 13(5):784-93.

■ Plessis A., Cournol R., Effroy D., Silva Perez V., Botran L., Kraepiel Y., Frey A., Sotta B., Cornic G., Leung J., Giraudat J., Marion-Poll A., North H.M. 2011. New ABA-hypersensitive *Arabidopsis* mutants are affected in loci mediating responses to water deficit and *Dickeya dadantii* infection. *PLoS One*, 6(5): e20243.

■ Renault H, El Amrani A, Palanivelu R, Updegraff EP, Yu A, Renou JP, Preuss D, Bouchereau A, Deleu C. 2011. GABA accumulation causes cell elongation defects and decrease in expression of genes encoding secreted and cell wall-related proteins in *Arabidopsis thaliana*. *Plant & Cell Physiol.*, 52: 894-908.

■ Sormani R, Delannoy E, Lageix S, Bitton F, Lanet E, Saez-Vasquez J, Deragon JM, Renou JP, Robaglia C. 2011. Sub-lethal cadmium intoxication in *Arabidopsis thaliana* impacts translation at multiple levels. *Plant Cell Physiol.* 52:436-47.

■ Tamasloukht B, Wong Quai Lam MS, Martinez Y, Tozo K, Barbier O, Jourda C, Jauneau A, Borderies G, Balzergue S, Renou JP, Hugué S, Martinant JP, Tautou C, Lapierre C, Barrière Y, Goffner D, Pichon M. 2011. Characterization of a cinnamoyl-CoA reductase 1 (CCR1) mutant in maize: effects on lignification, fibre development, and global gene expression. *Journal of Experimental Botany* 62 :3837-48

■ Teulat-Merah B, Morère-Le Paven MC, Ricoult C, Aubry C, Peltier D. 2011. cDNA-AFLP profiling during common bean germination time-course highlighted that most changes at mRNA level in the embryo axes occur before radicle protrusion. *Biologia Plantarum*, 55:437-447.

■ Wongtiem P, Courtois D., Florin B., Jucaux M., Peltier D., Broun D., Ducos J.P. 2011. Effects of cytokinins on secondary somatic embryogenesis of selected clone Rayong 9 of *Manihot esculenta* Crantz for ethanol production. *African Journal of Biotechnology*, 10 : 1600-1608.

Ouvrages et chapitres d'ouvrages

■ Deyuan H., Yang Q.-E., Boufford D., Malécot V. 2011. *Adoxaceae*. In: Wu, Z. Y., P. H. Raven & D. Y. Hong (eds.), *Flora of China*. Vol. 19 (*Lentibulariaceae* through *Dipsacaceae*). Science Press, Beijing, and Missouri Botanical Garden Press, St. Louis. pp 570-614.

■ Malécot V., 2011. Arbre ou réseau ? Quelques réflexions complémentaires. In: Malécot V., Léger N. & Tassy P. (coords.) *L'arbre du vivant existe-t-il ?* [Biosystema 28]. SFS, Paris: 111-118.

■ Malécot V., Léger N., Tassy P. (coordonné par) 2011. *L'arbre du vivant existe-t-il ?* [Biosystema 28]. Société Française de Systématique, Paris, 118 p. (ISBN 978-2-906892-29-7)

■ Rogers Z., Malécot V. 2011. 59^{ème} Famille *Olacaceae*. In: T. Deroin (Ed.), "Flore de Madagascar et des Comores". MNHN, Paris.

■ Yang Q.-E., Malécot V. 2011. *Viburnum*. In: Wu, Z. Y., P. H. Raven & D. Y. Hong (eds.), *Flora of China*. Vol. 19 (*Lentibulariaceae* through *Dipsacaceae*). Science Press, Beijing, and Missouri Botanical Garden Press, St. Louis. pp 480-491.

Autres revues scientifiques

■ Asín L., Iglesias I., Dolcet-Sanjuan R., Claveria E., Vilardell P., Bonany J., Simard M.H. 2011. INRA-IRTA pear rootstock breeding program: aiming for tolerance to iron chlorosis. *Acta Horticulturae* 90: 207-214.

■ Bouvier L., Bourcy M., Boulay M., Tellier M., Guérif P., Denancé C., Durel C.-E., Lespinasse Y. 2011. European pear cultivar resistance to biopests: scab (*Venturia pirina*) and psylla (*Cacopsylla pyri*). *Acta Horticulturae* 909 :459-470.

■ Chevalier M., Tellier M., Lespinasse Y., Mallet R. 2011. Microscopic studies of susceptibility and resistance symptoms expressed on two cultivars of *Pyrus communis* inoculated with *Venturia pirina*. *Acta Horticulturae* 909: 471-478.

■ Gallard A., Chevalier M., Dorion N., Mallet R., Filmon M., Grapin A. 2011. Attempts to eradicate two Pelargonium viruses (PFBV and PLPV) by meristem culture and shoot-tip cryotherapy. *Acta Horticulturae* 908: 385-390.

■ Lecomte M., Alenda C., Sement F., Berthet M., Briard M., Poupard P., Beruyer R., 2011. Exploring plant defence pathways in the carrot-*Alternaria dauci* pathosystem, a non-model interaction. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*, 76(4): 587-590.

■ Lespinasse Y., Guérif P. 2011. Inheritance of red leaf colour from pear red sports of 'Doyenné du Comice', 'Bartlett' and 'Beurré Hardy'. *Acta Horticulturae* 909: 97-102.

■ Lespinasse Y., Guérif P., Durel C.E. 2011. Strategies for fire blight resistance breeding in pear (*Pyrus communis*): 30 years of experience. *Acta Horticulturae* 909 :51-58.

■ Simard M.H., Cattaneo C., Codarin S., Roche L., Aldwinckle H.S. 2011. French evaluation of the CG rootstocks: history and results. *Acta Horticulturae* 903: 257-264.

■ Simard M.H., Guisnel R., Daguin F., Demilly D., Billy B., Honoré D., 2011. Is dwarfing in pear rootstocks due to aneuploid genetic structures ? *Acta Horticulturae* 909: 51-66.



Revue techniques

- Benmahiou B, Käid-Harche M, Daquin F 2011. Le caroubier, une espèce méditerranéenne à usages multiples. *Forêt méditerranéenne* 32:51-58.
- Chambolle C., Malécot V. 2011. Regard sur ...*Viburnum x hillieri* 'Winton' : un arbuste facile et attractif. *Le Lien Horticole*. 765 (septembre): 20.
- Chambolle C., Malécot V. 2011. Regard sur ...*Staphylea colchica* : une belle longévité en sol calcaire. *Le Lien Horticole*. 773 (novembre):16.
- Chambolle C., Malécot V. 2011. Regard sur ...le gommier des neiges : un eucalyptus résistant au froid. *Le Lien Horticole*, n°749 (avril): 15.
- Chambolle C., Malécot V. 2011. Regard sur ...*Melia azedarach* : un petit arbre à gros potentiel pour climat doux. *Le Lien Horticole*, n°734 (janvier): 16.
- Chambolle C., Malécot V. 2011. Regard sur ...*Quercus phillyreoides* : brillance du feuillage et polyvalence du port. *Le Lien Horticole*, n°741 (février): 18.
- Chambolle C., Malécot V., 2011. Regard sur ...L'euphorbe des garrigues, un sous-arbrisseau ornemental des terrains filtrants. *Lien Horticole*. 757 (juin): 14.

Communications colloques

Communications orales

- Auvray G., Malécot V., 2011. Phylogeny of sections *Alburnoides*, *Spartopsis* and *Verzinum* of *Cytisus* L. (*Fabaceae*). XVIII International Botanical Congress. Melbourne (Australie), 23-31 juillet 2011.
- Broggin GAL, Durel CE, Fahrentrapp J, Vanblaere T, Peil A, Flachowsky H, Hanke MV, Krens FA, Schouten HJ, Gessler C, 2011. Swiss cisgenic approach for improved disease resistance in apple. II ISHS Genetically Modified Organisms in Horticulture Symposium, September 11-15, 2011, Nelspruit, South Africa.
- Durel C.E., Lasserre-Zuber P., Lê Van A., Le Cam B., Caffier V., Sapoukhina N. 2011. Durabilité de la résistance du pommier à la tavelure (*Venturia inaequalis*). Colloque EPGV_2011 'Détection, gestion et analyse du polymorphisme des génomes végétaux', 10-12 Octobre 2011, Monastir, Tunisie.
- Laurens F. 2011. Fruit quality : the point of view of a geneticist/breeder. 2nd Balkan Symposium on Fruit Growing, Pitesti (Roumanie), 5-7 September (conférencier invité).
- LLaurens F., 2011. Highlights on apple genetic studies and breeding programmes developed in Angers. Presentation of a new European initiative to increase fruit breeding efficiency. Zeijang University & Taiyuan Pomology station (China), Junes (conférencier invité).
- Laurens F., Aranzana M.J., Arus P., Bonany J., Corelli LPatocchi A., Peil A., Quilot B., Stella A., Troillard V., Velasco R., van de Weg E. 2011. The new EU project FruitBreedomics: an integrated approach for increasing breeding efficiency in fruit tree crops. XIII Eucarpia symposium on Fruit Breeding and Genetics. Varsovie (Pologne), 11-15 September (conférencier invité).
- Le Cam B., Gladieux P., Lê Van A., Durel C.E., Leroy T., Zhang X.G., Roldan Ruiz I., Coart E., Valdebenito Sanhueza R.M., Sbaghi M., Caffier V. 2011. Global expansion of the apple scab fungus *Venturia inaequalis* in connection with the domestication of its host. Conférences Jacques Monod, June 25-29, Roscoff.
- Lecomte M., Alenda C., Sement F., Berthet M., Briard M. Hamama L., Poupard P., Berruyer R. 2011. Exploring plant defense pathways in the carrot-*Alternaria dauci* pathosystem, a non-model interaction. 63rd International Symposium of Crop Protection. Ghent (Belgique), 24 May.
- Lespinasse Y., Renard M., Rolland B. 2011. Use of plant variety protection by national research centers. INRA-French National Institute for Agricultural Research. The benefits of public-private partnership. Séminaire UPOV sur la protection des variétés végétales et le transfert de technologie: les bénéfices du partenariat public-privé. Genève (CH), 12 April.
- Malécot V. 2011. History of cultivated *Genista*, originating from Macaronesia. XVIII International Botanical Congress. Melbourne (Australie), 23-31 July.
- Malécot V. 2011. Intérêt de la phylogénie pour l'amélioration des plantes à

multiplication végétative. Journées de l'Association des Sélectionneurs Français-section « plantes à multiplication végétative », Saint-Pol-de-Léon, 16 juin (conférencier invité).

- Malécot V. 2011. Mobilisation de sources du XIX^e siècle dans les études contemporaines de systématique des plantes cultivées. Journées de la SHESVIE, Angers (France), 17-18 mars (conférencier invité).

- Malécot V., Daniel H., Haury J. 2011. Définitions, origines des introductions, notions de risques, nuisances et impacts. Colloque régional: Les plantes invasives en Pays de la Loire. Angers (Terra-Botanica), 11-12 mai (conférencier invité).

- Renou J.P., Ferrand M., Fagard M., Vedel R., Martin-Magniette M.L., Aubourg S., Hofte H., Pelletier S. 2011. An orphan gene of *Arabidopsis* involved in protection against *Erwinia amylovora* induced cell-death, uncovered by meta-analysis of CATMA transcriptome data. II^e DNA & Genome Day Conference de Dalian (China), April.

Posters

- Hamama L., Voisine L., Naouar A., Gala R., Cesbron D., Michel G., Leplat F., Foucher F., Hibrand-Saint-Oyant L., Dorion N. 2011. Effect of GA3 and Paclobutrazol on adventitious shoot regeneration of two *Pelargonium* sp. 7th ISHS on *In Vitro* Culture and Horticultural Breeding. Ghent (Belgique), 18-22 September.
- Lasserre P., Denancé C., Barra A., Feugey L., Durel C.-E. 2011. Characterizing the genetic diversity within the 1060 apple accessions of the INRA germplasm collection indicates a weak structuration into three sub-groups. 9^{ème} PlantGEM. Istamboul (Turquie), 4-7 May.
- Leforestier D., Denancé C., Guérif P., Tellier M., Bouvier L., Chevalier M., Lespinasse Y., Durel C.E., Percheviel L. 2011. Exploring genomic organisation of scab resistance in pear. XIII Eucarpia Symposium on Fruit Breeding and Genetics, September 11-15, Warsaw, Poland.



Mémoires de thèse et HDR

- Auvray G. 2011. Les relations phylogénétiques au sein d'un système réticulé : cas particulier de *Cytisus scoparius* L. (Genisteae, Fabaceae) et des espèces hybrides et cultivars apparentés. Thèse de doctorat, spécialité Sciences Agronomiques. Ecole doctorale VENAM, soutenue le 21 octobre 2011 (300 p.).
- Dulac A. 2011. Marqueurs phénotypiques de la diversité des ressources génétiques du genre *Hydrangea*. Thèse de doctorat, spécialité Chimie Analytique. Ecole doctorale VENAM, soutenue le 22 septembre 2011.
- Galvez-Lopez D. 2011. Etude des déterminants structuraux et génétiques de la texture de la pomme. Thèse de doctorat, spécialité Sciences Agronomiques. Ecole doctorale VENAM, soutenue le 15 juin 2011 (181 p.).
- Grapin A. 2011. Mémoire présenté en vue de l'obtention de l'Habilitation à Diriger des Recherches, auprès de l'Université d'Angers. Soutenu le 04 novembre 2011 (122 p.).
- Lê Van A. 2011. Potentiel évolutif du pouvoir pathogène de *Venturia inaequalis* en lien avec la domestication du pommier et l'utilisation de résistances quantitatives en amélioration variétale. Thèse de doctorat, spécialité Sciences Agronomiques. Ecole doctorale VENAM, soutenue le 25 mars 2011 (133 p.).

Mémoires de stages

- Allion E. 2011. Contribution aux étapes préliminaires du protocole de cryoconservation par droplet-vitrification sur le pommier (*Malus domestica*). Master 1, mention Biologie et Technologies du Végétal. Université d'Angers (24 p.).
- Araou E. 2011. Diversité génétique et origine de la remontée de floraison chez le rosier. Master 2 BSA, spécialité Biologie Végétale Intégrative: Gène, Plante, Agrosystème (BioVIGPA). Université d'Angers, de Bretagne occidentale, de Nantes, de Poitiers, de Rennes I, de Tours, et Agrocampus Ouest (32 p.).
- Berthet M. 2011. Caractérisation moléculaire de la résistance de la carotte face à *Alternaria dauci* et au zinniol. Master 2. Université P et M. Curie, Paris 6 (32 p.).
- Durand M. 2011. Evolution de la composition en amidon et sucres solubles de la pomme au cours de son développement en lien avec sa dynamique de croissance et conséquences sur sa texture. Master 1, Biologie et Technologie du Végétal. Université d'Angers (29 p.).
- Gourdon C. 2011. Analyse transcriptomique : une pectine méthylestérase associée au caractère farineux de la pomme ? Master de Sciences et Technologies, mention Biologie Intégrative et Physiologie, spécialité Biologie et Physiologie des Organismes. Université P et M. Curie -Sorbonne Universités (34 p.).
- Lavaud C. 2011. Caractérisations morphométriques de jeunes pommiers et lien avec la qualité texturale des pommes. Master 1, Biologie et Technologie du Végétal. Université d'Angers (40 p.).
- Lecerf M. 2011. Facteurs influençant l'aptitude des explants foliaires de rosier à la régénération par bourgeonnement adventif. Master 1 Horti. Agrocampus-Ouest. Rapport confidentiel sous forme de publication.
- Leforestier D. 2011. Cartographie comparée de gènes de résistance à la tavelure *Venturia* sp. chez le poirier *Pyrus* sp. et le pommier *Malus* sp. Master 2 STS, spécialité Biologie Végétale Intégrative: Gène, Plante, Agrosystème (BioVIGPA). Université d'Angers, de Bretagne occidentale, de Nantes, de Poitiers, de Rennes I, de Tours, et Agrocampus-Ouest (20 p.).
- Roman H. 2011. Caractérisation de la production de pollens non réduits dans des conditions de stress de température sur 6 génotypes de *Rosa*. Master 1, Horticulture. Agrocampus-Ouest (10 p.).
- Toulbia Y. 2011. Etude fonctionnelle du gène de la remontée de floraison chez le rosier. Master 2 STS, spécialité Biologie Végétale Intégrative: Gène, Plante, Agrosystème (BioVIGPA). Université d'Angers, de Bretagne occidentale, de Nantes, de Poitiers, de Rennes I, de Tours, et Agrocampus-Ouest (20 p.).



© V. Caffier, Inra

Pommier sensible inoculé par une souche de *V. inaequalis* issue de *M. x domestica*



© A. Lê Van, Inra

Pommier résistant inoculé par une souche de *V. inaequalis* issue de *M. sylvestris*

Les populations de *Venturia inaequalis* présentes sur pommiers sauvages présentent-elles un risque pour les résistances du pommier à la tavelure ?

Objectif

Nous recherchons des facteurs de résistance du pommier à la tavelure dont la combinaison dans de nouvelles variétés soit durable. Nous avons cherché à déterminer si les pommiers sauvages, qui hébergent aussi ce champignon, constituent un risque de réservoir de souches virulentes vis-à-vis des facteurs de résistance actuellement utilisés en sélection.

Contexte

Le pommier cultivé (*Malus x domestica*) est largement sensible à la tavelure causée par le champignon *Venturia inaequalis*. Les facteurs de résistance du pommier utilisés en sélection pour créer des variétés résistantes sont jusqu'à présent évalués vis-à-vis de souches de *V. inaequalis* collectées sur pommier cultivé. De nouvelles virulences peuvent apparaître et contourner les résistances utilisées. En particulier, *V. inaequalis* est également présent sur des espèces sauvages apparentées au pommier cultivé, notamment *M. sieversii* (ancêtre du pommier présent en Asie centrale), et *M. sylvestris* (espèce sauvage européenne). Ces espèces sauvages pourraient donc héberger des souches de *V. inaequalis* présentant des virulences nouvelles pour le compartiment cultivé.

Résultats

Nous avons constitué 3 « core » collections maximisant la diversité allélique neutre (basée sur des loci SSR) pour 3 populations de *V. inaequalis* prélevées sur *M. sieversii*, *M. sylvestris* et *M. x domestica*. Pour chaque « core » collection, 10 souches ont été inoculées en mélange en conditions contrôlées sur 51 génotypes de pommier issus d'une descendance ségrégeant pour 6 facteurs de résistance. Nous avons montré que les souches des compartiments sauvages sont capables d'infecter des génotypes de pommier sensibles à la tavelure, mais que les facteurs de résistance testés dans cette étude restent efficaces vis-à-vis de souches provenant de *M. sylvestris* et *M. sieversii*. Cette démarche, basée sur des « core » collections, est une nouvelle étape dans une prise en compte plus systématique de la diversité de *V. inaequalis* pour évaluer les résistances variétales.

Perspectives

Évaluer les résistances variétales en exploitant au mieux la diversité des populations de *V. inaequalis* est fondamental, mais cette approche doit être complétée par une analyse de l'impact des facteurs de résistance sur les populations pathogènes. Pour répondre à cette question, nous développons deux approches différentes : 1) évaluation de la filtration des souches par les facteurs de résistances (i.e. mesure de l'évolution de la composition d'un mélange de souches en conditions contrôlées), 2) évolution du pouvoir pathogène des populations de *V. inaequalis* soumises aux pressions de sélection exercées par les facteurs de résistance au verger sur plusieurs années.

Partenaires

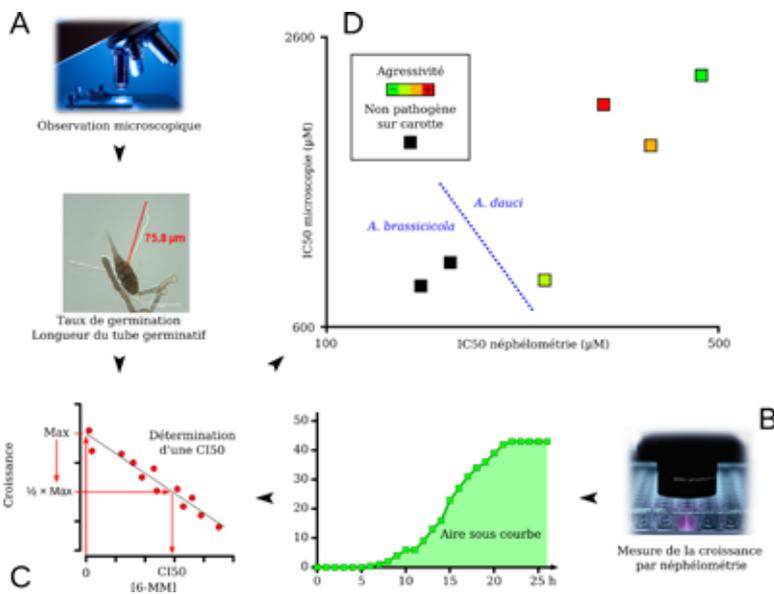
Ce travail a été réalisé dans le cadre d'une bourse de thèse cofinancée par l'INRA (Département SPE/GAP) et la Région Pays de la Loire, avec le support financier du réseau ENDURE (European Network for Durable Exploitation of Crop Protection Strategies, EU FP6 project no. 031499).

Bibliographie

- A. Lê Van, C.E. Durel, B. Le Cam, V. Caffier, 2011. The threat of wild habitat to scab resistant apple cultivars. *Plant Pathology* 60, 621–630.
- A. Lê Van, 2011. Potentiel évolutif du pouvoir pathogène de *Venturia inaequalis* en lien avec la domestication du pommier et l'utilisation de résistances quantitatives en amélioration variétale. Thèse de Doctorat, Ecole Doctorale VENAM, 134p.

Contact

Valérie CAFFIER, Equipe EcoFun, UMR IRHS (INRA-Agrocampus Ouest-Université d'Angers) 42 rue G. Morel, BP 60057, 49071 Beaucouzé Cedex. Mél. valerie.caffier@angers.inra.fr



Mesure de la résistance de différentes souches d'*Alternaria* à la 6-méthoxymelléine par deux méthodes différentes. La résistance a été mesurée en évaluant la croissance du champignon dans des milieux contenant des quantités variables de 6-MM. A. : Utilisation du microscope optique pour mesurer le taux de germination et la longueur du tube germinatif. B. : Utilisation de la néphélométrie pour évaluer la croissance du champignon de façon automatique. C. : Détermination de la CI50 à partir des données obtenues en A ou B. D. : Comparaison des résultats obtenus avec les méthodes A et B. La couleur dénote le niveau d'agressivité de chaque souche d'*A. dauci* mesuré par ailleurs (Boedo et al. 2012). Les CI50 mesurées par microscopie et néphélométrie ne sont pas directement comparables, mais elles sont très corrélées entre elles. Quelle que soit la méthode utilisée, *A. brassicicola* présente une faible résistance à la 6-MM. Chez *A. dauci*, il n'y a pas de corrélation entre résistance à la 6-MM et agressivité.

Mieux connaître le déterminisme de l'interaction 'Alternaria dauci-carotte' : effets inhibiteurs de la 6-méthoxymelléine sur le développement du pathogène

Objectif

Les objectifs de l'étude sont : 1) de comparer différentes méthodes permettant de mesurer la résistance d'*A. dauci* à la 6-MM, 2) d'étudier l'évolution de la concentration en 6-MM au cours du temps dans deux cultivars de carotte, l'un sensible, l'autre partiellement résistant, 3) d'évaluer le niveau de résistance à la 6-MM de différentes souches d'*A. dauci*, mais aussi d'*A. brassicicola*, espèce non pathogène sur carotte.

Contexte

Alternaria dauci est responsable de la maladie foliaire la plus préjudiciable sur carotte de consommation et carotte porte-graine. Cette maladie est présente dans toutes les régions du globe où la carotte est cultivée. *A. dauci*, pathogène transmis par la semence, est une cause fréquente de refus de lots par les établissements semenciers. La lutte contre cette maladie est essentiellement réalisée par l'application de fongicides et par l'utilisation de variétés dont la résistance partielle est d'un niveau insuffisant. L'amélioration des méthodes de lutte nécessite une meilleure connaissance de certains déterminants de l'interaction hôte-pa-

thogène, comme le rôle joué par les phytoalexines dans l'interaction entre *A. dauci* et son hôte. En effet, l'intensité et la précocité de la synthèse des phytoalexines sont susceptibles d'être impliquées dans la résistance partielle. Par ailleurs, la résistance de l'agent pathogène à ces molécules est susceptible de participer à la variabilité du niveau d'agressivité des différentes souches. Ce mécanisme peut aussi être impliqué dans la spécificité d'hôte. La principale et la mieux connue des phytoalexines produites par la carotte est la 6-méthoxymelléine (6-MM).

Résultats

Un échantillon de souches d'*Alternaria* a été constitué. Il comprend cinq souches appartenant à l'espèce *A. dauci*, qui représentent une large gamme de niveaux d'agressivité (Boedo et al. 2012). À cette gamme ont été ajoutées deux souches d'*A. brassicicola*, une espèce pathogène sur Brassicacées. La sensibilité de ces sept souches a été évaluée en mesurant leur vitesse de croissance en présence d'une concentration variable en 6-MM. Une CI50, concentration à laquelle la croissance du champignon est diminuée de moitié, a ainsi pu être mesurée. Une faible CI50 mesure donc une forte sensibilité du champignon. La croissance du champignon a été mesurée par l'observation du taux de germination et de la longueur du tube germinatif. Elle a aussi été mesurée par néphélométrie, une méthode permettant un suivi automatisé des cinétiques de croissance des champignons (Joubert et al. 2010).

Ces résultats sont intéressants à la fois d'un point de vue cognitif et méthodologique. Quelle que soit la méthode employée, les niveaux de résistance observés peuvent varier d'un facteur 3 d'une souche à l'autre. La forte corrélation des CI50 entre le taux de germination et l'aire sous courbe mesurée par néphélométrie (figure 1) montre que les méthodes néphélométriques permettent d'obtenir des résultats tout à fait comparables à des méthodes classiques. En revanche, la plus faible corrélation entre le taux de germination et l'élongation du tube germinatif montre que ces deux paramètres révèlent des aspects différents de la sensibilité d'*A. dauci* à la 6-MM. On ne note pas de corrélation significative entre l'agressivité des souches d'*A. dauci* utilisées dans cette étude et leur résistance à la 6-MM. En revanche, les deux souches d'*A. brassicicola* testées ici font partie des plus sensibles. On peut faire l'hypothèse d'un lien entre cette sensibilité et la spécificité d'hôte d'*A. brassicicola*.

Afin d'étudier l'évolution de la concentration en 6-MM dans des carottes confrontées à l'agent pathogène, un dosage a été réalisé par HPLC sur des feuilles inoculées avec *A. dauci* entre 0 et 13 jours après l'inoculation des variétés Presto (sensible) et Boléro (résistante).

On observe que les taux de 6-MM mesurés au cours de cette expérimentation sont tous nette-

ment inférieurs aux différentes CI50 mesurées précédemment chez *A. dauci* et *A. brassicicola*, et ce quel que soit le mode de mesure. Différentes hypothèses pourraient expliquer ce résultat : (i) La 6-MM n'est que très partiellement impliquée dans la résistance de la carotte à *A. dauci*, ou bien (ii) la 6-MM est bien impliquée dans cette résistance : les cellules végétales comprenant de nombreux compartiments, le champignon est confronté localement à des concentrations en 6-MM plus fortes que celles mesurées à l'échelle de l'organe entier. Si l'on regarde l'effet du temps et de la variété sur la concentration en 6-MM, c'est plutôt cette seconde hypothèse qui est favorisée. Quelle que soit la variété considérée, on observe une augmentation exponentielle de la concentration en 6-MM après l'inoculation. En l'absence de l'agent pathogène, le taux de 6-MM dans les feuilles de carotte n'augmente pas. Cette augmentation se fait à un rythme plus rapide dans la variété résistante que dans la variété sensible. À partir de 6 jours après inoculation, la différence de concentration en 6-MM entre ces deux variétés devient significative. On peut donc supposer que la production plus importante de 6-MM fait partie, chez Boléro, des mécanismes expliquant sa plus grande résistance.

Les résultats de cette étude permettent de supposer que la 6-MM est impliquée dans les mécanismes de la résistance et de la spécificité d'hôte observée dans l'interaction carotte – *A. dauci*. Sa concentration augmente de façon exponentielle dans les feuilles de carotte après inoculation. Elle est plus forte chez la variété résistante que chez la variété sensible. La to-

lérance à cette phytoalexine ne semble pas corrélée avec l'agressivité des souches d'*A. dauci*, mais elle est faible chez *A. brassicicola*, une espèce proche non pathogène sur carotte.

Partenaires

Cette étude est le fruit de recherches menées conjointement à l'UMR PaVé et l'UMR GenHort. Elle a reçu le soutien financier de l'entreprise HMClause (Bourse thèse CIFRE) et du projet « Création Variétale Potagère » (Fond Unique Interministériel).

Perspectives

Plusieurs pistes sont actuellement à l'étude pour mieux connaître les composés impliqués dans la guerre chimique où s'affrontent *A. dauci* et la carotte. D'une part, d'autres composés antifongiques produits par la carotte sont étudiés, dont le faltarinol et le faltarindiol (collaboration avec le SONAS). D'autre part, la résistance de la carotte aux phytotoxines produites par *A. dauci* est un sujet de recherche que nous sommes en train d'explorer dans le cadre de la thèse de M. Lecomte. Différentes méthodes d'analyse mises au point permettront de mieux connaître cet autre volet de l'interaction carotte/*A. dauci*.

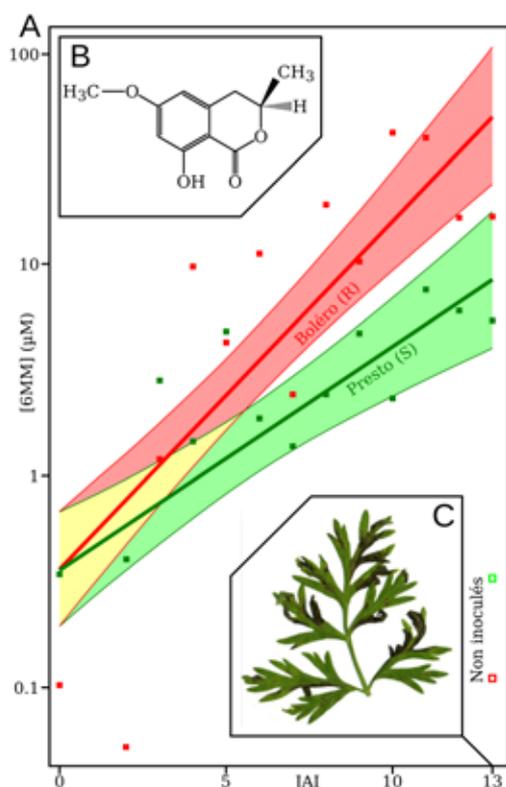
Bibliographie

- Boedo, C., Berruyer, R., Lecomte, M., Bersihand, S., Briard, M., Le Clerc, V., Simoneau P & Poupard, P. 2010. Evaluation of different methods for the characterization of carrot resistance to the *Alternaria* leaf blight pathogen (*Alternaria dauci*) revealed two qualitatively different resistances. *Plant Pathology* 59: 368–375.
- Joubert, A., Calmes, B., Berruyer, R., Bouchara, J.-P., Simoneau, P. & Guillemette, T. 2010. Application of laser nephelometry in automated microplate system to study the growth of filamentous fungi. *Biotechnique* 48(5):399-404.
- Boedo, C., Benichou, S., Berruyer, R., Bersihand, S., Lecomte, M., Dongo, A., Simoneau, P., Briard, M., Le Clerc, V. & Poupard, P. 2012. Evaluating aggressiveness and host range of *Alternaria dauci* in a controlled environment. *Plant Pathology* 61: 63-75.
- Lecomte, M., Hamama, L., Boedo, C., Hudhomme, P., Bersihand, S., N'Guyen, G., Briard, M., Simoneau P., Le Clerc, V., Poupard, P., Berruyer, R. 2012. Effets inhibiteurs de la phytoalexine 6-méthoxymelléine sur le développement d'*Alternaria dauci*, agent de la brûlure foliaire de la carotte. 9^{èmes} Rencontres de Phytopathologie-Mycologie de la Société Française de Phytopathologie, Journées Jean Chevaugon, 16-20 janvier 2012, Aussois, France.

Contacts

Pascal POUPARD, Philippe SIMONEAU, Équipe Fungisem, UMR IRHS (INRA-Agrocampus Ouest-Université d'Angers), 2 Bd Lavoisier, 49066 Angers cedex.
Mickaël LECOMTE, Romain BERRUYER, Latifa HAMAMA, Mathilde BRIARD, Équipe Carrot, UMR IRHS (INRA-Agrocampus Ouest-UA), 2 Rue Le Nôtre, 49045 Angers cedex.

Évolution dans le temps de la production de 6-MM par des feuilles de carottes sensibles ou résistantes confrontées à *A. dauci*. La concentration en 6-MM a été mesurée dans des feuilles entières de carottes infectées par *A. dauci*, et appartenant à deux variétés de carotte, Presto (S) et Boléro (R). A. : Résultats obtenus et modélisation. Les données obtenues sont cohérentes avec une croissance exponentielle de la concentration en 6-MM au cours du temps. La différence de concentration en 6-MM entre Presto et Boléro est observée à partir de six jours après inoculation. B. : Formule développée de la 6-MM. C. : Feuille de carotte infectée par *A. dauci* et photographiée 13 jours après son inoculation.



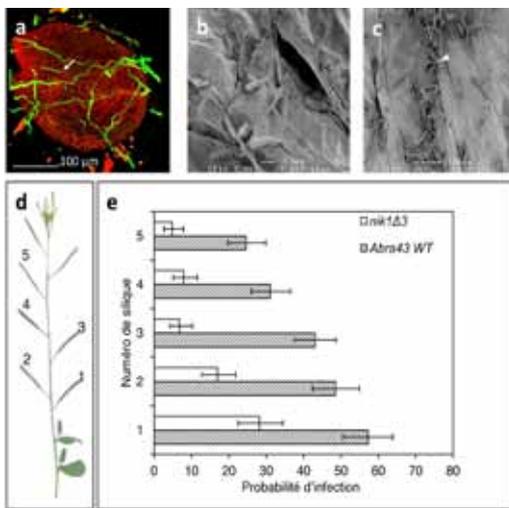


Figure 1 :

- Mycélium (coloré au solophenyl) sur une graine d'*A. thaliana* (colorée par l'iode de propidium). Les hyphes se développent en surface, puis pénètrent dans les téguments (flèche), comme en témoigne la diminution de la coloration des hyphes (microscopie confocale)
- Formation de conidies sur graine d'*A. thaliana* (microscopie électronique à balayage)
- Développement de mycélium et formation de conidies (tête de flèche) sur la face externe d'une silique (microscopie électronique à balayage)
- Localisation des siliques inoculées sur une plante d'*A. thaliana*
- Taux de transmission d'*A. brassicicola* aux graines d'*A. thaliana* : *Abra43* (sauvage) et *nikΔ3*, inactivé dans la voie de réponse au stress osmotique

Etude du déterminisme de la transmission des pathogènes aux semences sur la plante modèle *Arabidopsis thaliana*

Objectif

La transmission par la semence est une étape critique dans l'écologie de nombreux agents phytopathogènes et également dans l'épidémiologie des maladies qu'ils occasionnent. Elle permet la survie et assure la dispersion des agents pathogènes. Les mécanismes moléculaires impliqués dans la contamination de la graine puis dans l'infection de la plantule demeurent cependant encore largement méconnus. Des travaux pionniers réalisés dans notre unité ont permis de caractériser certains de ces mécanismes responsables de la transmission à et par la graine, des agents pathogènes fongiques et bactériens. De telles études restent toutefois relativement difficiles à conduire sur les espèces – hôtes cultivées, dans la mesure où elles doivent être réalisées en conditions contrôlées au cours de la phase reproductive de celles-ci. Des expériences sur des plantes modèles à cycle court et utilisant des espèces pathogènes bien connues génétiquement devraient permettre de significativement accélérer la collecte des données lors de cette phase du cycle infectieux.

Contexte

Cette étude a pour but de développer, pour les pathosystèmes *Xanthomonas campestris pv campestris* -*A. thaliana* et *Alternaria brassicicola* -*A. tha-*

liana, le cadre expérimental permettant l'étude ciblée de la phase de transmission des pathogènes aux et par les semences. Pour ces deux agents pathogènes, le génome est séquencé, les méthodes d'obtention de mutants inactivés et d'infection d'*A. thaliana* au stade végétatif sont bien maîtrisées dans l'unité. L'étude consiste à définir les conditions d'infection au stade reproductif permettant la transmission aux semences et à analyser en détail les étapes de cette transmission, dans la perspective d'identifier les facteurs qui contrôlent cette phase du cycle infectieux.

Résultats

Pathosystème *Alternaria brassicicola* (Ab)-*A. thaliana*

Les siliques sont inoculées par dépôt de 2 gouttes d'inoculum (suspension calibrée de conidies d'Ab). Les graines sont récoltées individuellement 10 jours après inoculation et déposées sur boîte de Petri, ce qui permet de déterminer un taux de contamination global par plante (en général, environ 30% de graines contaminées) et par silique. Un gradient au niveau des taux de contamination des graines (de la silique la plus âgée à la silique la plus jeune) est observé de façon reproductible sur les plantes, les graines issues des siliques les plus âgées étant plus fortement contaminées que les graines issues des siliques plus jeunes.

Des observations en microscopie confocale et microscopie électronique à balayage ont permis de confirmer qu'Ab pénètre dans les tissus des siliques puis dans les téguments des graines. Le champignon est également capable de former des conidies sur les siliques et les graines.

L'utilisation de ce pathosystème a permis de montrer que la transmission d'Ab aux semences de plantes d'*A. thaliana* inactivées dans la voie de biosynthèse des flavonoïdes est significativement plus faible que chez le génotype sauvage. De la même manière, une souche d'Ab mutante au niveau d'un gène impliqué dans la voie de réponse au stress osmotique est altérée dans sa capacité à se transmettre aux semences d'*A. thaliana*, ce qui confirme des résultats obtenus antérieurement dans l'équipe, sur radis porte-graines, sur l'importance de la réponse au stress osmotique dans la transmission aux semences.

Pathosystème *X. campestris pv campestris* (Xcc)-*A. thaliana*

La voie vasculaire est la voie privilégiée de transmission de Xcc aux graines d'arabette écotype Sf-2. L'injection de l'inoculum directement dans la hampe florale permet d'obtenir des fréquences de transmission de l'ordre de 50% de Xcc pour un inoculum calibré à 10^7 ufc/mL alors que l'injection dans la nervure principale des feuilles entraîne soit la mort de la plante pour de fortes

concentrations d'inoculum, soit une faible fréquence de transmission. Cette transmission vasculaire est de plus dépendante d'un système de sécrétion de type trois (SST3) fonctionnel et n'est pas observable pour un pathogène en situation incompatible tel que *X. axonopodis* pv. *phaseoli* (souche Xapf 4834-R). Xcc ne se transmet pas par voie florale à la graine d'arabette. Cela est cohérent d'un point de vue évolutif avec le caractère autogame dominant de cette plante qui possède un stigmathe de type « sec » composé uniquement de protéines, glycoprotéines et lipides. Nous avons montré que l'étape ultérieure de survie des bactéries sur la graine est fortement dépendante d'un facteur régulateur majeur (σ^{54}) contrôlant la formation de biofilm via l'adhésion à un support et l'agrégation entre cellules. Cette étape de survie sur les graines est également dépendante d'un effecteur du SST3 HpaI qui par ailleurs est structurellement proche des déhydrines d'eucaryotes. HpaI pourrait faciliter l'adaptation de Xcc dans le système vasculaire puis assurer sa protection face au stress hydrique régnant sur la graine.

Mise au point d'un pathosystème modèle permettant d'étudier, en conditions contrôlées et de façon reproductible, les facteurs déterminants de la transmission d'*A. brassicicola* et *X. campestris* pv. *campestris* aux semences des plantes de la famille des Brassicacées et leur survie sur semence.

Perspectives

La mise au point de ces deux pathosystèmes constitue un préalable incontournable pour des études d'écologie évolutive visant à mesurer l'importance de ce trait de vie dans les processus adaptatifs des populations des pathogènes modèles choisis. Les travaux utilisant ces dispositifs expérimentaux et visant à identifier, notamment par l'utilisation de génotypes mutants, des déterminants associés à cette étape du processus infectieux tant chez les agents pathogènes que chez la plante hôte, se poursuivent.

Figure 2. : Détermination des conditions optimales de transmission de Xcc ATCC33913 aux graines d'*A. thaliana* écotype sf-2 : effet de la méthode d'inoculation et des concentrations d'inoculum. La souche Xcc-hrpG, mutant de Xcc ATCC33913 dans le régulateur central du système de sécrétion de type trois (HrpG), et la souche CFBP4834-R de *X. axonopodis* pv. *phaseoli* sont utilisées pour montrer la sélectivité de la transmission par voie vasculaire.

	Dépôt de l'inoculum dans les fleurs			Injection de l'inoculum dans les feuilles			Injection de l'inoculum dans la hampe florale		
	Dépôt sur toutes les fleurs présentes, 5 µl. d'inoculum / fleur			3 piqûres dans la nervure centrale / feuille, 6 feuilles / plante			1 piqûre dans la hampe / plante, 2 µl. d'inoculum / piqûre		
	Concentration de l'inoculum (ufc/mL)								
	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁸	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁸	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁸
	Fréquence moyenne de transmission (nombre de plantes analysées)								
Xcc ATCC33913	0% (30)	0% (30)	0% (30)	0% (20)	17% (20)	17% (20)	30% (20)	50% (20)	12,5% (20)
Xcc-hrpG							0% (8)	0% (8)	0% (8)
Xapf 4834R							0% (8)	0% (8)	0% (8)

Partenaires

Cette étude a été menée conjointement à l'UMR PaVé entre les équipes CFN et EDTa-BP et en collaboration avec l'UMR PMS. Elle a constitué une partie des travaux de thèse de Stéphanie Pochon et a reçu le soutien financier de la Région Pays de la Loire (QUALISEM) et du Département SPE de l'INRA.

Marjorie Juchaux, Plateforme IMAC, SFR Quasav, 42 rue Georges Morel, 49071 Beaucouzé.

Sonia Georgeault, Service Commun d'Imagerie et d'Analyses Microscopiques (SCIAM), Université d'Angers, Institut de Biologie en Santé, 4 rue Larrey, 49933 Angers cedex.

Bibliographie

■ Pochon S., Terrasson E., Guillemette T., Iacomi-Vasilescu B., Georgeault S., Juchaux M., Berruyer R., Debeaujon I., Simoneau P., Champion C. 2012. The *Arabidopsis thaliana* – *Alternaria brassicicola* patho-system: a model interaction for investigating seed transmission of necrotrophic fungi. Accepted dans *Plant Methods* 2012, 8:16.

Contacts

Philippe SIMONEAU, Thomas GUILLEMETTE, Claire CAMPION, Equipe Fungisem, UMR IRHS (INRA-Agrocampus Ouest-Université d'Angers), 2 bd Lavoisier, 49045 Angers cedex 01. Méls. philippe.simoneau@univ-angers.fr ; thomas.guillemette@univ-angers.fr ; claire.campion@univ-angers.fr
Marie-Agnès JACQUES, Armelle DARRASSE, Equipe EmerSys, UMR IRHS (INRA-Agrocampus Ouest-Université d'Angers), 42 rue G. Morel, BP 60057, 49071 Beaucouzé cedex. Méls. marie-agnes.jacques@angers.inra.fr ; armelle.darrasse@angers.inra.fr



Revue scientifique à comité de lecture

■ Boureau T., Perino C., Gaubert S., Siamer S., Patrit O., Degrave A., Fagard M., Chevreau E. And Barny M-A. 2011. The hrpn effector of *Erwinia amylovora*, which is involved in type iii translocation, participates, directly or indirectly, in callose elicitation during fire blight disease. *Molecular plant microbes interactions*, vol: 24 issue, 577-584. doi: 10.1094/mpmi-09-10-0212.

■ Boureau T., Siamer S., Gaubert S., Perino C., Degrave A., Fagard M., Barny M-A. 2011. The hrpn protein of the plant pathogen *Erwinia amylovora*, which participates to type iii secretion translocation, triggers callose deposition on apple leaves. Sobiczewski, p.; kaluzna, m.; pulawska, j. Eds. *Acta horticulturae* issue: 185-193, 896 p.

■ Duge De Bernonville, T., Gaucher, M., Guyot, S., Durel, C.E., Dat, J.F. & Brisset, M.N. 2011. The constitutive phenolic composition of two malus x domestica genotypes is not responsible for their contrasted susceptibilities to fire blight. *Environmental and experimental botany* 74, 65-73.

■ Fargier E., Le Saux M. And Manceau, C. 2011. A multilocus sequence analysis of *Xanthomonas campestris* reveals a complex structure within crucifer-attacking pathovars of this species. *Systematic and applied microbiology*, 34: 156-165.

■ Guillemette T., Ram A. F. J., Carvalho N.D.S.P., Joubert A., Simoneau P., Archer D. 2011. Methods for investigating the upr in filamentous fungi. *Methods in enzymology* 490, 1-29.

■ Hajri A, Brin C, Zhao S, David P, Feng Jx, Koebnik R, Szurek B, Verdier V, Boureau T, Poussier S., 2011. Multilocus sequence analysis and type iii effector repertoire mining provide new insights into the evolutionary history and virulence of *xanthomonas oryzae*. *Molecular plant pathology* sep 19. Doi: 10.1111/j.1364-3703.2011.00745.x. [epub ahead of print]

■ Joubert A., Bataille-Simoneau N., Campion C., Guillemette T., Hudhomme P., Iacomini-Vasilescu B., Leroy T., Pochon S. Poupard P., Simoneau P. 2011. Cell wall integrity and high osmolarity

glycerol pathways are required for adaptation of *Alternaria brassicicola* to cell wall stress caused by brassicaceous indolic phytoalexins. *Cellular microbiology* 13, 62-80.

■ Joubert A., Simoneau P., Campion C., Bataille-Simoneau N., Iacomini-Vasilescu B., Poupard P., Francois J.M., Georgeault S., Sellier E., Guillemette T. 2011. Impact of the unfolded protein response on the pathogenicity of the necrotrophic fungus *alternaria brassicicola*. *Molecular microbiology* 79, 1305-24.

■ Mhedbi-Hajri N., Darrasse A., Pigne S., Durand K., Fouteau S., Barbe V., Manceau C., Lemaire, C. And Jacques, M.A. 2011. Sensing and adhesion are adaptive functions in the plant pathogenic xanthomonads. *Bmc evolutionary biology*, 11: 12 p.

■ Mhedbi-Hajri N., M.-A. Jacques, And R. Koebnik 2011. Adhesion mechanisms of plant-pathogenic *Xanthomonadaceae*. In d. Linke, a. Goldman (eds.), bacterial adhesion, advances in experimental medicine and biology 715, doi 10.1007/978-94-007-0940-9_5.

■ Parravicini, G., Gessler, C., Denance, C., Lasserre-Zuber, P., Vergne, E., Brisset, M.N., Patocchi, Durel, C.E. & Brogini, G.A.L. 2011. Identification of serine/threonine kinase and nucleotide-binding site-leucine-rich repeat (nbs-lrr) genes in the fire blight resistance quantitative trait locus of apple cultivar 'evereste'. *Molecular plant pathology* 12, 493-505.

■ Ramette A., Frapolli M., Fischer-Le Saux M., Gruffaz, C., Meyer J.M., Défago G., Sutra L., Moëne-Loccoz Y. 2011. *Pseudomonas protegens* sp. Nov., widespread plant-protecting bacteria producing the biocontrol compounds 2,4-diacetylphloroglucinol and pyoluteorin. *Systematic and applied microbiology* 34(3): 180-188. M.f.l.s., a.r. & m.f. contributed equally to this work.

■ Zamani Z., M. Bahar, M.-A. Jacques, M.R. Lak And A. Akhavan 2011. Genetic diversity of the common bacterial blight pathogen of bean, *xanthomonas axonopodis* pv. *Phaseoli*, in iran revealed by rep-pcr and pcr-rflp analyses. *World j. Microbiol. Biotechnol.* Doi 10.1007/s11274-011-0705-7.

Revue sans comité de lecture

■ Prunet J.P., Manceau C., Laigret F., Verhaegue. 2011. Identification et caractérisation de *xanthomonas arboricola* pv. *Juglandis*. Bactérie responsable du chancre vertical suintant sur noyer en France. *Infos CTIFL*, mai 2011 n°271. 37-40.

Communications colloques

■ Boedo, C., Benichou, S., Bersihand, S., Simoneau, P., Poupard, P. Berruyer, R., Briard, M., Le Clerc, V. 2011. *Alternaria dauci*, agent causal des brûlures foliaires est pathogène sur différentes espèces végétales. 6^{ème} rencontres du végétal, Agrocampus Ouest centre d'Angers, 10-11 janvier 2011.

■ Boureau T., Bove E., Belin E., Jacques M.A. & Rousseau D. 2011. Non destructive quantitation of symptoms on leaves by measuring the fluorescence of chlorophyll. Réunion annuelle du réseau français sur les *xanthomonas* (fnx : french network on xanthomonads), Montpellier, 14-15 novembre 2011.

■ Chhel F., Goëffon A., Lafosse A., Lardeux F., Saubion F., Hunault G., Boureau T. 2011. The bacterial strains characterization problem. In proceedings of sac'2011. Pp.108-109.

■ Chhel F., Goëffon A., Lardeux F., Saubion F., Hunault G., Boureau T. 2011. Experimental approach for bacterial strains characterization. European conference on evolutionary computation, turin, april 2011. In c. Pizzuti, m.d. ritchie, and m. Giacobini (eds.) Evobio 2011, lncs 6623, pp. 135-140. Springer-verlag berlin heidelberg.

■ Davanture M, Valot B, Campion C, Dumur J, Bataillé-Simoneau N, Zivy M, Simoneau P, Fillinger S. 2011. The fludioxonil induced phosphoproteomes of the phytopathogenic fungi *alternaria brassicicola* and *botrytis cinerea*. 26th fungal genetics conference, asilomar, californie, 15-20 mars 2011.

■ David P, A. Hajri, C. Rousseau, C. Brin, S. Bonneau, A. Darrasse, M.-A. Jacques, A. Bernal, R. Koebnik, S. Poussier, C. Lemaire & T. Boureau 2011. Evidences for selection on promoter region reveal a hidden aspect of the multifaceted



evolution of *avrbs2* in *xanthomonas axonopodis*. Int. Symp. On communication in plants and their responses to the environment. Halle, Allemagne. 2011/06/19-22.

■ David P., Hajri A., Rousseau C., Brin C., Bonneau S., Darrasse A., Jacques M.A., Bernal A., Koebnik R., Poussier S., Lemaire C. & Boureau T. 2011. Evidences for selection on promoter region reveal a hidden aspect of the multifaceted evolution of *avrbs2* in *xanthomonas axonopodis*. International meeting "communication in plants and their responses to the environment", Halle (saale, Allemagne), May 19-22 2011.

■ Guillemette T., Joubert A., Champion C., Bataillé-Simoneau N., Iacomini-Vasilescu B., Poupard P., Simoneau P. 2011. Cellular pathways activated in the necrotrophic fungus *alternaria brassicicola* in response to camalexin exposure, 26th fungal genetics conference, asilomar, californie, 15-20 mars 2011.

■ Hajri A., Pothier J., Fisher-Le Saux M., Bonneau S., Boureau T., Poussier S., Duffy B. And Manceau C. 2011. New insights into the plant-bacteria interaction of *xanthomonas arboricola* are provided by the type iii effectors genes distribution and variation analyses. Bageco 2011 Corfu, Greece. 2011/05/29 06/02.

■ Lecomte M. 2011. Analyse des mécanismes de défense de la carotte face à *alternaria dauci*. Journée des doctorants de l'IFR quasav, 4^{ème} édition, 17 novembre 2011.

■ Lecomte M., Alenda C., Sement F., Berthet M., Briard M., Poupard P., Berruyer R. 2011. Exploring plant defence pathways in the carrot-*alternaria dauci* pathosystem, a non-model interaction. *Communications in agricultural and applied biological sciences* 76(4), 587-590. Proceedings of the 63rd international symposium of crop protection, ghent, belgique, 24 mai 2011.

■ Marques S., Cadot V., Bersihand S., Suel A., Huet S., Le Clerc V., Berruyer R., Poupard P., Simoneau P., Briard M. 2011. Evaluation dans différentes conditions environnementales de la résistance des variétés de carotte à *alternaria dauci*: prise en compte du stade de développement de la plante

et de l'agressivité de la souche. 6^{ème} Rencontres du Végétal, Agrocampus Ouest-centre d'Angers, 10-11 janvier 2011.

■ Pochon S., Terrasson E., Champion C., Jacques M.A., Guillemette T., Simoneau P. 2011. Etude du mode de colonisation des graines et des siliques de la plante modèle *arabidopsis thaliana* par *alternaria brassicicola*, champignon pathogène des plantes de la famille des brassicacées. Journée du sciam, Paris, 12 avril 2011.

■ Pochon, S., Champion, C., Darasse, A., Guillemette, T., Jacques, M-A., Simoneau, P. 2011. Etude des mécanismes moléculaires impliqués dans la transmission des pathogènes aux semences d'*arabidopsis thaliana*. Journée des doctorants de l'IFR quasav, 4^{ème} édition, 17 novembre 2011.

■ Rousseau C. & Boureau T. Comparative analysis of the xopn family in the genus *xanthomonas*. Effectome meeting iv, september 28-30 2011, Lauret, France,

■ Rousseau D., Hardouin L., Rojas-Varela J., Belin E., Boureau T., Morel P., Galopin G., Durr C. 2011. Dynamique enseignement-recherche et interdisciplinarité stic-sciences du vivant. 9e colloque sur l'enseignement des technologies et des sciences de l'information et des systèmes cetsis. Trois rivières, Québec, October 23-26 2011.

Brevet

■ Brisset, M.N. & Duge de Bernonville, T. 2011. Device for determining or studying the state of stimulation of the natural defenses of plants or portions of plants. Pub. No.: wo/2011/161388, international application no.: pct/fr2011/051470. Publication date: dec 29, 2011, international filing date: jun 24, 2011. Brevet français déposé par l'Inra à l'Inpi le 24 juin 2010.

Mémoires de thèse et d'HDR

■ Calmes B. Réponses adaptatives d'*alternaria brassicicola* au stress oxydatif lors de l'interaction avec les brassicacées. Thèse de l'Ecole Doctorale VENAM, Université d'Angers.

■ Guillemette T. Mécanismes d'adaptation au stress chez les mycètes. Habilitation à Diriger des Recherches, Université d'Angers.

■ Joubert A. Adaptation d'*alternaria brassicicola* à son hôte : étude de composantes moléculaires impliquées dans la protection du champignon pathogène vis-à-vis des phytoalexines indoliques des brassicaceae. Thèse de l'Ecole Doctorale VENAM, Université d'Angers.

Mémoires de stages

■ Bove E. Développement d'une méthodologie de quantification de symptômes sur plantes, basée sur l'imagerie de fluorescence de chlorophylle. Mémoire de fin d'études d'ingénieur AgroParisTech.

■ Brandeis P.E. Epidémiologie de *diaporthe angelicae*, agent responsable des grillures d'ombelles de carotte porte-graines : détection sur la plante et sur semence, caractérisation. Mémoire d'ingénieur Agrocampus Ouest-centre d'Angers.

■ Leite S. Etude de la transmission d'*alternaria brassicicola* aux semences d'*arabidopsis thaliana* et de chou rapid cycling. Master I Biologie et technologies du végétal, Université d'Angers.

■ N'guyen G. Effets de molécules d'origine naturelle extraites de la carotte (6-méthoxymélléine et polyacétylènes) sur différentes espèces d'*alternaria*. Master I Biologie et technologies du végétal, Université d'Angers.

■ Raulo R. Analyse de l'activation des voies de signalisation fongiques en réponse aux phytoalexines indolique. Master I Biologie et technologies du végétal, Université d'Angers.

■ Sainte-luce A. Analyses de l'activité antifongique des dérivés des pyrazolines et des benzo[c]. Master 2 Altérations des systèmes biologiques, Université d'Angers.

Résultats

A partir de deux populations de lignées recombinantes, des QTL ont été déterminés pour 14 caractères physiologiques liés à la vigueur et à la composition en sucres solubles. Les facteurs génétiques déterminant la composition en sucres n'expliquent pas la différence de longévité des graines des populations RIL. Ceci pourrait être dû à un chevauchement des voies de régulation contrôlant la longévité et la composition de sucres comme en témoigne l'analyse des mutants affectés dans ces deux caractères. En revanche, sept des huit QTL « sucres » co-localisent avec des QTL de vitesse de germination et de croissance post-germinative de la radicule en conditions optimales ou pénalisantes. Ainsi, la teneur élevée en saccharose et le ratio Sac/RFO sont corrélés avec une réduction de la germination et de la croissance de la radicule. Ces résultats suggèrent que chez *M. truncatula*, un ratio Sac/RFO élevé influence négativement l'établissement de la plantule.

Perspectives

Cette étude montre qu'il faut rester vigilant pour ne pas impacter la vigueur germinative en matière de stratégie d'amélioration des plantes visant à produire des graines de légumineuse à teneur en RFO réduite. Il faut encore déterminer s'il existe une relation de cause à effet entre teneur en RFO et vigueur germinative ou s'il s'agit d'une liaison génique. Le lien entre RFO et vigueur germinative doit être confirmé chez d'autres espèces de légumineuses, notamment le pois, le soja et la féverole.

Partenaires

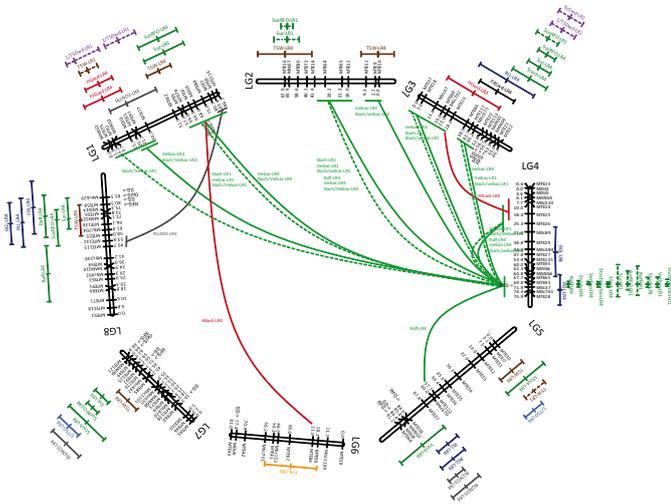
K. Gallardo, INRA, UMR Genetics and Ecophysiology of Grain Legumes, Dijon, France.
J.-M. Prospero, UMR Symbioses et Pathologies des Plantes, Castanet Tolosan, France.

Bibliographie

- Buitink J., Vandecasteele C., Teulat-Merah B., Morère-Le Paven M-C., Leprince O., Gallardo K., Huguet T., Limami A.M., Prospero J.-M. 2011. The role of oligosaccharides in seed vigour revisited using the legume model *medicago truncatula*. oral presentation. 10th ISSS Workshop on Seed Biology, Salvador, Brazil, 2011.
- Buitink J., Vandecasteele C., Teulat-Merah B., Morère-Le Paven M-C., Leprince O., Chatelain E., Pelletier S., Gallardo K., Limami A.M., Prospero J.-M. 2011. Rôle des oligosaccharides de la famille du raffinose (RFO) dans la vigueur des semences de *Medicago truncatula*. Oral presentation, colloque Graines 2011, Nantes, France.
- Vandecasteele C., Teulat-Merah B., Morère-Le Paven M-C., Leprince O., Ly Vu, B., Viau L., Ledroit L., Pelletier S., Payet N., Satour P., Lebras C., Gallardo K., Huguet T., Limami A., Prospero J.-M., Buitink J. 2011. QTL analysis reveals a correlation between the ratio of sucrose/raffinose family oligosaccharides and seed vigour in *Medicago truncatula*. *Plant Cell and Environment* 34, 1473-1487.

Contact

Julia BUITINK, Équipes Conserto, ALSA & BGL, UMR IRHS (INRA-Agrocampus Ouest-Université d'Angers), ARES, 16 bd Lavoisier, 49045 Angers cedex 01. Mél : Julia.Buitink@angers.inra.fr



Présentation des QTL additifs et épistatiques pour les caractères liés à la vigueur germinative, poids des grains et teneur en sucres solubles chez *M. truncatula*. Le code couleur pour les différents caractères sont: sucres, vert; germination, bleu ciel, germination sous déficit hydrique, pourpre; PMG, noire, croissance hypocotyle, orange; croissance hypocotyle sous déficit hydrique, rouge. Les lignes continues et en pointillé connectent respectivement les interactions épistatiques pour la population LR4 et LRI.

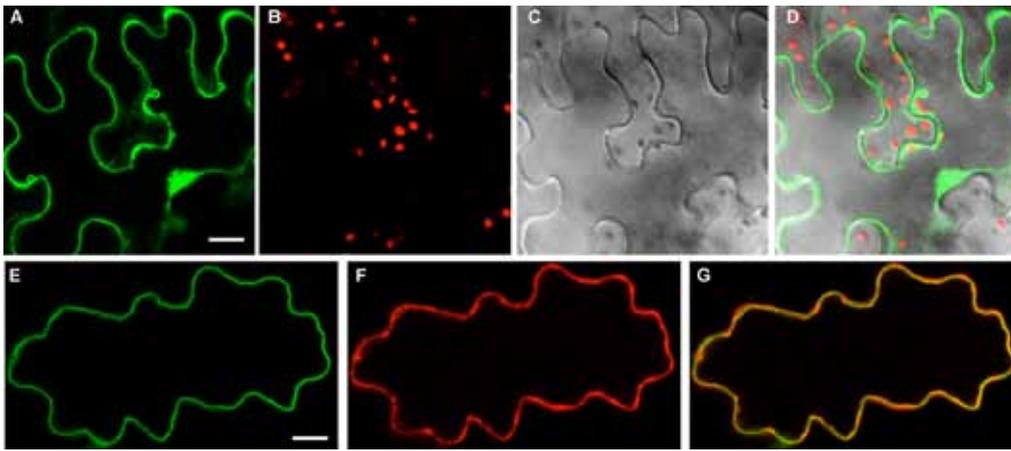
Implication des oligosaccharides de la famille du raffinose (RFO) dans la vigueur des semences de *Medicago truncatula*

Objectif

Étudier le lien entre la composition et teneur en oligosaccharides de la famille du raffinose (RFO) et la vigueur germinative des graines des légumineuses via une approche de génétique quantitative sur deux populations de lignées recombinantes de *Medicago truncatula*.

Contexte

La vigueur germinative est un caractère physiologique important pour l'établissement de la plantule, en particulier dans des conditions environnementales défavorables. Pendant le développement des graines de légumineuses, la teneur en oligosaccharides de la famille du raffinose (RFO) augmente progressivement et peut atteindre jusqu'à 10% du poids sec. Ces molécules sont connues comme des produits de flatulence, et des programmes de sélection visant à obtenir des graines à teneur en RFO réduite sont en cours. Cependant, leur rôle dans la biologie de la graine reste mal compris. Ces sucres pourraient soit servir de réserves énergétiques facilement disponibles pour la levée, soit être impliqués comme agents protecteurs dans la longévité des graines. En effet, chez les semences de *M. truncatula*, l'accumulation de RFO corrèle avec l'acquisition de la longévité. Cette étude aborde donc la question de savoir si la composition et quantité de sucres solubles font partie des déterminants génétiques de la vigueur des semences chez *M. truncatula*, en utilisant une double approche de génétique quantitative et de génomique fonctionnelle.



La Trx h6 est associée au tonoplaste (microscopie confocale). A à D. La fluorescence de la Trx h6 fusionnée à la GFP (green fluorescent protein) est associée à une membrane dans les cellules de *N. benthamiana*. A : Fluorescence de la Trx h6 fusionnée à la GFP ; B : Autofluorescence des chloroplastes ; C : Cellules observées en transmission (canal DIC) et D : Superposition des images A à D.

E à G. La fluorescence de la Trx h6 fusionnée à la RFP (red fluorescent protein) est associée au tonoplaste dans les cellules de *M. truncatula*. E : Fluorescence d'un marqueur du tonoplaste (TIP1-1) fusionné à la GFP ; F : Fluorescence de la Trx h6 fusionnée à la RFP ; G : Superposition des images E à G montrant que la Trx h6 et TIP1-1 sont colocalisées au niveau du tonoplaste. Barre d'échelle = 10 μm.

Une thiorédoxine de type h est associée au tonoplaste dans les graines de la légumineuse modèle *Medicago truncatula*

Objectif

Une étude du nombre, de la nature et des propriétés des thiorédoxines h accumulées dans les graines de l'espèce modèle *Medicago truncatula* a permis de révéler, pour la première fois, qu'une isoforme de ce type est associée au tonoplaste. Cette isoforme pourrait avoir un rôle crucial dans la germination des graines en permettant la mobilisation des réserves stockées dans les vacuoles de stockage ou l'imbibition des graines en activant l'ATPase vacuolaire, une cible des Trx que nous avons identifiée précédemment.

Contexte

Semer des graines de bonne qualité est crucial pour le succès de l'implantation des cultures. La qualité, acquise pendant la maturation, s'exprime par une capacité des graines à germer après stockage et à donner des plantules normales dans des conditions environnementales variées. Elle dépend de facteurs génétiques et varie non seulement d'une espèce à une autre mais aussi d'un cultivar à un autre. Elle dépend également des conditions environnementales qui règnent au moment de la maturation des graines. En Europe, la mise en place de la qualité chez les graines de légumineuses est actuellement compromise par les conséquences du réchauffement climatique. En effet, les périodes de sécheresse (chaleur et manque d'eau), qui surviennent de plus en plus fréquemment au moment du développement des graines, conduisent à la production de graines de mauvaise qua-

lité. Pour contourner ce problème, des semis de plus en plus précoces sont réalisés mais dans ces conditions, l'implantation des cultures peut être compromise par le froid voire le gel. Il est donc nécessaire de mieux comprendre les mécanismes qui contrôlent l'établissement et l'expression de la qualité des graines de légumineuses pour produire des variétés adaptées à ces nouvelles conditions de culture liées au changement climatique et aux nouvelles pratiques culturales.

Chez les graines orthodoxes, les étapes de maturation, de stockage et de germination sont accompagnées de conditions oxydantes qui conduisent à une oxydation, réversible ou irréversible, des protéines. L'oxydation des protéines est probablement inévitable. Elle pourrait même être nécessaire à la transition maturation/germination. Cependant, ces conditions oxydantes naturelles pourraient être exacerbées en cas de stress et conduire à une dénaturation massive des protéines à l'intérieur des graines. C'est pourquoi nous analysons la relation qui existe entre l'état redox des protéines, les systèmes qui limitent l'oxydation des protéines et la qualité des graines de légumineuses : *Medicago truncatula* (légumineuse modèle cultivée ou non) ou *Pisum sativum* (légumineuse cultivée). Pour cela, un recensement et une caractérisation des systèmes capables de réduire les protéines oxydées qui sont accumulés dans les graines de différente qualité sont notamment réalisés.

Parmi ces systèmes, le système composé de thiorédoxines (Trx) de type h et de thiorédoxine réductase permet une réduction des protéines oxydées, de façon réversible par la formation de ponts disulfures.

Résultats

Chez les plantes, les Trx h constituent une petite famille de protéines qui jouent un rôle important dans la mobilisation des réserves et la réactivation du métabolisme au cours de la germination des graines. Le nombre, la nature et les propriétés des isoformes qui sont accumulées dans les graines sont toutefois encore peu connus. Nous

avons mené cette étude chez l'espèce modèle de légumineuses *Medicago truncatula*. Parmi les douze isoformes recensées chez cette espèce, trois isoformes, h1, h2 et h6, ont été détectées dans les graines. h1 et, dans une moindre mesure, h2 sont présentes à la fois dans l'axe embryonnaire et les cotylédons tandis que h6 est accumulée dans les cotylédons. D'une manière intéressante, tandis que les isoformes h1 et h2 sont cytosoliques, l'isoforme h6 est associée au tonoplaste. C'est la première fois qu'une association d'une isoforme de Trx avec le tonoplaste est décrite. L'isoforme h6 diffère également des isoformes h1 et h2 par ses propriétés catalytiques. L'ensemble de ces résultats suggère que ces trois isoformes n'ont pas le même rôle. L'isoforme h6 pourrait être impliquée dans la mobilisation des réserves stockées dans les vacuoles de stockage, abondantes dans les cotylédons, ou dans l'imbibition des graines en activant l'ATPase vacuolaire, une cible des Trx que nous avons identifiée précédemment dans les cotylédons (Alkhalfioui *et al*, 2007).

Ce travail a été réalisé en grande partie par Michelle Renard, en retraite depuis 2008, qui a travaillé de nombreuses années sur les systèmes thiorédoxines et thiorédoxine réductases des graines de légumineuses.

Partenaires

C Keichinger et C Rizenthaler de l'Institut de Biologie Moléculaire des Plantes, UPR 2357 laboratoire propre du CNRS en convention avec l'Université Strasbourg I.

Bibliographie

■ Renard M, Alkhalfioui F, Keichinger C, Ritzenhaler C, Montrichard F. 2011. Identification and characterization of thioredoxin h isoforms differentially expressed in germinating seeds of the model legume *Medicago truncatula*. *Plant Physiol.*, 155: 1113-1126.

Contact

Françoise MONTRICHARD, Equipe BGL, UMR IRHS (INRA-Agrocampus Ouest-Université d'Angers), ARES, 16 bd Lavoisier, 49045 Angers cedex 01. Mél. francoise.montrichard@univ-angers.fr.

Revue scientifique à comité de lecture

- Belin E, D. Rousseau, J. Rojas-Varela, D. Demilly, M-H. Wagner, M-H. Cathala, C. Dürr 2011. Thermography as a non-invasive and functional imaging for monitoring seedling growth. *Computer and Electronics in Agriculture*, 79, 236-240.
- Belin E, D. Rousseau, J. Léchappé, M. Langlois-Meurinne, C. Dürr 2011. Rate-distortion tradeoff to optimize high-throughput phenotyping systems. Application to X-ray images of seeds. *Computer and Electronics in Agriculture*, 77, 188-194.
- Brunel-Muguet S, Aubertot J-N, Dürr C. 2011. Simulating the impact of genetic diversity of *Medicago truncatula* on germination and emergence using a crop emergence model for ideotype breeding. *Annals of Botany*, 107, 1367-1376.
- Dias P, Brunel S, Dürr C, Demilly D, Wagner M-H, Teulah-Mérah B. 2011. QTL analysis of seed germination and pre-emergence growth at extreme temperatures in *Medicago truncatula*. *Theoretical and Applied Genetics*, 122 : 429-444.
- Gardarin A, Dürr C, Colbach N. 2011. Prediction of germination rates of weed species: relationships between germination parameters and species traits. *Ecological Modelling*, 222: 626-636.
- Gimeno-Gilles C, Gervais M-L, Planchet E, Satour P, Limami AM, Lelievre E. 2011. A stress-associated protein containing A20/ANI zing-finger domains expressed in *Medicago truncatula* seeds. *Plant Physiology and Biochemistry*, 49 : 303-310.
- Hundertmark M, Buitink J, Leprince O, Hincha D. 2011. The reduction of seed-specific dehydrins reduces seed longevity in *Arabidopsis thaliana*. *Seed Science Research*, 21, 165-173.
- Morère-Le Paven M.C., Viau L., Hamon A., Vandecasteele C., Pellizzaro A., Bourdin C., Laffont C., Lapiéd B., Lepetit M., Frugier F., Legros C., Limami A.M. 2011. Characterization of a dual affinity nitrate transporter MtNRT1.3 in the model legume *Medicago truncatula*. *Journal of Experimental Botany*, 62 : 5595-5605.
- Planchet E, Rannou O, Ricoult C,

Boutet-Mercey S, Maia-Grondard A, Limami A.M. 2011. Nitrogen metabolism responses to water deficit act through both abscisic acid (ABA)-dependent and independent pathways in *Medicago truncatula* during post-germination. *Journal of Experimental Botany*, 62 : 605-615.

■ Planchet E, Rannou O, Ricoult C, Limami A.M. 2011. Unravelling the involvement of ABA in the water deficit-induced modulation of nitrogen metabolism in *Medicago truncatula* seedlings. *Plant Signaling & Behavior*, 6: 1074-1076.

■ Raveneau M-P, Moreau-Valencogne P, Coste F, Lejeune I, Dürr C 2011. Pea and bean seedling responses to temperature and water potential. *Seed Science Research*, 21, 205-213.

■ Renard M, Alkhaloui F, Keichinger C, Ritzenthaler C, Montrichard F. 2011. Identification and characterization of thioredoxin h isoforms differentially expressed in germinating seeds of the model legume *Medicago truncatula*. *Plant Physiology*, 155 : 1113-1126.

■ Teulat-Merah B, Morère-Le Paven M-C, Ricoult C, Aubry C, Peltier D. 2011. cDNA-AFLP profiling in the embryo axes during common bean germination. *Biol. Plantarum*. 5(3) :437-447.

■ Vandecasteele C., Teulat-Merah B., Morère-Le Paven M.C., Leprince O., Ly Vu B., Viau L., Ledroit L., Pelletier S., Payet N., Satour P., Lebras C., Gallardo K., Huguet T., Limami A., Prosperi J.M. and Buitink J. 2011. QTL analysis reveals a correlation between the ratio of sucrose/raffinose family oligosaccharides and seed vigour in *Medicago truncatula*. *Plant, Cell and Environment*, 34 : 1473-1487.

■ Wagner M-H, Demilly D, Ducournau S, Dürr C, Léchappé J. 2011. Computer vision for monitoring seed germination from dry state to young seedlings. *Seed Testing international*, 142, 49-51.

Ouvrages et chapitres d'ouvrages

■ Kaiser WM, Planchet E, Rümer S. 2011. Nitrate reductase and nitric oxide. In Annual Plant reviews, Nitrogen metabolism in plants in the post-genomic era (Eds: Foyer C and Zhang H), 42 : 127-145.

Communications colloques

Communications orales

■ Buitink J, Vandecasteele C, Teulat-Merah B, Morère-Le Paven M.C, Leprince O, Pelletier S, Gallardo K., Limami A, Prosperi J-M. Rôle des oligosaccharides de la famille du raffinose (RFO) dans la vigueur des semences de *Medicago truncatula*. Graines 2011, Nantes, 27-28 octobre.

■ Buitink J., Vandecasteele, C., Teulat-Merah, B., Morère-Le Paven, M-C, Leprince, O. Gallardo, K., Huguet, T., Limami, A.M., Prosperi, J.-M. The role of oligosaccharides in seed vigour revisited using the legume model *Medicago truncatula*. 10th ISSS conference on seed biology. 'Seed Science in the 21st Century', Bahia, Brasil, 10-15 April 2011.

■ Delahaie J, Hundertmark M, Leprince O, Buitink J, Bove J. Comparaison moléculaire du développement des graines de *Medicago truncatula* et *Castanospermum australe* : un nouveau modèle pour élucider l'acquisition de la tolérance à la dessiccation. 3^{ème} congrès du Réseau français de biologie des graines, Nantes, 28-29 octobre 2011.

■ Demilly D, Belin E, Wagner M-H, Besson S, Ducournau S, Léchappé J, Rousseau D, Dürr C. French national platform for high throughput seed phenotyping. Proceedings 2nd International Plant Phenotyping Symposium, Jülich, Germany, 5-7 September 2011.

■ Ducournau S, Wagner M-H, Demilly D, Boudehri K, Dürr C, Luciani A, Léchappé J. Vers des méthodes d'évaluation de la qualité des semences adaptées aux nouveaux besoins de la filière. Graines 2011. 3^{ème} Colloque national du réseau français de biologie des graines, Nantes, 28-29 octobre.

■ Fayaud B, Coste F, Corre-Hellou G, Gardarin A, Dürr C. Croissance précoce dans les associations d'espèces: impact des caractéristiques des semences et plantules et des conditions de semis. Graines 2011, 3^{ème} Congrès du Réseau français de biologie des graines, 28-29 octobre, Angers.

■ Gallardo K., Buitink J., Burstin J. Combining proteomics with quantitative genetics to decipher the regulatory network governing seed protein accumulation and germination in legumes. "Plant Proteomics in Europe: where do

we stand and where are we heading to?'. Dijon, 25-27 May 2011.

■ Le Gall S, Penninck S, Rogniaux H, Leprince O, Buitink J. Identification des cibles du complexe kinase SnRK1/SNF4/β impliqué dans la vigueur germinative des semences par une approche de phosphoprotéomique comparative. Graines 2011, Nantes, 27-28 octobre.

■ Leprince O, Chatelain E, Hundertmark M, Le Gall S, Bove J, Buitink J. LEA proteins and seed conservation in the dry state. COST Action 871, Cryo-preservation of crop species in Europe, Angers, février 2011.

■ Leprince O. LEA proteins and desiccation tolerance: what can learn from seeds? From dry Kalahari to wet Normandy, Revival Plants from South Africa, in the era of global warming. Université de Rouen, 3-4 février 2011.

■ Leprince O, Chatelain E, Hundertmark M, Le Gall S, Bove J, Buitink J. LEA proteins and survival in the dry state : lessons to be learned from proteome analyses in developing orthodox and recalcitrant seeds. 10th ISSS conference, Saupe, Brasil, April 2011.

■ Macherel D, Benamar A, Avelange-Macherel M-H. The crucial role of mitochondria in eukaryotic anhydrobiosis and extreme stress conditions. 4rd International Symposium on the Environmental Physiology of Ectotherms and Plants. Rennes, 18-22 July 2011.

■ Macherel D, Benamar A, Rolland A, Payet N, Raveneau M-P, Jaspard E, Candat A, Hinault M-P, Avelange-Macherel M-H. Fonctionnement et protection des mitochondries en situations extrêmes. Congrès du Groupe Français de Bioénergétique. Oléron, 21-25 septembre 2011.

■ Macherel D, Raveneau M-P, Benamar A.B. The crucial role of mitochondria in anhydrobiosis. International Congress on Plant Mitochondrial Biology. Hohenroda, Germany, 14-19 May 2011.

■ Noguero M., Gallardo K., Le Signor C., Verdier J., Aubert G., Udvardi M. K., Buitink J., Gouzy J., and Thompson R. D. The roles of the embryo-surrounding tissues in regulating *Medicago truncatula* seed filling. Model Legume Congress, Sainte-Maxime, 15-19 mai 2011.

■ Pierre J, Teulat-Merah B, Juchaux M, Ledroit L, Wagner MH, Hugué S, Dürr C. Combined ecophysiological and

transcriptomic analysis of *Medicago truncatula* seedling growth in cold conditions. 10th ISSS conference on seed biology. 'Seed Science in the 21st Century', Bahia, Brasil, 10-15 April 2011.

■ Rousseau D, Hardouin I, Rojas-Varela J, Belin E, Boureau T, Morel P, Galopin G, Dürr C. Dynamique enseignement-recherche et interdisciplinarité STIC-sciences du vivant. 9^{ème} Colloque pédagogique pour l'enseignement des technologies et des sciences de l'information et des systèmes, Trois-Rivières, Québec, 23-26 October 2011.

■ Verdier J., Torres-Jerez I., Wang M., Zhao J., He J., Buitink J., Young N., Dixon R.A., Thompson R.D., Udvardi M.K. Functional genomics of *M. truncatula* seed development. 10th ISSS conference on seed biology. 'Seed Science in the 21st Century', Bahia, Brasil, 10-15 April 2011.

Posters

■ Alkhalifioui F, Renard M, Frendo P, Keichinger C, Ritzenthaler C, Montrichard F 2011. Role of thioredoxins in *Medicago truncatula*. Model Legume Congress. Sainte-Maxime, 15-19 May 2011.

■ Châtelain E, Satour P, Montrichard F. Protein redox state and legume seed quality. Graines 2011, Nantes, 27-28 octobre 2011.

■ Delahaie J, Hundertmark M, Leprince O, Buitink J, Bove J. Comparaison moléculaire du développement des graines de *Medicago truncatula* et *Castanospermum australe* : un nouveau modèle pour élucider l'acquisition de la tolérance à la dessiccation. Graines 2011, Nantes, 27-28 octobre.

■ Pierre J, Dürr C, Teulat-Merah B. Insights into the genetic determinism of pre-emergence growth using the model legume *Medicago truncatula*. Model Legume Congress. Sainte-Maxime, 15-19 May 2011.

■ Richer A, Broucqsault L-M, Fougereux J-A, Dürr C. Le projet SEMGREN, Produire des semences de qualité : un enjeu au service du Grenelle de l'environnement (Prix du meilleur poster des Rencontres du Végétal), Angers, 2011.

■ Terrasson E., Buitink J., Lalanne D., Ly Vu B., Leprince O. Implication du facteur de transcription ABI5 dans la

régulation de la tolérance à la dessiccation au cours de la germination des graines de *Medicago truncatula*. Graines 2011, Nantes, 27-28 octobre.

Actions d'information et de culture scientifique et technique

■ Gallardo K, Junker BH, Teulat-Merah B. 2011. Exploiting model species for studies of legume seed biology. For Grain Legumes magazine issue: Report from IFLRC V and AEP VII meeting S3 (Seed biology and germination).

■ Participation à la Fête de la Science. La graine, une future plante.

Mémoires de thèse

■ Chatelain, E. 2011. Contribution à la caractérisation des phases tardives de la maturation des graines de *Medicago truncatula* : une étude physiologique et biochimique pour comprendre la longévité. Thèse de doctorat, Université d'Angers.

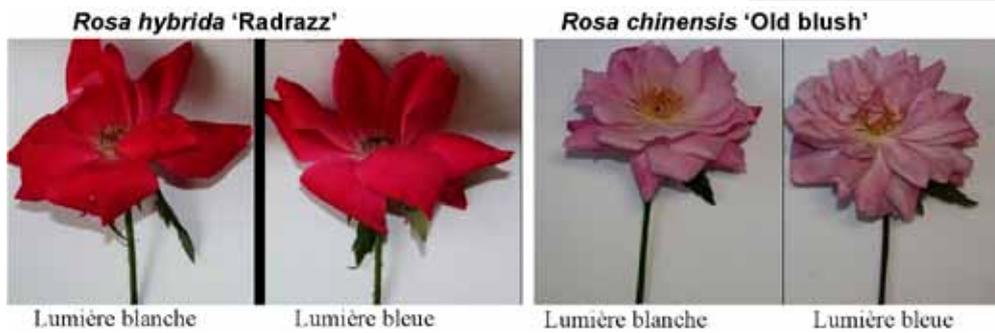
Mémoires de stages

■ Cerveau Delphine, 2011. Master 1 BTV Université d'Angers. Etude d'une protéine de stress, MtSAPI, dans des lignées transgéniques de *Nicotiana tabacum*. 29 p. (Encadrant : Eric Lelièvre).

■ Girard Clément, 2011. Master 1 BTV Université d'Angers. Effets du NO et du L-glutamate sur le métabolisme de la proline en condition de stress hydrique lors de la post-germination chez *Medicago truncatula*. 24 p. (Encadrant : Elisabeth Planchet).

■ Pellizzaro Anthoni, 2011. Master 2 BIOVIGPA Université d'Angers. Etude du transporteur de nitrate MtNRT1.3 de *Medicago truncatula* par mutagenèse dirigée et caractérisation de l'expression du gène. 24 p. (Encadrant : Marie-Christine Le Paven).

■ Poupard Pauline, 2011. Master 2 BIOVIGPA, Université d'Angers. Production et caractérisation de protéines LEA mitochondriales en relation avec la tolérance à la dessiccation chez *Arabidopsis thaliana*. 25 p. (Encadrant : Marie-Hélène Avelange-Macherel).



La lumière bleue ne modifie pas la morphologie des fleurs de *Rosa hybrida* 'Radrazz' et de *Rosa chinensis* 'Old blush'. Rosiers cultivés depuis le stade bouture et pendant 6 semaines sous lumière blanche ou sous lumière bleue (110 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

Le rosier croît et fleurit normalement sous lumière bleue

Objectif

Etudier les effets de la lumière bleue monochromatique sur le développement du rosier pour à terme en modifier la forme.

Contexte

La forme d'une plante d'ornement est l'un des critères essentiels qui conditionne le choix des consommateurs. Aussi, bien maîtriser cette forme ou en produire de nouvelles sont des impératifs de la production horticole. Cette maîtrise passe, entre autre, par l'emploi de molécules nanifiantes dans les cultures. La nécessité de mieux protéger l'homme et l'environnement appelle aujourd'hui à la recherche de méthodes alternatives. Par son impact sur la photosynthèse et la morphogenèse, la lumière est sans doute le facteur environnemental qui affecte le plus l'architecture et la forme des plantes. Aussi, l'utilisation de conditions particulières d'éclairage pourrait-elle être envisagée comme une alternative intéressante. Des modifications de caractères architecturaux ont ainsi été obtenus chez le blé, le cerisier, le poivron, le concombre. La compréhension de l'impact de la lumière sur le développement des plantes est toutefois encore fragmentaire. Chez le rosier, le débourrement des bourgeons peut être induit par la lumière bleue monochromatique (Girault *et al.*, 2008). Quel impact aurait cette même lumière sur le développement complet de plantes de rosier et sa physiologie ?

Résultats

Le développement, depuis le stade bouture enracinée jusqu'au complet développement et floraison des axes d'ordre 2, de deux cultivars de rosiers-buisson, *Rosa hybrida* 'Radrazz', et *Rosa chinensis* 'Old Blush', sous lumière blanche et sous lumière bleue monochromatique, a été comparé. Nos analyses montrent que la lumière

bleue réduit l'assimilation photosynthétique et la teneur en pigments chlorophylliens des feuilles de rosiers. Toutefois, et de manière surprenante, aucun impact quantitatif ou qualitatif sur l'activité organogénétique du méristème apical caulinaire, la croissance des entre-nœuds, la ramification ou encore le développement floral n'a été observé sous ce spectre de lumière réduit (Fig.1). Ce résultat révèle donc une forte adaptabilité des rosiers à leur environnement lumineux et indique que la lumière bleue est seule capable d'induire tous les processus développementaux régnant lors du développement végétatif et floral d'une bouture (Abidi *et al.*, 2012).

Perspectives

L'étude moléculaire de la perception et des voies de signalisation de la lumière bleue dans le contrôle du développement architectural du rosier va être engagée. L'effet de l'absence de raies bleues dans le spectre de lumière blanche sur le développement et l'architecture des rosiers est parallèlement étudié.

Partenaires

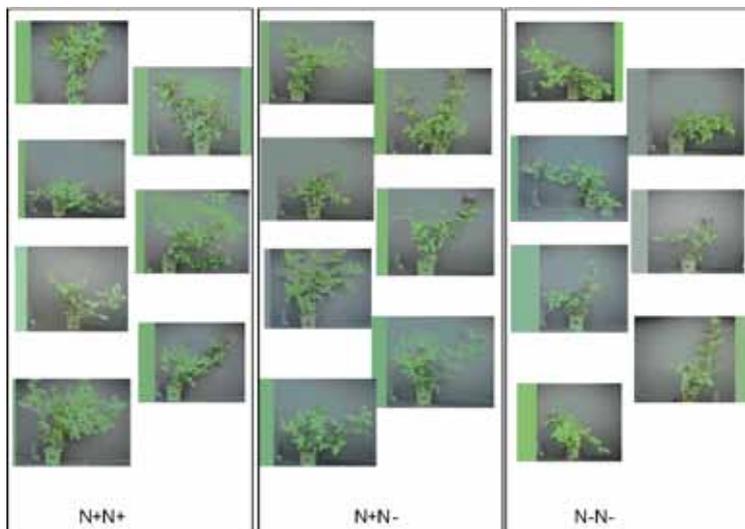
Pr. S. Ashi-Smiti et Dr. H. Ben Ahmed - Faculté des sciences, Université de Tunis.
Farouk ABIDI, doctorant de l'Equipe ARCH'E de l'IRHS (ex UMR SAGAH), en co-tutelle avec l'Université de Tunis, s'est intéressé à cette question.

Bibliographie

■ Abidi F., Girault T., Douillet O., Guillemain G., Sintes G., Laffaire M., Ben Ahmed H., Smiti S., Huché-Théliet L., Leduc N. 2012. Blue light effects on Rose photosynthesis and photomorphogenesis, *Plant Biology*. DOI : 10.1111/j.1438-8677.2012.00603.x.

Contacts

Nathalie LEDUC, Equipe Arch-E, UMR IRHS (INRA-Agrocampus Ouest-Université d'Angers), 2 bd Lavoisier, 49045 Angers. Mél : nathalie.leduc@univ-angers.fr
Lydie THÉLIER, équipe Arch-E, UMR IRHS (INRA-Agrocampus Ouest-Université d'Angers), 42 rue G. Morel, 49071 Beaucouzé. Mél : lydie.the-lier@angers.inra.fr



Photographie des rosiers support de l'analyse sensorielle. Rosiers de 4 mois n'ayant subi aucune privation d'azote (N+N+), une privation pendant la floraison du rameau primaire (N+N-) ou une privation pendant tout le développement du rameau primaire (N-N-)

Des carences azotées temporaires augmentent la ramification basitone et modifient la qualité visuelle du rosier buisson

Objectif

Moduler la forme de la plante et sa qualité visuelle par l'application de conditions environnementales spécifiques

Contexte

En horticulture ornementale, la forme et la qualité visuelle des végétaux sont des critères essentiels et déterminants de leur valeur. Ces critères dépendent de l'architecture de la plante qui est déterminée par la croissance et la ramification de ses axes. Cette architecture est la résultante de caractéristiques génétiques de la plante et des conditions environnementales de culture. Parmi les facteurs environnementaux pouvant modifier la forme d'un végétal, la nutrition azotée est un facteur d'intérêt car facilement ajustable dans l'itinéraire cultural. Pour évaluer l'impact de privations d'azote sur la morphologie et la qualité visuelle de la plante, nous avons adapté des outils d'analyse sensorielle à l'évaluation de plantes ornementales et plus spécifiquement au rosier buisson (Boumaza *et al.*, 2009).

Résultats

De jeunes rosiers issus de boutures sont cultivés en serre. Des privations temporaires d'azote sont appliquées sur le rameau primaire, soit pendant toute la croissance et la floraison du rameau primaire (*i.e.* 35 jours), soit seulement pendant la floraison (du stade bouton floral visible au stade couleur pétales visible,

soit 18 jours). La culture se poursuit ensuite pendant 3 mois avec une alimentation azotée non limitante. Les privations d'azote ont modifié la localisation des bourgeons qui débourent le long du rameau primaire en diminuant les ramifications émises en zone apicale et en augmentant les ramifications émises en position basale sur l'axe. Les modifications d'architecture ont toutes eu lieu avant la reprise de fertilisation azotée mais elles ont impacté durablement l'aspect de la plante perceptible à l'œil. L'évaluation sensorielle de la qualité visuelle des rosiers réalisée 12 semaines après reprise de la fertilisation azotée a montré que les rosiers privés d'azote pendant les 18 jours de la phase de floraison du rameau primaire sont jugés plus symétriques, de forme plus en hauteur et avec des tiges plus vigoureuses que les rosiers continuellement alimentés en azote (Huché-Thélier *et al.*, 2011).

Perspectives

Bien que ce travail n'ait pas eu pour but de modifier des itinéraires techniques pour obtenir une qualité visuelle donnée, les connaissances acquises peuvent d'ores et déjà être intégrées à des itinéraires culturaux de l'horticulture ornementale, domaine où des privations ponctuelles en nutriments sont plus facilement réalisables qu'en grande culture. D'un point de vue plus fondamental, cette approche originale combinant deux disciplines scientifiques, l'écophysiologie et la sensométrie, a permis de révéler quelques processus physiologiques d'intérêt pour la compréhension des étapes du processus de débourrement chez le rosier buisson.

Partenaires

R. Symoneaux, Groupe ESA - Laboratoire GRAPPE, Angers.

Bibliographie

- Boumaza R., Demotes-Mainard S., Huché-Thélier L. and Guérin V. 2009. Visual characterization of the esthetic quality of the rosebush. *Journal of Sensory Studies*, 24, 774-796.
- Huché-Thélier L., Boumaza R., Demotes-Mainard S., Canet A., Symoneaux R., Douillet O. and Guérin V. 2011. Nitrogen deficiency increases basal branching and modifies the visual quality of the rose bushes, *Scientia Horticulturae*, 130, 325-334.

Contact

Lydie THELIER, Equipe Arch-E, UMR IRHS (INRA-Agrocampus Ouest-Université d'Angers), INRA, 42 rue G. Morel, 49071 Beaucouzé. Mél: Lydie.Thelier@angers.inra.fr



Reuves scientifiques à comité de lecture

- Bertheloot J, Cournède P-H, Andrieu B. 2011. NEMA: a functional-structural model of N economy within wheat culms after flowering : I. Model description. *Annals of Botany*. 108 (6) : 1085-1096. 10.1093/aob/mcr119.
- Bertheloot J, Wu Q, Cournède P-H, Andrieu B. 2011. NEMA : a functional-structural model of N economy within wheat culms after flowering : II. Evaluation and sensitivity analysis. *Annals of Botany*. 108 (6) : 1097-1109. 10.1093/aob/mcr125.
- Crespel L, Morel P, Galopin G. 2011. Architectural and genetic characterisation in *Hydrangea aspera* subsp. *Aspera* Kawakami group, *H. aspera* subsp. *sargentiana* and their hybrids. *Euphytica*. 184 (3) : 289-299. DOI : 10.1007/s10681-011-0477-z.
- Dornbusch T, Baccar R, Watt J, Hillier J., Bertheloot J., Fournier C., Andrieu B. 2011. Plasticity of winter wheat modulated by sowing date, plant population density and nitrogen fertilisation : Dimensions and size of leaf blades, sheaths and internodes in relation to their position on a stem. *Field Crops Research*. 121:116-124.
- Galopin G., Crespel L., Mauget J.C., Morel P. 2011. Analysis of the impact of climatic conditions on floral transformation in *Hydrangea macrophylla* 'Leuchtfeuer'. *HortScience*, 46 (10) : 1373-1376.
- Galopin G., Morel P, Crespel L., Darmet P, Fillatre J., Mary L., Edelin C. 2011. The influence of pruning on morphological and architectural characteristics of *Camellia japonica* L. in a tropical climate. *European Journal of Horticultural Science*. 76 (5/6) : 182-187.
- Henry C., Rabot A., Laloi M., Mortreau E., Sigogne M., Leduc N., Lemoine R., Sakr S., Vian A., Pelleschi-Travier S. 2011. Regulation of RhSUC2, a sucrose transporter, is correlated with the light control of bud burst in *Rosa* sp. *Plant, Cell & Environment* 34 (10) : 1776-1789.
- Huché-Théliér L, Boumaza R, Demotes-Mainard S, Canet A, Symoneaux R, Douillet O, Guerin V. 2011. Nitrogen deficiency increases basal branching and modifies the visual quality of the rose bushes, *Scientia Horticulturae* 130: 325-334.
- Kawamura K., Hibrand-Saint Oyant L., Crespel L., Thouroude T., Lalanne D., Foucher F. 2011. Quantitative trait loci for flowering time and inflorescence architecture in rose. *Theoretical and Applied Genetics* 122 : 661-675.

- Lasseur B, Lothier J, Wiemken A, Van Laere A, Morvan-Bertrand A, Van Den Ende W, Prud'homme MP. 2011. Towards a better understanding of the generation of fructan structure diversity in plants: molecular and functional characterization of a sucrose : fructan 6-fructosyltransferase (6-SFT) cDNA from perennial ryegrass (*Lolium perenne*). *Journal of Experimental Botany*, 62 (6) : 1871-85.
- Lothier J., Gaufichon L., Sormaini R., Lemaitre T., Azzopardi M., Morin H., Chardon F., Reisdorf-Cren M., Avicé J.C., Masclaux-Daubresse C. 2011. The cytosolic glutamine synthetase GLN1;2 plays a role in the control of plant growth and ammonium homeostasis in *Arabidopsis rosettes* when nitrate supply is not limiting. *Journal of Experimental Botany*, 62 (4) : 1375-90.
- Péron T., Mortreau E., Pouvreau JB., Thoiron S., Leduc N., Delavault P, Simier P. 2011. Role of the sucrose synthase encoding PrSus1 gene in the development of the parasitic plant *Phelipanche ramosa* L. (Pomel). *Molecular Plant-Microbe Interaction*. 25(3) : 402-411. MPMI-10-11-0260.R1
- Rigane M.K., Michel J.C., Medhioub K., Morel P. 2011. Evaluation of Compost Maturity, Hydrophysical and Physicochemical Properties: Indicators for Use as a Component of Growing Media. *Compost Science & Utilization*, 19 (4), p 226-234.
- Saumonneau A., Laloi M., Lallemand M., Rabot A., Atanassova R. 2011. Dissection of the transcriptional regulation of grape ASR and response to glucose and abscisic acid *Journal of Experimental Botany* 63 : 1495-1510. doi: 10.1093/jxb/err391.
- Tungngoen K, Viboonjun U, Kongsawadworakul P, Katsuhara M, Julien JL, Sakr S, Chrestin H, Narangajavana J. 2011. Hormonal treatment of the bark of rubber trees (*Hevea brasiliensis*) increases latex yield through latex dilution in relation with the differential expression of two aquaporin genes. *J Plant Physiology* 15 : 253-62.

Ouvrages et chapitres d'ouvrages

- Smulders M.J.M., Arens P., Koning-Boucoiran C.F.S., Gitonga V.W., Krens F., Atanassov A., Atanassov I., Rusanov K.E., Bendahmane M., Dubois A., Raymond O., Caissard J.C., Baudino S., Crespel L., Gudín S., Ricci S.C., Kovatcheva N., Van Huylenbroeck J., Leus L., Wissemann V., Zimmermann H., Hensen I., Werlemark G., Nybom H. 2011.

Genomic and Breeding Resources: Plantation and Ornamental Crops, Rose. In Kole C (ed) *Wealth of Wild Species: Role in Plant Genome Elucidation and Improvement*. Springer, Berlin.

Reuves techniques

- Sintès G., Guillemain G. 2011. Une centrale d'acquisition Campbell pour le pilotage des irrigations par tensiométrie d'une culture de plantes en pot. *Cahiers Techniques INRA*, 73 : 25-36.

Communications colloques

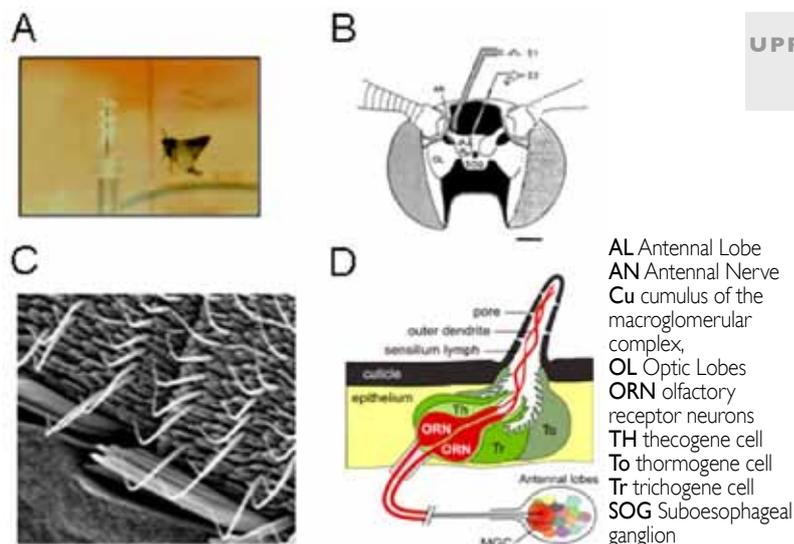
- Abidi F., Girault T., Douillet O., Guillemain G., Sintès G., Laffaire M., Ben Ahmed H., Smiti S., Hucho-Thelier L., Leduc N., 2011. Monochromatic blue light: what effects on photosynthesis and development of Rose plants? American Society of Plants Biologists Congress 2011, Minneapolis 6-10 August 2011
- Furet P.M., Guérin V., Meuriot F., Morvan-Bertrand A., Vian A., Lothier J. 2011. Determination of nitrogen origin and allocation during bud burst by ¹⁵N labeling in *Rosa hybrida*. 9^{ème} Colloque National de la SFBV. 12-14 décembre - Campus Universitaire des Cézeaux - Aubière (Clermont-Ferrand-France)
- Lothier J., Durand D., Magne K., Furet P.M., Morvan-Bertrand A., Meuriot F., Montrieux F., Satour P., Guérin V., Vian A. and Anis Limami M. 2011. New shoot nutrition requires protein mobilization after decapitation in *Rosa hybrida*. 9^{ème} Colloque National de la SFBV. 12-14 décembre - Campus Universitaire des Cézeaux - Aubière (Clermont-Ferrand-France)

Mémoires de thèse et d'HDR

- Henry C. 2011. *Étude de l'implication des transporteurs de sucres dans le photocontrôle du débourrement chez le rosier buisson* (*Rosa hybrida* L.). Thèse de Doctorat, Université d'Angers.

Mémoires de stages

- Ech Chaib A. 2011. Photocontrôle du débourrement chez le rosier buisson: quantification de la distribution des ressources carbonées et azotées au sein de l'axe primaire. M2 Faculté des Sciences et Techniques de Marrakech.
- Saffray C. 2011. Photocontrôle du débourrement chez le rosier : implication des transporteurs de sucres. Master 2 BioVigpa, M2 Université d'Angers.



Neuroéthologie du papillon nocturne *Agrotis ipsilon*

A) Papillon mâle répondant à la phéromone sexuelle dans un tunnel de vol. B) Lobe antennaire (=centre primaire olfactif des insectes) d'un papillon mâle, constitué de sous-unités globulaires, les glomérules C) Image de microscopie électronique à balayage d'une antenne avec les soies sensorielles. D) Schéma d'une sensille olfactive avec les neurones récepteurs dont l'axone se projette vers le lobe antennaire.

Implication des mécanismes de phosphorylations intracellulaires dans la modulation de l'efficacité des insecticides chez l'insecte

Objectif

Mettre en place une stratégie d'optimisation de l'utilisation des produits phytosanitaires basée sur l'activation des mécanismes de phosphorylations intracellulaires impliqués dans la régulation des récepteurs membranaires d'insecte, cibles des insecticides.

Contexte

Les thématiques de recherche du laboratoire Récepteurs et Canaux Ioniques Membranaires RCIM UPRES EA 2647/USC INRA 1330/SFR 149 QUASAV, sont principalement axées sur le développement de stratégies innovantes dans la lutte contre les insectes nuisibles dans le but i) de contourner les mécanismes de résistance développés par les insectes et ii) d'optimiser l'efficacité des produits phytosanitaires (insecticides) et répulsifs tout en réduisant les doses utilisées dans les traitements, en accord avec le programme EcoPhyto 2018. Nos activités de recherche concernent l'étude du mode d'action des répulsifs et des insecticides de synthèse (nouvelle génération) et d'origine végétale sur le système nerveux central de l'insecte mais aussi sur la caractérisation, aux niveaux cellulaires et moléculaires, des facteurs métaboliques intracellulaires (phosphorylation / déphosphorylation) impliqués dans la modulation des effets des insecticides. L'identification de certaines voies de signalisations intracellulaires impliquées dans l'augmentation de l'efficacité des traitements insecticides (Lavialle-Defaix et al., 2010 ; Murillo et al., 2011) représente une nouvelle donnée dans le développement de nouveaux procédés plus adaptés et plus sélectifs dans la lutte contre les insectes ravageurs des cultures.

Résultats

Au sein du système nerveux central de la blatte, deux sous-types de récepteurs spécifiques du neurotransmetteur inhibiteur l'acide gamma-aminobutyrique (GABARI et GABAR2) ont été identifiés du point de vue électro-pharmacologique. L'utilisation de la technique électrophysiologique de patch-clamp adaptée à des neurones d'insectes maintenus en culture à court-terme a permis de démontrer i) que ces récepteurs présentent une sensibilité différente vis-à-vis d'un insecticide appartenant à la famille des phénylpyrazoles (le fipronil) et surtout ii) que l'inhibition de la protéine kinase C (dépendante de l'entrée de calcium dans la cellule) produit une diminution de l'efficacité de cet insecticide. Ce résultat important révèle l'importance de l'implication du calcium intracellulaire dans l'activation d'une voie de signalisation intracellulaire spécifique impliquée dans la modulation de l'effet d'un insecticide. En d'autre terme, ce résultat renforce le développement de notre stratégie de co-formulation associant une substance active insecticide et un co-formulant qui intervient sur le métabolisme calcique puisque dans ce cas précis, toute augmentation du calcium participera à l'activation d'une protéine kinase C, elle-même responsable de l'augmentation de l'efficacité d'un insecticide sur ses cibles.

Perspectives

Projet de développement d'un nouveau procédé de co-formulation associant une substance active insecticide et un co-formulant qui intervient sur le métabolisme calcique des cellules d'insectes pour optimiser l'efficacité d'un insecticide donné tout en réduisant les doses de traitements. Les premières études sur la conception et l'obtention de microcapsules à double cinétique de libération ont débuté cette année en collaboration avec le laboratoire IVP (Ingénierie de la Vectorisation Particulière), UMR-646 Inserm d'Angers.

Partenaires

Partenaire académique : Région Pays de la Loire ; Laboratoire IVP UMR-646 Inserm, Université d'Angers (Directeur J.P. Benoit).

Partenaire industriel : Intervet, Beaucozézé.

Bibliographie

■ Lavialle-Defaix C, Moignot B, Legros C & Lapied B. 2010. How does calcium-dependent intracellular regulation of voltage-dependent sodium current increase the sensitivity to the oxadiazine insecticide indoxacarb metabolite, DCJW, in insect pacemaker neurons ? *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*, 333, 264-272.

Contact

Bruno LAPIED, Laboratoire RCIM, UFR Sciences 2 Boulevard Lavoisier, 49045 Angers cedex. Mél : bruno.lapied@univ-angers.fr

Revue scientifique à comité de lecture

- Benzidane Y., Lapied B. & Thany S.H. 2011. Neonicotinoid insecticides imidacloprid and clothianidin affect differently neural Kenyon cell death in the cockroach *Periplaneta Americana*.
- Lavielle-Defaix C., Apaire-Marchais V., Legros C., Pennetier C., Mohamed A., Licznar P., Corbel V. & Lapied B. 2011. *Anopheles gambiae* mosquito isolated neurons: A new biological model for optimizing insecticide/repellent efficacy. *Journal of Neuroscience Methods*, 200, 68-73.
- Le Questel J-Y., Graton J., Ceron Carrasco J.P., Jacquemin D., Planchat A. & Thany S.H. 2011. New insights on the molecular features and electrophysiological properties of dinotefuran, imidacloprid and acetamiprid neonicotinoid insecticides. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 19, 7623-7634.
- Morère-Le Paven M.C., Viau L., Hamon A., Vandecasteele C., Pellizzaro A., Bourdin C., Laffont C., Lapied B., Lepetit M., Frugier F., Legros C. & Limami A.M. 2011. Characterization of a dual-affinity nitrate transporter MtNRT1.3 in the model legume *Medicago truncatula*. *Journal of Experimental Botany*, 62, 5595-5605.
- Murillo L., Hamon A., Es-Salah-Lamoureux Z., Itier V., Quincharde S. & Lapied B. 2011. Inhibition of protein kinase C decreases sensitivity of GABA receptor subtype to fipronil insecticide in insect neurosecretory cells. *Neuro-Toxicology*, 32, 828-835.
- Thany S.H. 2011. Thiamethoxam, a poor agonist of nicotinic acetylcholine receptors expressed on isolated cell bodies, acts as a full agonist at cockroach cercal afferent/giant interneuron synapses. *Neuropharmacology*, 60, 587-92.

Autres revues scientifiques

- Legros C., Tricoire-Leignel H., Thany S.H. 2011. Des insecticides plus sélectifs. *Têtes Chercheuses*, n°18.
- Mattei C., Legros C. 2011. Nicotine, un problème de poids. *Biofutur*, 325, 55-57.

Communications colloques

- Bourdin C., Moignot B., Murillo L., Quincharde S., Picard D., Lapied B. & Legros C. 2011. Regulatory effects of a novel sodium channel auxiliary subunit on sodium currents are modulated by alternative splicing in the insect *Periplaneta americana*. 10^{ème} Colloque de la Société des Neurosciences, 24-27 mai, Marseille.
- Bourdin C., Moignot B., Murillo L.,

- Quincharde S., Picard D., Lapied B. & Legros C. 2011. Examination of the role of alternative splicing of the insect ancillary subunit genes in regulating para sodium currents. 6th International Symposium on Molecular Insect Science, 2-5 October, Amsterdam (The Netherlands).
- Goven D., Licznar P., Lavielle-Defaix C., Sauvageot Q., Lapied B. & Apaire-Marchais V. 2011. Mosquito neurons from the major malaria vector *Anopheles gambiae*: A new model to study anti-cholinesterase effect of insecticides. European PhD network in Insect Sciences, 7-11 novembre, Tours.
- Lapied B. 2011. Peut-on recommander des composés à mode d'action inconnu pour se protéger des insectes « nuisants » et vecteurs de maladies ? Colloque Santé-Environnement, Santé-Travail, 20-21 janvier, Paris. (conférencier invité)
- Mohamed A., Stankiewicz M., Servent D. & Lapied B. 2011. Neurotoxic action of the repellent DEET occurs through positive and negative allosteric modulation of muscarinic acetylcholine receptors. 19th Meeting on Toxinology, 28-29 November, Paris.
- Murillo L., Châtel A., Bourdin C., Quincharde S., Lapied B., Picard D. & Legros C. 2011. Characterization of tyramine- β -hydroxylase in the nervous system of the cockroach *Periplaneta americana*. 10^{ème} Colloque de la Société des Neurosciences, 24-27 mai, Marseille.
- Thany S. H. 2011. Electrophysiological and pharmacological profiles of insect synaptic and extrasynaptic nicotinic receptors. 12^{ème} Rencontre Club de Neurobiologie des Invertébrés, 16-17 juin, Montpellier.
- Tricoire-Leignel H., Frances C., Bouabib S., Quincharde S., Lapied B., Thany S.H. & Marchand-Geneste N. 2011. Alternative splicing and subunit nature modify 3D ligand binding domain of cockroach nAChRs built by homology modelling: consequences for insecticide binding modes. Wellcome Trust Scientific Conferences, 18-21 May, Cambridge (UK).

Mémoires de thèse

- Mohamed Aly, 2011. Etude du mode d'action neurotoxique d'un répulsif, le DEET utilisé seul et en association avec un insecticide sur l'acetylcholinestérase des DUM neurones d'un insecte la blatte *Periplaneta americana*. Université d'Angers.
- Bodereau-Dubois Béatrice, 2011. Récepteurs nicotiniques neuronaux d'insectes et insecticides: Caractérisation de facteurs cellulaires impliqués

dans la modulation de l'efficacité des néonicotinoïdes. Université d'Angers.

Mémoires de stages

- Beloula Abdelhamid, Master 1 mention Environnement Ecologie, Université d'Angers. Parcours Altérations des Systèmes Biologiques. Analyse de la toxicité d'insecticides néonicotinoïdes sur le puceron du pois, *Acyrtosiphon pisum*.
- Benzidane Yassine, DESU Environnement, Ecologie et Evolution, Université d'Angers. Effets des dérivés de la nicotine sur la transmission synaptique de la blatte *Periplaneta americana*.
- Goulu, Mathilde, Master 1 STIS Sciences, Technologies et Ingénierie de la Santé (STIS), Université d'Angers. Analyse des niveaux d'expression des transcrits de 3 sous-unités de récepteurs nicotiniques chez la blatte américaine par RT-PCR quantitative.
- Jottreau Aurélien, Master 1 mention Environnement Ecologie, Université d'Angers, parcours Altérations des Systèmes Biologiques. Etude de la transmission synaptique cholinergique chez la blatte *Periplaneta americana*.
- Kane Selma, Master 1 mention Environnement Ecologie, Université d'Angers, parcours Altérations des Systèmes Biologiques. Contribution à la caractérisation d'une sous-unité auxiliaire du canal sodium dépendant du potentiel chez l'insecte.
- Pavet Charles-Edouard, Master 1 mention Environnement Ecologie, Université d'Angers, parcours Altérations des Systèmes Biologiques. Détermination des sous-unités des récepteurs nicotiniques chez le puceron cendré du pommier *Dysaphis plantaginea*.
- Saulais Ophélie, Master 1 mention Environnement Ecologie, Université d'Angers, parcours Altérations des Systèmes Biologiques. Clonage de la sous-unité des récepteurs GABAA dans l'étude pharmacologique de l'etifoxine.
- Sauvageot Quentin, Master 1 STIS Sciences, Technologies et Ingénierie de la Santé (STIS), Université d'Angers. Etude des acetylcholinestérases de neurones du moustique *Anopheles gambiae* : Niveau d'expression par PCR quantitative en temps réel et mesure de l'activité enzymatique en présence d'inhibiteurs.
- Taillebois Emiliane, Master 2 Altérations des Systèmes Biologiques, Université d'Angers. Caractérisation moléculaire et pharmacologique des récepteurs cholinergiques de type nicotinique (nAChRs) chez le puceron du pois *Acyrtosiphon pisum*.



Revue scientifique à comité de lecture

■ Devy J., Ouchani F., Oudot Delacoux C., Hélesbeux J.-J., Vanquelef E., Al-Khara S., Salesse S., Duval O., Letinois I., Martiny L., Charpentier E. 2011. The anti-invasive activity of synthetic alkaloid ethoxyfagaronine on L1210 leukemia cells is mediated by downregulation of plasminogen activators and MT1-MMP expression, *Invest. New Drugs*, 29 (5), 730-741.

■ Issaadi S., Douadi T., Zouaoui A., Chafaa S., Khan M.A., Bouet G. 2011. Novel thiophene symmetrical Schiff base compounds as corrosion inhibitor for mild steel in acidic media. *Corrosion Science*, 53 (4), 2011, 1484-1488.

■ Jangu Magadula J., Tewtrakul S., Gatto J., Richomme P. *In vitro* antioxidant and anti-HIV-1 protease (PR) activities of two Clusiaceae plants endemic to Tanzania. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 5 (3), 1096-1104.

■ Mbwambo Z. H., Magadula J. J., Gatto J., Richomme P. 2011. Phytochemical and pharmacological investigations of *Garcinia volkensii* Engl., *Spatula DD*, 2 (1) 1-7.

■ Morel S., Landreau A., V.H. Nguyen, S. Derbré, P. Grellier, P. Le Pape, F. Pagniez, M. Litaudon, Richomme P. 2011. Preparative Isolation, Purification by Centrifugal Partition Chromatography and Biological Activity of Cajuflavanone From *Derris ferruginea* Stems. *Phytochem. Anal.*, 23 (2), 152-58.

■ Ourari A., Khelafi M., Aggoun D., Bouet G. & Khan M.A. 2011. Synthesis, Characterization, and Electrochemical Study of Tetradentate Ruthenium-Schiff Base Complexes: Dioxygen Activation with a Cytochrome P450 Model Using 1- or 2-Methylimidazole as Axial Bases. *Advances in Physical Chemistry Volume* 2011. Article ID 157484. (Open journal).

■ Schinkovitz A., Tsague Kenfack G., Levillain E., Dias M., Hélesbeux J.-J., Derbré S., Séraphin D., Richomme P. 2011. Free and Immobilized Matrix Molecules: Impairing Ionization by Quenching Secondary Ion Formation in Laser Desorption Mass Spectrometry. *J. Mass Spectrom.*, 46, 884-890.

Communications colloques

■ Richomme P., Derbré S., Séraphin D. Automating an assay for advanced glycation end-product identification : applications to the screening of a small natural compound library. "African Plants, Unique Source of Drugs, Agrochemicals, Cosmetics and Food Supplements", 10-15 janvier 2011, University of the Western Cape, Cape Town, Afrique du Sud.

■ Richomme P. Some Ways to Improve Phytochemical Analysis. March 2011, University of Innsbruck, Autriche.

Brevet

■ Dias M., Levillain E., Richomme P., Schinkovitz A., Seraphin D. Détection spécifique, Identification et Quantification d'Alcaloïdes par Spectrométrie de Masse MALDI-TOF. Brevet FR n° 1156523 (18/07/2011).

Mémoires de thèse

■ Dulac A. *Caractérisation de la diversité pigmentaire chez les Hydrangea*. (P. Richomme, co-encadrement : C. Lambert, IRHS. Thèse de Doctorat de l'Université d'Angers, 22 septembre 2011.

■ Morel S. *Valorisation chimique et biologique de deux légumineuses du genre Derris : D. ferruginea et D. hainanensis*. Thèse de Doctorat de l'Université d'Angers, (P. Richomme, co-encadrement : A. Landreau), 9 juin 2011.

Contact

Pascal RICHOMME, Laboratoire SONAS, Université d'Angers, UFR Sciences pharmaceutiques et ingénierie de la santé, 16, Bd Daviers, 49045 Angers Cedex 01. Mél : pascal.richomme@univ-angers.fr; tél. 02 41 22 66 67.

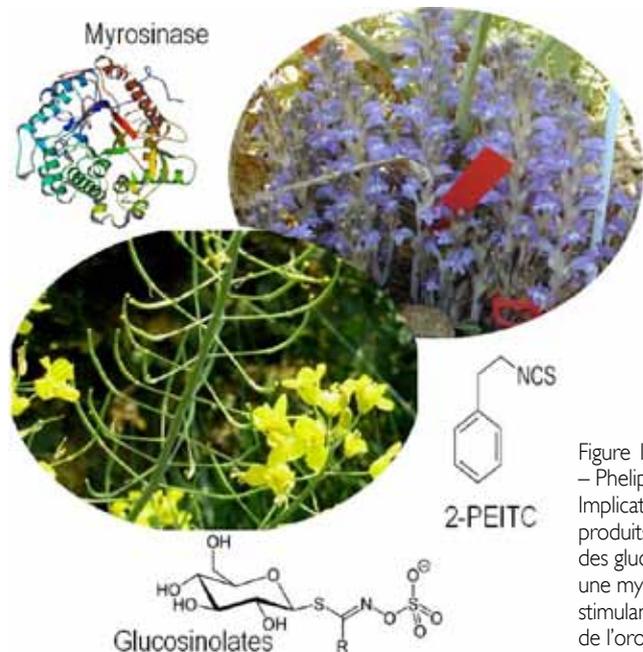


Figure 1. Interaction colza – *Phelipanche ramosa*. Implication des ITC, produits de dégradation des glucosinolates par une myrosinase, comme stimulants de germination de l'orobanche

Les stimulants de germination de l'orobanche rameuse dans la rhizosphère du colza dérivent de la voie des glucosinolates

Objectif

La première étape de l'interaction plante - plante parasite, colza - orobanche rameuse, est la stimulation de la germination des graines d'orobanche par des composés exsudés des racines du colza. Les objectifs de ces travaux ont été d'identifier et de caractériser les principaux stimulants de germination de l'orobanche présents dans la rhizosphère du colza.

Contexte

L'orobanche rameuse s'est adaptée en France à une nouvelle culture hôte, le colza d'hiver. Parmi les stimulants de germination connus, les strigolactones (SLs) sont les stimulants les plus efficaces, avec une activité à l'échelle du nanomolaire. Ce sont des métabolites ubiquitaires chez les plantes (Yoneyama *et al.* 2010), car ils favorisent également la mycorhization et contrôlent l'architecture aérienne (Gomez-Roldan *et al.* 2008). En revanche, les plantes non mycorhizables comme les Brassicacées (*Arabidopsis*, colza...), seraient des plantes peu productrices de SLs (Kohlen *et al.* 2011). En parallèle, il a été démontré que la germination de *P. ramosa* pouvait être élicitée *in vitro* par des isothiocyanates (ITC), des produits de dégradation des glucosinolates (Virtue *et al.* 2006). Ces derniers sont spécifiques de quelques familles, dont les Brassicacées.

Leur hydrolyse par l'enzyme myrosinase (E.C. 3.2.3.1.) conduit à la production d'un panel de composés (ITC, nitriles et oxazolidinethiones...) présentant une activité biocide vis-à-vis de pathogènes et d'herbivores. La myrosinase impliquée est soit une myrosinase endogène (Bones and Rossiter 1996), soit une myrosinase microbienne de la rhizosphère (Al-Turki and Dick 2003). De ce fait, l'identité des stimulants de germination des graines de *P. ramosa*, présents dans la rhizosphère du colza, est une question ouverte.

Résultats

Le profilage métabolique d'extraits racinaires, d'exsudats racinaires de colzas cultivés en hydroponie, et de la rhizosphère au champ montre que seuls la gluconasturtiine et/ou ses produits de dégradation (3-phénylpropanenitrile et 2-phényléthyl isothiocyanate [2-PEITC]) sont exsudés des racines du colza dans la rhizosphère alors que la glucoérucine, la glucobertéroine et leurs produits de dégradation (5-méthylthiopentanenitrile et érucine, méthylthiohexanenitrile et bertéroine, respectivement) s'accumulent dans les racines sans être exsudés. Par ailleurs, parmi tous les glucosinolates et leurs produits de dégradation (nitriles, goitrine, indole-3-carbinol, ITC) examinés, seuls les ITC élicitent *in vitro* la germination de *P. ramosa*. De même, les ITC (4-pentenyl isothiocyanate, erucin, 2-PEITC, berteroin) sont les seuls stimulants présents dans les RP-HPLC (Reversed Phase-High Pressure Liquid Chromatography) fractions actives des extraits racinaires. Enfin, la teneur en 2-PEITC de la rhizosphère du colza au champ a été démontrée suffisante pour induire la germination de l'orobanche rameuse.

En parallèle, aucune SL connue n'a pu être détectée ni dans la rhizosphère, ni dans les extraits racinaires du colza. Néanmoins, en concentrant sur charbon actif pendant plusieurs jours les exsudats racinaires d'une centaine de plants de colza, il a été possible d'isoler des fractions RP-HPLC actives contenant potentiellement des SL. Bien que les standards de SL connues co-éluent dans ces fractions, ces SL n'ont pu être détectées par UPLC-MS/MS. Ainsi, à la différence des ITC, si des SL sont présents dans la rhizosphère du colza, elles sont en quantité inférieure à la fois à la limite de détection de l'UPLC-MS/MS (~200 fg/injection) et à la sensibilité de l'orobanche (~quelques pM).

Au champ, le 2-PEITC est le principal stimulant de germination présent dans la rhizosphère. Dans les racines du colza, les glucosinolates se concentrent sous la couche la plus externe du périderme, ce qui facilite leur exsudation au cours de l'expansion racinaire (McCully *et al.* 2008). La présence d'une myrosinase endogène dans des tissus plus internes suggère que des glucosinolates, et non des ITC, sont exsudés des racines et hydrolysés par une myrosinase microbienne à la surface des racines et/ou dans la rhizosphère. Une blessure des racines peut favoriser également la production d'ITC *via* la myrosinase endogène. Ainsi, l'interaction colza-*P. ramosa* est complexe puisque dépendante soit de la myrosinase produite par des microorganismes, soit d'organismes blessant les racines. Ces troisièmes partenaires du pathosystème reflètent ainsi l'implication de la flore du sol dans le parasitisme du colza par *P. ramosa*.

Enfin, il a été démontré que parmi d'autres espèces d'orobanches testées (*O. minor*, *O. cumana*, *O. crenata*, *P. aegyptiaca*), aucune ne germe dans la rhizosphère du colza et n'est aussi sensible *in vitro* aux ITC que *P. ramosa*. Ces résultats soutiennent l'hypothèse d'une pression sélective imposée par un nouvel hôte, le colza, favorisant l'émergence d'une population virulente de *P. ramosa* (Benharrat *et al.* 2005; Brault *et al.* 2007). Cette étude constitue un exemple supplémentaire de la place majeure de l'hôte, *via* leurs stimulants de germination, dans la diversification des plantes parasites au cours de l'évolution (Thorogood *et al.* 2009; Joel *et al.* 2011).

Perspectives

Des travaux supplémentaires sont nécessaires pour comparer la réponse moléculaire des graines de *P. ramosa* aux SL et aux ITC, et pour évaluer la réponse aux ITC de populations de *P. ramosa* qui n'ont pas co-évolué avec des Brassicacées. De même, l'évaluation de la diversité du profil d'exsudation des glucosinolates et des ITC chez le colza et espèces apparentées aidera les programmes de sélection de nouvelles lignées résistantes à l'orobanche.

En savoir plus : <http://dx.doi.org/10.1094/MPMI-01-12-0006-R>

Partenaires

Régine Delourme, UMR IGEP, Inra Rennes.
 Karinne Pouponneau, Fabrice Monteau et Bruno Le Bizec, ONIRIS, LABERCA, Atlanpole-La Chantrerie, Nantes.
 Kaori Yoneyama et Koichi Yoneyama, Weed Science Center, Utsunomiya University, Japan Sofirotéol et GIE Procolza, financeurs du programme « Orodur » (2010-2012).

Bibliographie

- Auger B., J-B Pouvreau, F. Monteau, K. Pouponneau, M. Gauthier, E. Prat, H. Bergès, P. Delavault, R. Delourme and P. Simier 2011. On the way to sustainable control of broomrape seed germination by root exudates of oilseed rape. 13th International Rapeseed Congress (Prague, 5-9 June).
- Auger B., J-B. Pouvreau, F. Monteau, K. Pouponneau, M. Gauthier, E. Prat, H. Bergès, P. Delavault, R. Delourme and P. Simier, 2011. Stimulants of *Phelipanche ramosa* germination from oilseed rape roots (7-12 June, Martina Franca Italy).

Contact

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

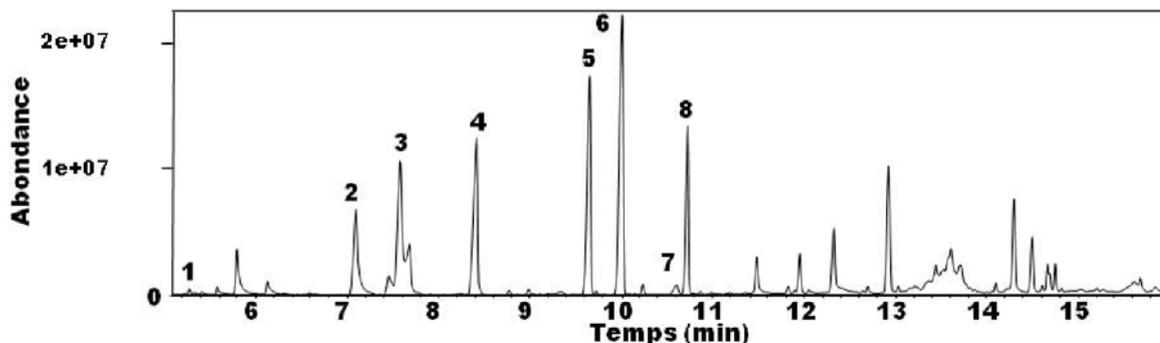


Figure 2. Chromatogramme GC-MS (full-scan : m/z 50–650) d'un extrait racinaire de colza âgé de 6 semaines (cv. ES alienor). (1) 4-pentényl isothiocyanate; (2) 5-méthylthiopentane nitrile; (3) 3-phénylpropanenitrile; (4) 6-méthylthiohexane nitrile; (5) érucine; (6) 2-PEITC; (7) goitrine; (8) bertéroïne.

Revue scientifique à comité de lecture

■ Draie R., Péron T., Pouvreau J-B., Véronési C., S. Jégou, Delavault P., Thoirion S. and Simier P. 2011. Invertases involved in the development of the parasitic plant *Phelipanche ramosa*: characterization of the dominant soluble acid isoform, PrSAII. *Molecular Plant Pathology*, 12(7): 638-652.

■ Mejri S., Mabrouk M., Voisin D., Delavault P., Simier P., Saidi M. and Belhadj O. 2011. Variation in quantitative characters of faba bean after seed irradiation and associated molecular changes. *African Journal of Biotechnology*, Vol. 11(33), pp. 8383-8390, 24 April, 2012.

■ Normand J., Bonnin E. and Delavault P. 2011. Cloning and expression in *Pichia pastoris* of an *Irpex lacteus* rhamnogalacturonan hydrolase tolerant to acetylated rhamnogalacturonan. *Applied Microbiology and Biotechnology*, DOI 10.1007/s00253-011-3705-5.

Communications colloques

Communications orales

■ Gaudin Z., Pouvreau J-B., Robins R.J., Delavault P. and Simier P. 2011. Nitrogen absorption, translocation and fluxes in the *Phelipanche ramosa* / *Brassica napus* interaction. 11th World Congress on parasitic Plants (7-12 June, Martina Franca, Italy).

■ Voisin M., Duffé P., Perez E., Hadjou F., Delavault P., Delourme R. and Simier P. 2011. Host specificity and genetic diversity of the parasitic plant *Phelipanche ramosa* on winter oilseed rape in France. 13th International Rapeseed Congress (Prague, 5-9 June).

Posters

■ Dongo, M., Leflon, P. Simier and P. Delavault 2011. Real time PCR detection and quantification of broomrape seed contamination in oilseed rape and sunflower seed lots. 13th International Rapeseed Congress (Prague, 5-9 June).

■ Gauthier M., Véronési C., Delourme R., Glory P., Leflon M., Labalette F., Simier P. and Delavault P. 2011. Behaviours of winter oilseed rape in facing broomrape infestation. 11th World Congress on parasitic Plants (7-12 June, Martina Franca Italy).

■ Pouvreau J-B., Auger B., Delavault P., Simier P. 2011. Development of a high-throughput method for estimating the germination rate of broomrape seeds. 11th World Congress on parasitic Plants (7-12 June, Martina Franca, Italy).

Mémoires de stages

■ Le Gall Hyacinthe 2011. Etude des stimulants de la germination des graines d'orobanche rameuse (*Phelipanche ramosa*) présents dans la rhizosphère des Brassicacées. Directeur des travaux: B. Auger. Master 1 Ingénierie Chimique et Agroalimentaire, Université de Nantes.

■ Lechat Marc-Marie 2011. Etude de la réponse des graines d'orobanche à de stimulants de germination. Directeur des travaux: P. Delavault. Master 2 BioVIGPA, Université de Nantes.

■ Parot J. 2011. Etude de la sensibilité à l'orobanche rameuse de différentes espèces cultivées et de quelques adventices associées. Directeur des travaux : C. Boulet, Master 1 Biologie de l'Environnement, Université de Nantes.

Rubrique libre

Actualités

En 2011, l'Unité expérimentale Vigne et Vin (UVV) du centre INRA d'Angers comptait 13 agents dont 10 permanents (3 ingénieurs et 7 techniciens et administratifs), 2 CDD Ingénieurs (1 an et 6 mois) et 1 MOO (6 mois). L'unité dispose de bureaux, de laboratoires et d'un atelier pilote d'œnologie situés à Angers. Elle s'appuie sur un dispositif expérimental qui comprend des réseaux multi locaux de parcelles chez des viticulteurs et le domaine expérimental INRA de Montreuil-Bellay (49).

Depuis 2009, l'unité accueille une doctorante, Cécile Coulon, sur cofinancement INRA-Région. L'unité est également laboratoire d'accueil pour un thésard du CNRS de Rennes – Cyril Bonnefoy - dans le cadre du projet Terviclim sur l'évolution des terroirs viticoles en relation avec les changements climatiques.

L'année 2011 constituait pour l'Unité Vigne et Vin la cinquième et dernière 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 (ESA¹, laboratoires GRAPPE² et LARESS³) et du développement (IFV⁴ et Cellule de cartographie des Terroirs Viticoles – CTV). *Un fait marquant spécifique (voir ci-dessous) fait le bilan de l'UMT VINITERA, laquelle a été évaluée par la DGER en octobre 2011.*

En novembre 2011, l'UMT Vinitera (Vinitera2) a été reconduite par la Direction Générale de l'Enseignement et de la Recherche du Ministère de l'Agriculture, pour 5 années. Le nouveau projet scientifique de l'UMT Vinitera² aborde la conception - avec les acteurs - de systèmes de production capables de s'adapter à un contexte changeant, ce qui implique de pouvoir mesurer les performances environnementales des pratiques agroviticoles et œnologiques et leur incidence sur la qualité des produits (raisins et vins) en prenant en compte tout le processus de construction de la qualité, depuis le matériel végétal et les itinéraires techniques mis en œuvre, jusqu'à l'appréciation du produit par les consommateurs.

Les différents axes de recherche du programme de l'UMT Vinitera2 doivent apporter des éléments de réponse à la problématique suivante « *Comment concevoir et évaluer des systèmes vitivinicoles innovants en réponse à un contexte changeant ?* ».

Sur le Domaine expérimental de Montreuil-Bellay (49) l'unité participe à la conservation des ressources génétiques «vigne», à des programmes nationaux de création variétale (A2PV – RESDUR) et de réduction des pesticides (CASDAR ECOVITI et projet EXPECOPHYTO) ainsi qu'à des programmes régionaux de sélection clonale. Ces activités se déroulent depuis juin 2010 dans le cadre d'une Plateforme Régionale d'Innovation (PRI) portée par le lycée Edgar Pisani de Montreuil-Bellay et labellisée par la Région. Les partenaires principaux en sont l'INRA – UVV et l'IFV). Voir faits marquants 2010.

Depuis le 2^{ème} semestre 2007, l'UVV est partenaire du projet ANR Jeunes chercheurs « Terviclim » mentionné plus haut, projet piloté par une équipe du CNRS⁵ de Rennes. Le projet a pour objet d'observer et de modéliser l'évolution du climat à l'échelle des terroirs viticoles. Ce projet est prolongé jusqu'à fin 2012. Il est complété depuis 2010 par le projet TERADCLIM piloté par la même équipe du CNRS de Rennes, projet qui aborde les adaptations au changement climatique à différentes échelles spatiales (parcelle, exploitation, territoire) et différentes échelles de temps (court, moyen et long terme).

Le projet PSDR Grand Ouest « Changement climatique, systèmes agricoles, ressources naturelles et développement territorial », auquel participait l'unité sur le thème des changements de pratiques des viticulteurs en relation avec les changements climatiques, s'est terminé en 2011.

En 2011, l'unité a participé activement à la construction du projet LACCAVE - Adaptation de la vigne au changement climatique - du métaprogramme ACCAF⁶ de l'INRA. Le projet a été accepté en novembre 2011. L'unité est impliquée dans la conduite de 2 volets de ce projet.

L'unité a été également sollicitée pour participer au projet PERPHECLIM - Phénologie des espèces pérennes - du même métaprogramme ACCAF.



Domaine expérimental INRA de Montreuil-Bellay, avec au fond le Lycée Edgar Pisani

¹ ESA : Ecole Supérieure d'Agriculture d'Angers.

² GRAPPE : Groupe de Recherches sur les Produits et Procédés (ESA).

³ LARESS : Laboratoire de recherches en Sciences Sociales.

⁴ IFV : Institut Français de la vigne et du vin, ex ITV.

⁵ Centre National de la Recherche Scientifique, Hervé Quénol, Laboratoire COSTEL (Climat, Occupation du Sol et Télédétection), UMR 6554 LETG, Université Rennes 2.

⁶ Adaptation au Changement Climatique de l'Agriculture et de la Forêt.



Revue scientifique à comité de lecture

- Cadot Y, Chevalier M, Barbeau G. 2011. Evolution of the localization and the composition of phenolics in grape skin between veraison and maturity in relation with water availability and some climatic conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91 (11), pp. 1963-1976.
- Cadot Y., Caille S., Thiollet-Scholtus M., Samson A., Barbeau G., & Cheynier V. 2011. Characterisation of typicality for wines related to terroir by conceptual and by perceptual representations. An application to red wines from the Loire Valley. *Food Quality and Preference*. doi: 10.1016/j.foodqual.2011.08.012 (in press).
- Goulet E., Morlat R. 2011. The use of surveys among wine growers in vineyards of the middle-Loire Valley (France), in relation to terroir studies. *Land use policy*. Doi. 10.1016/j.landusepol.2011.01.003.

Revue techniques

- Barbeau G. 2011. Programme de création de nouvelles variétés de vignes durablement résistantes au mildiou et à l'oïdium. *La recherche vous parle 2011 - Journée technique Interloire*. Rochefort sur Loire, 4 février 2011.
- Barbeau G., Coulon C., Neethling E., Bonnefoy C., Quénot H. 2011. Le changement climatique et les interactions sol-climat. *Géologues* 168 : 26-30.
- Barbeau G., Goulet E., Julien S., Grondain V., Rioux D., Trapateau L. 2011. L'adaptation du matériel végétal « vigne » au milieu. *Géologues* 168 : 24-26.
- Barbeau G., Marion S. 2011. Bientôt des vignes résistantes au mildiou et à l'oïdium. *INRA Magazine n°18*, Octobre 2011.
- Cadot Y. 2011. Influence de la date de vendange sur les composés phénoliques de la baie de raisin ; conséquences pour la typicité du vin. *L'Esperluette*.
- Cadot Y. 2011. Vins de terroir. Les facteurs humains prévalent. *Ad Litteram*, 29.
- Cadot Y. 2011. Fonds de Terroir. Propos recueillis par E. Lecluyse. *INRA Magazine n°17*, 8-9
- Cadot Y. 2011. Etude du lien au terroir : de la représentation conceptuelle à la représentation perceptuelle. Mise en évidence de l'importance de certains choix techniques. SITEVI, Montpellier. Plaquette 2 p.
- Cadot Y. 2011. Le sol, un facteur secondaire de la typicité. Propos recueillis par P. Touchais, *La Vigne*, n°232, 74-75.
- Cadot Y. 2011. Vins de terroir et styles de vins : relations entre le style de vin recherché, la nature des sols et les pratiques des viticulteurs ? *Géologues*, 168:30-32.

- Cadot Y. 2011. Etude du lien au terroir : de la représentation conceptuelle à la représentation perceptuelle. Mise en évidence de l'importance de certains choix techniques, in *www.Techniloire*, 19 p.
- Cadot Y. 2011. Le lien au terroir décorqué à Brissac. *Le vigneron du Val de Loire*. N°351, 21 juillet 2011.
- Cadot Y. 2011. Maturité, durée de cuvaison et qualité sensorielle des vins. *Le vigneron du Val de Loire*. N°354, 22 septembre 2011.
- Coulon C., Ganenco A., Neethling E., Thiollet-Scholtus M. 2011. Méthode de typologie d'années climatiques de référence à l'usage de la modélisation. Application à la moyenne vallée de la Loire. *Progrès Agricole et Viticole*, 2011, 128, N°17, 347-353.
- Coulon C. 2011. Validation d'indicateurs de vigueur, précocité et contrainte hydrique couplant les facteurs du milieu et les pratiques agroviticoles. La recherche vous parle 2011 - Journée technique Interloire. Rochefort sur Loire, 4 février 2011.
- Coulon C. 2011. Méthode d'analyse systématique des caractéristiques sensorielles des vins suivant l'effet combiné du milieu et des pratiques. Journées Scientifiques de l'Ecole Doctorale VENAM. 20-21 octobre 2011.
- Renaud, C., Benoît, M., Thiollet-Scholtus, M., Jourjon, F. 2011. Evaluation globale des impacts environnementaux des itinéraires techniques viticoles par l'Analyse du Cycle de Vie (ACV). *Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture*, 43(3), 184-189.
- Thiollet-Scholtus M. 2011. L'eau et la vigne. Évaluer l'impact des pratiques viticoles sur la qualité des eaux. *Revue des œnologues*, n°139, 11-12.
- Thiollet-Scholtus M., Badier M. 2011. Evaluation environnementale des pratiques viticoles en Val de Loire à l'aide de la méthode Indigo®. *Progrès agricole et viticole*, 128(18), 372-376.
- Thiollet-Scholtus M. 2011. Évaluation environnementale des pratiques viticoles en Alsace, Bourgogne & Champagne. *Revue des œnologues*, n°137, Hors série.

Communications colloques

- Bonnefoy C., Neethling E., Sicard S., Barbeau G., Quénot H. 2011. Analyse des températures et du fonctionnement de la vigne à différentes échelles spatio-temporelles dans le Val de Loire. *Colloque international TERVICLIM : changement climatique à l'échelle des terroirs viticoles*. 7-11 novembre 2011, Chili et Argentine.
- Cadot Y., Caille S., Samson A., Thiollet-Scholtus M., Casabianca F., Barbeau G., Cheynier V. 2011. From conceptual typicality to perceptible typicality: are wine-

- making practices decisive? Communication orale. *Oeno 2011*. Bordeaux.
- Julien Séverine 2011. Méthodologie d'acquisition de données climatiques et agronomiques. *Colloque international TERVICLIM : changement climatique à l'échelle des terroirs viticoles*. 7-11 novembre 2011, Chili et Argentine (poster).

Autres documents

- Barbeau C. 2011. Jours agronomiquement disponibles en viticulture. Exemple des traitements phytosanitaires à Montreuil-Bellay. *Rapport d'étude*. Projet PSDR CLIMASTER, 47 p. + annexes.

Mémoires de stages

- Gorbyk M. 2011. Production artisanale de jus de raisin en vue de la diversification de l'offre en caves particulières. Mémoire de 4^{ème} année d'école d'Ingénieur Viticulture-œnologie, groupe ESA (Maîtres de stage : V. Sarrot et G. Barbeau).
- Guanenco A. 2011. Etudes des relations entre les facteurs du milieu, les pratiques agroviticoles, les variables de fonctionnement de la vigne : alimentation hydrique, vigueur et précocité et les types de raisin/vin. Mémoire de Master Vintage, groupe ESA, Angers (Maître de stage : C. Coulon).
- Jousset J.F. 2011. Suivi de nouveaux clones de Cabernet franc et Chenin blanc dans le Val de Loire. Licence Sciences de la vigne et du vin. Institut Jules Guyot, Dijon (Maître de stage : G. Barbeau).
- Migeot A. 2011. Sélection de variétés de vigne résistantes au mildiou et à l'oïdium : programme Resdur. Mémoire d'ingénieur de l'ENITA de Bordeaux (Maître de stage : G. Barbeau).
- Mouchon, A. 2011. Etude du lien entre les actes techniques et le style des vins. Mémoire Master 1, Université Catholique de l'Ouest-IMA (Maître de stage : Y. Cadot).
- Palacios G. 2011. Participation à la construction d'un modèle pour prédire la composition du raisin en fonction des facteurs du milieu et des pratiques des viticulteurs. Master 1 'Biologie et technologie du végétal'. Université d'Angers (Maître de stage : C. Coulon).
- Sicard S. 2011. Variabilité méso-climatique dans le vignoble des Coteaux du Layon. Conséquences physiologiques pour la vigne. Télug, université à distance de l'Uqam, Québec, Canada (Maître de stage : G. Barbeau).
- Trapateau L. 2011. Caractérisation et modélisation des terroirs de la bodega Altavista, Mendoza, Argentine. Projet GICC Teradclim. VetAgrosup Clermont-Ferrand (Maîtres de stage : G. Barbeau et H. Quénot).

Rubrique libre

Actualités

L'année 2011 est pour l'Unité Expérimentale Horticole une année de consolidation de son implication vers l'enseignement puisque l'UE est amenée à participer de façon récurrente, désormais, à des enseignements dans le cadre de 3 formations angevines :

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

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

En terme d'ouverture de l'unité, ce sont plus de 140 personnes, étudiants, mais aussi lycéens, arboriculteurs, techniciens arboricoles médecins et préventeurs de la MSA qui ont été accueillis, guidés et ont échangé avec le personnel de l'UE.

Côté vie collective de l'unité, en 2011, Christine Payraudeau, Norbert Brillet et Emile Robin sont partis à la retraite, et Claudine Foubert a fait une mobilité vers l'installation expérimentale de l'UMR IRHS. Nous ont rejoint durant cette même période Sylviane Hameline, secrétaire gestionnaire de l'Unité et Ludovic Bervas, agent arboricole sur le site de Bois l'Abbé.

Pour la dixième année, l'unité a vu son agrément « charte qualité des pomiculteurs de France » (ex charte Production Fruitière Intégrée) reconduit. L'auditeur de la société SGS International Certification Services n'a noté aucun écart et ce, aussi bien pour le référentiel « producteur » que pour le référentiel « station de conditionnement ».

Dans le cadre de cette dynamique, l'unité amplifie son investissement dans sa démarche de vergers durables et éco-responsables.

Ainsi quatre actions notables ont été initiées ou amplifiées :

- La mise en place d'un réseau de haies composites en remplacement de haies brise vent mono-spécifique (de type thuya/cyprès) présentes de longue date.
- L'installation de nombreux nichoirs à mésanges. L'implantation au cœur du verger de mésanges devant permettre de réguler les populations de lépidoptères (carpocapse, tordeuses...)
- L'installation de refuges à chrysope qui devraient permettre d'augmenter les populations de ce névroptère et ainsi réguler les populations de pucerons, d'acariens et de psylles.
- Enfin, l'UE vient d'investir dans un outil de désherbage mécanique permettant d'une part de mieux appréhender cette technique et d'autre part de limiter le recours aux herbicides chimiques.



Nichoir à mésanges



Refuge à Chrysopes



Appareil de désherbage mécanique

Rubrique libre

Dans le prolongement du projet CTPS nommé Sélection fruitière en dispositifs à faibles intrants, un essai multisites est mené entre les sites de la Rétuzière de l'unité et celui des Jarres à l'Unité Expérimentale Arboricole de l'INRA de Bordeaux. Cet essai bloc en randomisation complète, permet de tester 18 géotypes présentant des caractères de moindres sensibilité aux maladies. Ces géotypes ont été sélectionnés, par François Laurens de l'UMR IRHS-Angers, parmi le matériel disponible inscrit au catalogue officiel des variétés ou au sein des hybrides créés par l'INRA et en cours de sélection dans le cadre de réseaux nationaux (niveau I, niveau II). Un itinéraire technique économe en intrants a été défini (pas d'irrigation, nombre de traitements réduits contre le puceron cendré ou contre la tavelure... Cf. tableau ci-dessous).

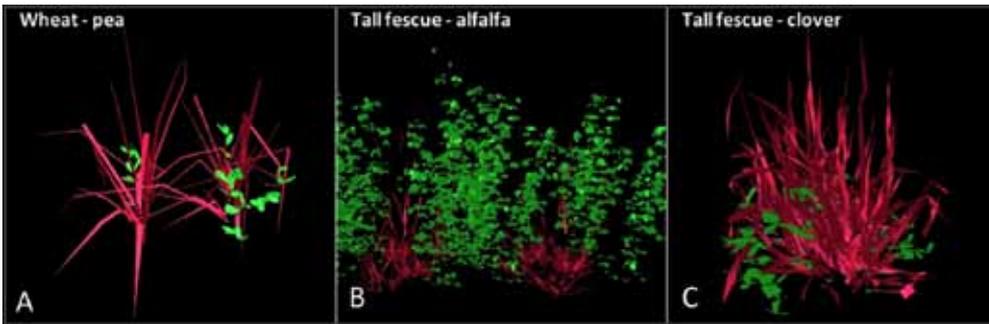
Action	Produits	Substances Actives	Dose ha	Dates d'interventions						Total
				22/3	22/4	2/5	24/5	22/6	4/7	
acarien	ovipron	huile de pétrole	10,00							1
puceron	pirimor	pirimicarbe	0,75							1
tordeuse	inségar	fénoxicarbe	0,60							1
carpocapse	coragène	rynaxypyr	0,35							1
carpocapse	pyrinex ME	chlorpyrifos	2,00							1
carpocapse	calypso	thiachlopride	0,25							1
carpocapse	madex	virus de la granuloze	0,10							1

Interventions phytosanitaires effectuées en 2011 en parcelle R41 (essai bas intrants)

L'objectif de cet essai est de définir un niveau d'intrants et un ou des itinéraires techniques permettant d'analyser le comportement des nouvelles variétés face au cortège des bioagresseurs du vergers, tout en obtenant une récolte de fruit permettant d'en identifier les caractéristiques organoleptiques (compte tenu de la pression carpocapse en 2010, des mesures ont été prises pour ramener ce bio agresseur à un niveau compatible avec l'essai).

Contact :

Arnaud LEMARQUAND, INRA, Unité Expérimentale Horticole, Domaine de Bois l'Abbé, 49071 Beaucouzé cedex 01.
Mél : arnaud.lemarquand@angers.inra.fr



Représentation en 3D de différentes associations graminée-légumineuse. A. blé-pois – B. fétuque élevée-luzerne – C. fétuque élevée-trèfle.

Associations graminée-légumineuse et partage du rayonnement

Objectif

L'objectif de ce travail est d'évaluer la capacité de modèles d'interception du rayonnement à prédire le partage de la lumière dans les associations graminée-légumineuse.

Contexte

L'étude du partage du rayonnement entre espèces associées est déterminante pour caractériser le fonctionnement des couverts plurispécifiques. La plupart des travaux ont recours à des modèles statistiques dits *turbid medium* où la canopée est représentée comme un gaz dans lequel le feuillage est réparti de manière homogène. La lumière interceptée est estimée via la loi de Beer-Lambert, paramétrée avec le LAI (Leaf Area Index) et la géométrie (inclinaison foliaire) de chaque espèce. L'utilisation de ces modèles est en théorie restreinte aux couverts homogènes, condition qui peut être remise en question en couverts plurispécifiques. Des modèles alternatifs, dits *plante virtuelle*, peuvent permettre de contourner ces limitations via une représentation explicite de l'architecture aérienne des plantes en 3D, couplée à un modèle de rayonnement.

Résultats

Nous avons comparé l'estimation du partage de rayonnement issue d'un modèle *turbid medium* à celle issue de l'approche plante virtuelle en utilisant plusieurs associations graminée-légumineuse: blé-pois, fétuque élevée-luzerne, fétuque élevée-trèfle. Chaque couvert a été caractérisé à partir de mesures (digitalisations magnétiques) puis reconstruit virtuellement par des méthodes informatiques (Barillot et al., 2010). Les résultats montrent une gamme de couverts très large en termes de distribution spatiale du LAI, de contribution de chaque espèce au LAI de la canopée, de propriétés géométriques du feuillage (inclinaison foliaire) et de partage de rayonnement (Barillot et al., 2011). Malgré ces structures contrastées, le modèle *turbid-medium*

a fourni des estimations du partage du rayonnement proches de celles issues de l'approche plante virtuelle. Néanmoins certains biais ont été observés pour les couverts montrant une forte structuration verticale et/ou un recouvrement des organes foliaires inter/intra-espèce. Les erreurs du modèle *turbid-medium* ont pu être réduites via une description plus fine de la canopée ce qui, en pratique, aurait nécessité des mesures longues et complexes.

Perspectives

L'approche *turbid-medium* peut être utilisée pour estimer le partage du rayonnement dans les associations dont la structure de la canopée reste simple. Les modèles plante virtuelle restent donc une approche pertinente dans certains cas d'associations présentant notamment de fortes structurations verticales. Ces modèles peuvent aussi être utilisés pour valider l'approche *turbid medium* sur des couverts réels ou théoriques. Les modèles architecturés présentent l'avantage de pouvoir être couplés [dynamiquement] à des modèles de fonctionnement (e.g. de photosynthèse), permettant ainsi d'étudier l'impact de variations du microclimat sur la croissance des plantes.

Partenaires

UR P3F (INRA de Lusignan). Thèse financée par la Région Pays de la Loire.

Bibliographie

- Barillot R., Combes D., Huynh P., Escobar-Gutiérrez A.J. 2010. Analysing light sharing in cereal/legume intercropping systems through Functional Structural Plant Models. In *6th International Workshop on Functional-Structural Plant Models*. T. Dejong and D. Da Silva Eds., University of Davis, CA.
- Barillot R., Louarn G., Escobar-Gutiérrez A.J., Huynh P., Combes D. 2011. How good is the turbid medium-based approach for accounting for light partitioning in contrasted grass-legume intercropping systems? *Annals of Botany (London)* 108, 6, 1013-1024.

Contact

Romain BARILLOT, UR LEVA, Groupe ESA, 55 rue Rabelais, 49007 Angers cedex 01. Mél : r.barillot@groupe-esa.com

Reuves scientifiques à comité de lecture

- Barillot R., Louarn G., Escobar-Gutiérrez A.J., Huynh P., Combes D. 2011. How good is the turbid medium-based approach for accounting for light partitioning in contrasted grass-legume intercropping systems? *Annals of Botany*, 108, 1013-1024.
- Cassagne N., Pimont F., Dupuy J., Linn R., Marell A., Oliveri C., Rigolot E. 2011. Using a fire propagation model to assess the efficiency of prescribed burning in reducing the fire hazard. *Ecological Modelling*, 222, 1502-1514.
- Corre-Hellou G., Dibet A., Hauggaard-Nielsen H., Crozat Y., Gooding M., Ambus P., Dahlmann C., von Fragstein P., Pristeri A., Monti M., Jensen E.S. 2011. The competitive ability of pea-barley intercrops against weeds and the interactions with crop productivity and soil N availability. *Field Crops Research*, 122, 264-272.
- Mawois M., Aubry C., Le Bail M. 2011. Can farmers extend their cultivation areas in urban agriculture? A contribution from agronomic analysis of market gardening systems around Mahajanga (Madagascar). *Land Use Policy*, 28, 434-445.
- Naudin C., Corre-Hellou G., Voisin A.S., Oury V., Salon C., Crozat Y., Jeuffroy M.H. 2011. Inhibition and recovery of symbiotic N₂ fixation by peas (*Pisum sativum* L.) in response to short-term nitrate exposure. *Plant and Soil*, 346, 275-287.
- Raveneau M.P., Coste F., Moreau-Valancogne P., Lejeune-Hénaut I., Dürr C. 2011. Pea and bean germination and seedling responses to temperature and water potential. *Seed Science Research*, 21, 205-213.

Ouvrages et chapitres d'ouvrages

- Cupina B., Mikic A., Stoddard F.L., Krstic D., Justes E., Bedoussac L., Fustec J., Pejic B. 2011. Mutual Legume intercropping for forage production in temperate regions. In *Genetics, Biofuels and local farming systems, Sustainable Agriculture Reviews*, Ed V. Springer: 347-365.
- Fustec J., Lesuffleur F., Mahieu S., Cliquet J.B. 2011. Nitrogen rhizodeposition of legumes. In *Sustainable Agriculture*, Ed V. Springer: 869-881.

Reuves techniques

- Cordeau S., Biju-Duval L., Chauvel B. 2011. Bandes enherbées. Biodiversité mais sans danger. *Phytoma*, 643: 41-45.
- Escoffier I., Cordeau S. 2011. Bandes enherbées. Les adventices ne se dispersent pas dans le champ. *La France Agricole*, 3378, 32.

Communications colloques

Communications orales

- Brauman A., Bernard L., Oris F., Taschen E., Pablo A.L., Amenc L., Fustec J., Malagoli P., Hinsinger

H. 2011. To what extent the rhizosphere of cereal/legume intercropping represents a specific microbial environment? In *Colloque Rhizosphere 3*, 25-30th September 2011, Perth, Australia.

- Colomb B., Fontaine E., Glandières A., Aveline A., Carof M., Celette F., Craheix D., Arino J., Collet S., Garnier J.F., Glachant C., Gouraud J.P., Haeffliger M., Morand P., Moulin V., Perret C., Prieur L., Quirin T., Renan M., Rossignol E. 2011. Une approche de la durabilité des systèmes de grandes cultures biologiques spécialisés. In *Colloque «Transversalités de l'agriculture biologique»*, 23-24 juin 2011, Strasbourg, France, pp 1-21.
- Coste F. 2011. Associer des légumineuses à des cultures porte graines pour réduire les intrants azotés. In *Les 6^{èmes} Rencontres du Végétal*, 10-11 janvier 2011, Angers, France.
- David C., Celette F., Abecassis J., Carcea M., Friedel J.K., Corre-Hellou G., Hiltbrunner J., Messmer M., Narducci V., Peigné J., Samson M.F., Schweinzer A., Thomsen I.K., Thommen A. 2011. New challenges to improve organic bread wheat production in Europe. In *3rd ISOFAR Scientific Conference in the frame of the 17th IFOAM Organic World Congress*, 28th Sept.-1st October 2011, Gyeonggi Paldang, Republic of Korea, pp 268-271.
- Fayaud B., Coste F., Corre-Hellou G., Gardarin A., Dürr C. 2011. Croissance précoce dans les associations d'espèces : impact des caractéristiques des semences et plantules et des conditions de semis. In *Colloque Graines*, 27-28 octobre 2011, Nantes, France.
- Fustec J. 2011. Assessment of N transfer between a grain legume and a non-fixing crop with the wick technique. In *DFG Workshop*, 16-18th February 2011, Universität Höhenheim, Germany.
- Fustec J. 2011. Des légumineuses pour des systèmes de cultures durables. In *Colloque Oniris - Journée Scientifique Santé et préservation des écosystèmes en Pays de la Loire*, 22 juin 2011, Nantes, France.
- Naudin C., Corre-Hellou G. 2011. Producing organic wheat with high grain protein content: the significance of intercropping and the need for diagnostic tools. In *3rd ISOFAR Scientific Conference in the frame of the 17th IFOAM Organic World Congress*, 28th Sept.-1st Oct. 2011, Gyeonggi Paldang, Republic of Korea, pp 276-279.

Posters

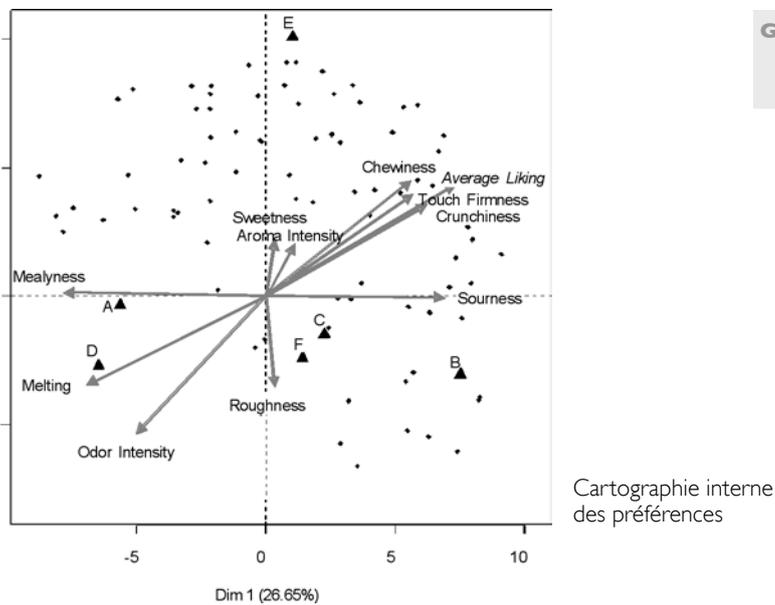
- Fayaud B., Coste F., Corre-Hellou G., Gardarin A., Dürr C. 2011. La croissance en début de cycle: une variable clef des interactions entre espèces dans les associations de culture. In *Les 6^{èmes} Rencontres du Végétal*, 10-11 jan. 2011, Angers, France.
- Piva G., Jamont M., Cortes Mora F., Fustec J. 2011. Rapeseed-Faba bean intercrop in low input systems nitrogen transfer and niche separation. In *13th International Rapeseed*

congress, Prague, Czech Republic.

- Fustec J., Jamont M., Cortes Mora F., Piva G., Scalise C., Cannavacciuolo M. 2011. Niche separation and nitrogen transfer in brassica-legume intercrops. In *Colloque Rhizosphere 3*, 25-30th Sept. 2011, Perth, Australia.
- Fustec J., Malagoli P., Siméon F., Cannavacciuolo M., Bernard L., Brauman A., Hinsinger P. 2011. Does nitrogen transfer matter in cereal-legume intercrops? In *Colloque Rhizosphere 3*, 25-30th Sept. 2011, Perth, Australia.
- Raveneau M.P., Benamar A., Macherel D. 2011. Reprise du métabolisme énergétique au cours de la germination de la graine de pois. In *Colloque Graines*, 27-28 octobre 2011, Nantes, France.

Mémoires de stages

- Ait Alla M. 2011. Levagramme V2.0. Master 1 ISTIA, Angers, 28 p.
- Chevalier V. 2011. Etude de la variabilité génotypique de l'architecture aérienne du pois et impacts sur le partage de rayonnement dans une association virtuelle blé-pois. Master 2 Agrocampus Ouest - Horticulture - Sciences des productions végétales - Ingénierie des agrosystèmes, 42 p.
- Freyssinel M. 2011. Mise en évidence de l'importance de la phase de croissance précoce à l'aide du modèle AZODYN-IC en cultures pluri-spécifiques. Etude et caractérisation de la croissance précoce à la lumière de *Medicago lupulina* et *Festuca arundinacea*, au travers de l'analyse de leurs réponses à différentes durées d'émergence et nutriments minéraux. Master 1 Ingénieur ESA, Angers, 39 p.
- Joly F.-X. 2011. Impact du vers de terre endogé *Aporrectodea caliginosa caliginosa* sur les interactions trophiques souterraines entre le pois protéagineux (*Pisum sativum* L.) et le blé dur (*Triticum turgidum* L.) cultivés en association. Master 2 Recherche BioViGPA, 18 p.
- Le Breton M. 2011. Evaluation multicritère d'itinéraires techniques d'associations culturales céréale-légumineuse. Master 2 Ingénieur ESA, Angers, 74 p.
- Mialon A. 2011. Systèmes de culture économes en intrants: évaluation environnementale et scénarii d'évolution des pratiques culturales pour des exploitations du projet «Grandes Cultures Economes». Master 2 Ingénieur ISARA Lyon, 69 p.
- Moussa Mahamat Saleh Z. 2011. Développement de la filière Quinoa en Val de Loire - Détermination des besoins en azote de *Chenopodium quinoa* Willd. Master 2 Agrocampus Ouest, 34 p.
- Scalise C. 2011. Impact des interactions racinaires sur les flux d'azote et la production de nectar extrafloral dans l'association colza-féverole. Master 1 École Supérieure d'Agriculture "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP), Brésil, 41 p.



Utilisation de l'analyse textuelle de questions ouvertes pour la compréhension des préférences sensorielles des consommateurs lors d'un test hédonique.

Objectif

Développer une méthodologie alternative aux cartographies interne et externe des préférences permettant de comprendre les déterminants sensoriels de l'appréciation des consommateurs en se basant sur leurs commentaires libres.

Contexte

La création de nouvelles variétés végétales (notamment des fruits et légumes) est aujourd'hui, de plus en plus guidée par l'avis des consommateurs. De ce fait, connaître les déterminants sensoriels d'acceptation ou de rejet d'un produit devient un facteur de sa réussite sur le marché ciblé. En effet, savoir que le produit est acceptable ou non ne suffit pas pour garantir son succès, il est également important de comprendre les raisons de cette acceptabilité.

Les préconisations pour la réalisation de tests hédoniques insistent sur la simplicité des questions posées aux consommateurs et conseillent le recours à des questions supplémentaires pour expliquer leurs préférences. Elles proposent la réalisation de cartographie des préférences mettant en relation les préférences de consommateurs et la description des produits par des experts sensoriels. Des contraintes techniques voire financières limitent parfois l'utilisation de ces méthodes. La

recherche d'un compromis basé sur l'exploitation des commentaires libres des consommateurs a été l'objet de ce travail. Nous avons étudié la pertinence des commentaires des consommateurs pour expliquer leurs préférences en s'appuyant sur des analyses textuelles.

Résultats

Quatre-vingt-sept consommateurs de pommes ont dégusté des pommes de la variété *Golden Delicious* de 6 provenances différentes. Le test comportait une notation hédonique sur une échelle de 0 à 10 et deux questions ouvertes portant sur les qualités et les défauts de chaque fruit. Ces mêmes lots ont été évalués par le « panel entraîné » de l'unité de recherche GRAPPE du Groupe ESA. Treize juges entraînés ont évalué douze descripteurs sensoriels dont le croquant, la jutosité, le sucré et l'acidité des pommes.

Des analyses de variance suivies de tests de comparaisons multiples des moyennes ont été réalisées sur les mesures hédoniques et les descripteurs sensoriels complétés par des Analyses en Composantes Principales.

L'analyse textuelle proposée réside dans un codage manuel des réponses aux questions ouvertes réalisé de façon rigoureuse par un spécialiste de l'analyse sensorielle. Après un nettoyage global des données, un regroupement est réalisé par synonymie et par proximité sémantique en distinguant toujours les qualités des défauts. Par exemple, les qualités « très croquante, bien croquante, croquante » ont été réunies sous la même modalité Q_Croquante. Une fois, ce codage réalisé, il est possible de générer un tableau de contingence présentant le nombre de citation de chaque qualité et chaque défaut pour chaque pomme. Ce tableau est ensuite soumis à un test du Chi-Square global, puis des chi-square par cellule sont calculés pour identifier les couples Pomme x Modalité qui sont sur ou sous représentés. Cette analyse est complétée par une Analyse Factorielle des Correspondance qui permet de représenter graphiquement les produits et les qualités et défauts qui leur sont associés.

Cette méthode de traitement des données textuelles, originale dans le domaine de l'analyse sensorielle, a fait l'objet d'une publication dans la revue *Food Quality and Preference* (Symoneaux et al., 2011).

La majorité des consommateurs a peu apprécié les pommes D et A et plus apprécié les pommes B & E. La cartographie interne des préférences (Figure 1) met en évidence quelques consommateurs de ce groupe avec des appréciations opposées. La projection des descripteurs sensoriels issus du panel expert indique que ces dégustateurs semblent avoir apprécié le croquant, la fermeté des fruits B et E et également une acidité un peu plus marquée pour le fruit B, rejetant par opposition les fruits farineux.

L'analyse approfondie du tableau de contingence confirme ces caractéristiques mais en se basant uniquement sur les dire des consommateurs. L'analyse factorielle des correspondances de ce tableau regroupant les qualités et défauts cités par ces consommateurs permet d'obtenir une cartographie des pommes en fonction de leurs caractéristiques vues par les consommateurs. L'opposition entre les lots A, D et B, E se retrouve dans cette analyse. Ces deux derniers lots se caractérisent par une plus grande proportion de qualités et de défauts se rapportant à la fermeté, au croquant et à l'acidité des fruits (pour B). A l'opposé, la farinosité est le défaut le plus fréquemment cité pour les pommes A et D et la souplesse de leur chair est une qualité appréciée par certains. Comme attendu, certaines qualités reconnues par des consommateurs sont des défauts pour d'autres. La proximité de Q_Ferm et de D_Ferm, de Q_Souple et de D_ChairMolle témoigne de cela.

Les coefficients RV calculés entre les différentes représentations multi-dimensionnelles indiquent une très bonne relation entre les données sensorielles du panel expert et l'analyse issue des commentaires des consommateurs.

Dans le cas de la pomme, l'analyse des qualités et défauts notés par les consommateurs lors d'un test hédonique est une alternative intéressante aux approches de cartographie des préférences réalisées traditionnellement. L'utilisation du Chi-Square et du Chi-Square par cellule puis de l'analyse factorielle des correspondances est une approche intéressante pour rendre compte des déterminants d'appréciations des consommateurs.

Perspectives

La même approche peut être envisagée pour travailler sur l'acceptabilité des innovations (produits de rupture) et de nouveaux concepts, identifier les impacts des messages associés au produit (éco-conception, durable... etc.) en analysant les commentaires des consommateurs.

Pour aller plus loin et affiner cette méthodologie, celle-ci sera expérimentée sur d'autres espaces produits en modifiant les protocoles d'interrogations des sujets et en étudiant l'impact de la familiarité avec l'espace produit sur le vocabulaire et la description faite par les consommateurs.

Bibliographie

■ Symoneaux, R., Galmarini, M.V., & Mehinagic, E. 2011 avec DOI. Comment analysis of consumer's likes and dislikes as an alternative tool to preference mapping. A case study on apples. *Food Quality and Preference*, 24(1), 59-66.

Contact

Ronan SYMONEAUX, Unité de recherche GRAPPE, Groupe ESA, 55 Rue Rabelais, BP 30748, 49007 Angers Cedex 01. Mél. r.symoneaux@groupe-esa.com

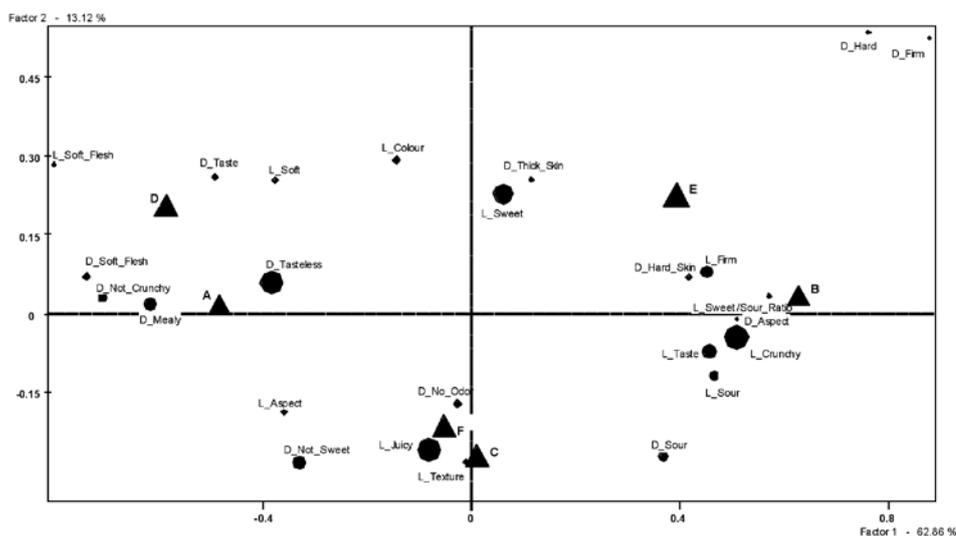
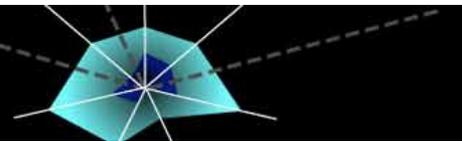


Figure 2 : AFC sur les Qualités et Défauts les plus cités par les consommateurs



Revue scientifique à comité de lecture

- Hucho-Thelier L., Boumaza R., Demotes S., Canet A., Symoneaux R., Douillet O. and Guerin V. 2011. Nitrogen deficiency increases basal branching and modifies visual quality of the rose bushes. *Scientia Horticulturae*, 130 (1): 325-334.
- Laucou V., Lacombe T., Dechesne F., Siret R., Bruno J.P., Dessup M., Dessup T., Ortigosa P., Parra P., Roux C., Santoni S., Vares D., Peros J.P., Boursiquot J.M. and This P. 2011. High throughput analysis of grape genetic diversity as a tool for germplasm collection management. *Theoretical Applied Genetics*, 122: 1233-1245.
- Madieta E., Symoneaux R. and Mehinagic E. 2011. Textural properties of fruit affected by experimental conditions in TPA tests. An RSM approach. *International Journal of Food Science & Technology*, 46: 1044-1052.
- Poinot P., Arvisenet G., Texier F., Lethuault L., Mehinagic E., Vigneau E. and Prost C. 2011. Use of sense masking to study modalities singly : interest for the understanding of apple in-mouth perception. *Food Quality and Preference*, 22 (6): 573-580.
- Renard C., Le Quere J.L., Bauduin R., Symoneaux R., Le Bourvellec C. and Baron A. 2011. Modulating polyphenolic composition and organoleptic properties of apple juices by manipulating the pressing conditions. *Food Chemistry*, 124 (1): 117-125.
- Symoneaux R., Galmarini M.V. and Mehinagic E. 2011. Comment analysis of consumer's likes and dislikes as an alternative tool to preference mapping. A case study on apples. *Food Quality and Preference*, 24: 59-66.

Autres revues scientifiques

- Renaud C., Benoit M., Thiollot-Scholtus M. and Jourjon F. 2011. Evaluation globale des impacts environnementaux des itinéraires techniques viticoles par l'analyse du cycle de vie (ACV). *Revue suisse Vitic. Arboric. Hort.*, 43 (3): 184-189.
- Siret R. 2011. L'ADN, un traceur des cépages dans les moûts et les vins. *Revue des Œnologues*, 140: 17-18.

- Symoneaux R. and Maitre I. 2011. Quel impact du message terroir dans l'acte d'achat ? *Revue VITI, de la vigne au vin*, N° Hors Série spécial Interloire: 15-16.

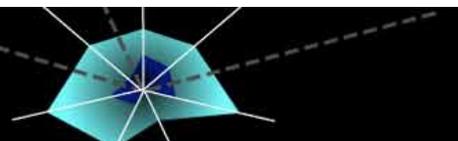
Communications colloques

Avec actes

- Cameron E., Brunet J. and Cohen J. 2011. An Explorative Study of Wine Marketing From 2000-2010 : The Status of the Research by Themes Treated and Countries Involved Enometrics XVIII, European Association of Wine Economists. *In Enometrics XVIII, European Association of Wine Economists*, 18-21 mai 2011, University of Angers, Angers.
- Cohen J. and Cohen E. 2011. Can Consumers Discriminate Between Sensory Attributes in Wine: The Case of Bordeaux Reds. *In Forthcoming 6th Academy of Wine Business Research Conference, BeM Management School*, 9-11 juin 2011, Bordeaux.
- Cohen J. and Tataru D. 2011. Application of the Duplication of Purchase Law on Wine Attributes in the French Retail Wine Market. *In Enometrics XVIII, European Association of Wine Economists*. *In Enometrics XVIII, European Association of Wine Economists*, 18-21st mai 2011, University of Angers, France.
- Cohen J. and Tataru D. 2011. The Structure of the French Retail Wine Market : A Duplication of Purchase Approach. *In Forthcoming 6th Academy of Wine Business Research Conference, BeM Management School*, 9-11 June 2011, Bordeaux.
- Cohen J., Cohen E. and Ben-Nun L. 2011. What Influences Potential Wine tourists ? *In Forthcoming 5th Annual Meeting of the American Association of Wine Economists*, 22-25th June 2011, Free University of Bozen-Bolzano, Bolzano, Italie.
- Doumouya S., Siret R., Maury C., Symoneaux R., M. L. and Jourjon F. 2011. Etude et comparaison de l'évolution des propriétés mécaniques des raisins issus des cépages Cabernet Franc et Chenin (*Vitis vinifera L.*) au cours de la maturation. *In 9^{ème} Edition du Sympo-*

sium International d'Œnologie «Eno 2011», 15-17 juin 2011, Bordeaux.

- Espinosa L., N.T., Symoneaux R., Renard C., N. B. and Cuvelier G. 2011. Effect of processing on rheological, structural and sensory properties of apple puree. *In 11th International Congress on Engineering and Food (ICEF11)*, 22-26th May 2011, Athens, Greece.
- Gatti M., Civardi S., Zamboni M., Zanetti M., Elothmani D. and Bavaresco L. 2011. Relationship between some environmental factors and wine stilbenes in the "sangiovese di romagna" viticultural area (Italy). *In WAC 2011 Congress*, 24-26 March 2011, Beaune.
- Gatti M., Zamboni M., Civardi S., Bobeica N., Zanetti M., Elothmani D. and bavaresco L. 2011. Relationship between soil origin and wine stilbene concentration in the "Sangiovese di Romagna" appellation area. *In Colloque ENOFORUM 2011*, 3-5th May 2011, Arezzo, Italy.
- Gremy-Gros C. and Mehinagic E. 2011. Non-destructive measurements for evaluation of fruit quality. *In Colloque International QUALITA 2011*, 23-25 March 2011, Angers.
- Maury C. 2011. Characterisation of Chenin grapes by texture and sensory method. *In In Vino Analytica Scientia*, 21-23rd July 2011, Graz, Austria.
- Mehinagic E. 2011. Sensory quality of fruits predicted by non-invasive techniques. *In Colloque International QUALITA 2011*, 23-25 mars 2011, Angers.
- Piron V., Madieta E., J.P.L.H. and Mehinagic E. 2011. Near-infrared detection of pressure-induced changes in apple textures. *In Colloque International QUALITA 2011*, Angers, France, pp 23-25 March 2011.
- Sijtsema S., Jesionkowska K., Symoneaux R., Konopacka D. and Snoek H. 2011. Consumers' perceptions of fruits and (products with) Dried fruits: Health and Convenience. *Euro-Mediterranean Symposium for Fruit & Vegetable Processing*. *In Euro-Mediterranean Symposium for Fruit & Vegetable Processing*, 18-21st Apr. 2011, Avignon.
- Siret R., Picque D., Brousset J.M., Lie-



ben P., Guerin L., Beguin J., Grelier C. and Couturier M. 2011. Appréciation de la maturation des baies et prédiction de la qualité des vins par spectroscopie moyen infrarouge des moûts de raisin. *In* 9^{ème} Edition du Symposium International d'Enologie "Ceno 2011", 15-17 juin 2011, Bordeaux.

■ Symoneaux R. 2011. Animation d'une «Master Class» sur les arômes du Cabernet franc. *In* Salon des Vins de Loire 2011, 1^{er} fév. 2011, Angers, France.

■ Symoneaux R. 2011. Cidres...Quelle perception, quels consommateurs ? *In* Colloque "Quels cidres, pour quels consommateurs ?" 18 mars 2011, Caen.

■ Zouid I., Jourjon F., Mehinagic E. and Siret R. 2011. Lien entre l'extractibilité des composés phénoliques et les propriétés mécaniques des baies de Cabernet Franc pendant la maturation : effet du terroir et du millésime. *In* 9^{ème} Edition du Symposium International d'Enologie «Ceno 2011», 15-17 juin 2011, Bordeaux.

■ Zouid I., Jourjon F., Mehinagic E. and Siret R. 2011. Phenolic compounds extractibility and mechanical properties of berries : influence of terroir and vintage. *In* XXXIV World Congress of Vine and Wine "The Wine construction" 20-27th June 2011, Porto, Portugal.

Communications orales

■ Brossaud F. 2011. Potentialités de l'analyse sensorielle des baies de raisin : synthèse des travaux menés par l'ESA : analyse sensorielle des baies : aspects méthodologiques. *In* Journée technique organisée par l'IFV «Caractérisation de la matière première», 5 juillet 2011, Amboise.

■ Mehinagic E. 2011. Application of acoustic measurements to quality evaluation of apples. *In* Journée thématique programme AI FRUITS, 21 juin 2011, Université du Mans, Le Mans.

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

■ Renaud C., Benoit M. and Jourjon

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

■ Siret R. 2011. Potentialité du proche et moyen infra-rouge: Synthèse des travaux sur le proche infra-rouge (NIR) des régions Val de Loire. *In* Journée technique organisée par l'IFV «Caractérisation de la matière première», 5 juillet 2011, Amboise.

■ Symoneaux R. 2011. Perception du concept de Terroir par les consommateurs de vins. *In* Séminaire technique Interloire, 4 fév. 2011, Rochefort sur Loire (49).

■ Symoneaux R. 2011. Implication des composés phénoliques sur l'amertume et l'astringence, interaction avec les autres composés, exercices pratiques de dégustation. *In* Journée Technique sur «Les composés phénoliques : intérêts organoleptiques et maîtrise au cours de l'élaboration des cidres», 1^{er} juillet 2011, Inra Le Rheu, Rennes.

Posters

■ Doumouya S., Siret R., Maury C., Symoneaux R., Lahaye M. and Jourjon F. 2011. Comparison of different methods to evaluate the texture of grapes during maturation. *In* XXXIV World Congress of Vine and Wine "The Wine construction" 20-27th June 2011, Porto, Portugal.

■ Doumouya S., Siret R., Symoneaux R., Jourjon F., Mehinagic E. and Lahaye M. 2011. Etude et comparaison de l'évolution des propriétés mécaniques des raisins issus des cépages Cabernet Franc et Chenin (*Vitis vinifera* L.) au cours de la maturation. *In* 9^{ème} Edition du Symposium International d'Enologie «Ceno 2011», 15-17 juin 2011, Bordeaux.

■ Varela J.R., Lormel C., Clement A. and Mehinagic E. 2011. Approche de la texture sensorielle du cake par analyse d'image. *In* CNRIUT 2011, 8-10 juin 2011, Cherbourg, Octeville.

Mémoires de thèse

■ Zouid I. 2011. Mise au point d'outils innovants de caractérisation de la maturation du raisin : contribution à la définition d'un nouvel indice de maturité pour l'élaboration de vins de qualité. Soutenue le 25 janvier 2011 (direction F. Jourjon et R. Siret).

Mémoires de stages

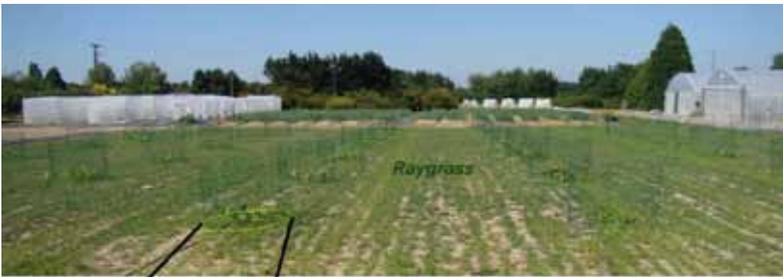
■ Aillet S. 2011. Adaptation d'un outil d'évaluation sensorielle du potentiel oenologique d'une vendange aux cépages blancs. Mémoire de fin d'études, 3^{ème} année Enita Bordeaux (direction F. Brossaud).

■ Bertin P. 2011. Mise au point d'un dispositif non destructif de mesure de texture de fruits (pomme) basée sur la sonométrie (direction P. Vandewalle et A. Sourice (ESEO)).

■ Brillanceau A. 2011. Etude du mode d'action de la silice sur la physiologie de la vigne : impact sur la qualité du raisin. Mémoire de fin d'études, 3^{ème} année Enita Bordeaux (direction M. Meunier).

■ De Facq P. 2011. Mise en place d'une mesure des préférences alimentaires destinées aux personnes âgées. Master «Gestion des propriétés sensorielles des aliments» (GPSA), Agrosup Dijon (direction I. Maitre).

■ Le Dorze F. 2011. Master 1, Electrolyse de jus de pommes : Analyse chimique des biomolécules aux produits industriels. Faculté des Sciences et Techniques, Nantes (direction D. Elothmani).



Photos P. Le Guigo



© P. Le Guigo

Plante cible : *B. oleracea*
6 Plantes voisines : *B. nigra*
B. napus
S. lycopersicum

Vue générale du protocole expérimental. Sur un terrain d'environ 1000 m², ont été mises en place 40 parcelles élémentaires constituées de *Brassica oleracea* (chou) entouré de *B. nigra* (moutarde noire - adventice), *B. napus* (colza) ou *Solanum lycopersicum* (tomate). La colonisation des plantes cibles par le puceron du chou ou le puceron vert du pêcher a été différente en fonction des plantes voisines.

La résistance par association contribue à une plus faible colonisation d'une Brassicacée cultivée par des pucerons

Objectif

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

Contexte

Les membres de l'équipe IGEPP à Angers travaillent sur les interactions trophiques plantes hôtes-insectes ravageurs-ennemis naturels afin de proposer des stratégies de lutte biologique par conservation. Pour tendre vers une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires, l'augmentation de la diversité floristique au sein d'une parcelle représente une piste intéressante. En effet, l'association de différentes espèces de plantes ayant des caractéristiques physiques ou/et chimiques contrastées peut diminuer la probabilité de colonisation par des insectes ravageurs. Cependant, l'hypothèse de la résistance par association n'a jamais été vérifiée vis à vis des phytophages spécialistes et généralistes d'une même plante hôte.

Résultats

Pour déterminer si des espèces (cultivées ou non) peuvent influencer la colonisation d'une culture par des pucerons, nous avons, à quatre reprises, disposé sur un terrain expérimental de près de 1000 m², 40 parcelles élémentaires constituées de *Brassica oleracea* (chou) entouré de *B. nigra* (moutarde noire - adventice), *B. na-*

pus (colza) ou *Solanum lycopersicum* (tomate). Les choux entourés de *B. nigra* ou *B. napus* ont été plus colonisés par le puceron du chou *Brevicoryne brassicae* que les choux témoins entourés de choux. Au contraire, les choux entourés de *B. nigra*, *B. napus* ou *S. lycopersicum* ont été moins colonisés par le puceron vert du pêcher *Myzus persicae*. Les composés secondaires des plantes voisines ont sans doute attiré les pucerons spécialistes des Brassicacées, et repoussé les pucerons généralistes. Pour résumer, si la colonisation d'une culture dépend en grande partie des défenses physiques et/ou chimiques de la plante hôte, les plantes voisines semblent, elles aussi, pouvoir influencer le comportement de colonisation des pucerons.

Perspectives

Une gestion de la diversité végétale dans les parcelles et en bordure pourrait être envisagée afin d'attirer les pucerons spécialistes loin de la culture (stratégie «push-pull») et repousser les pucerons généralistes. Si de nombreuses études mettent en évidence un intérêt des associations culturales pour la protection des cultures contre les ravageurs, la résistance par association semble être un des mécanismes qui expliquent ces résultats.

Partenaires

Domaine expérimental Agrocampus-Ouest, Angers.

Cette étude a été financée en partie par la région Pays de la Loire.

Bibliographie

■ Le Guigo P., Rolier A., Le Corff J. 2012. Plant neighbourhood influences colonization of Brassicaceae by specialist and generalist aphids. *Oecologia*. DOI : 10.1007/s00442-011-2241-4.

Contact

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

Revue scientifique à comité de lecture

- Bischoff A., Trémulot S. 2011. Genetic differentiation and adaptation of plant populations: how important are related herbivores. *Oecologia*, 165 : 971-981
- Colbach N., Chauvel B., Darmency H., Tricault Y. 2011. Sensitivity of weed emergence and dynamics to life-traits of annual spring-emerging weeds in contrasting cropping systems, using weed beet (*Beta vulgaris* ssp. *vulgaris*) as an example. *Journal of Agricultural Science* 149 : 679-700.
- Le Guigo, P., Qu, Y., Le Corff, J. 2011. Plant-mediated effects on a toxin-sequestering aphid and its endoparasitoid. *Basic and Applied Ecology*, 12 : 72-79.
- Tricault Y., Fealy R., Colbach N., Mullins E. 2011. Towards an optimal management regime to facilitate the coexistence of GM herbicide tolerant and non-GM oilseed rape. *European Journal of Agronomy*, 34 : 26-34.

Revue technique

- Verfaillie T., Piron M., Gutleben C., Jaloux B., Hecker C., Maury A., Chapin E., Clément A. 2011. Stratégie combinée de biocontrôle du tigre du platane. *Phytoma*, 648 : 32-36.

Communications colloques

Communications orales

- Bischoff A., Warthemann G. Dispersal and microsite limitation in floodplain grassland restoration. Symposium of the International Association of Vegetation Science (IAVS). 20-24 June 2011, Lyon.
- Bischoff A., Crémieux L., Trémulot S., Hurault B., Müller-Schärer H. 2011. L'adaptation locale des plantes : interactions biotiques et implications pour la restauration écologique. 7^{ème} colloque d'Ecologie des Communautés Végétales ECOVEG 7, 30 mars-01 avril 2011, Lausanne, Suisse.
- Cortesero A.M., Le Ralec A., Saulais J., Ezanic A., Baudry J., Bischoff A., Jaloux B., Parisey N., Salvadori O., Tricault

Y. 2011. Structure du paysage en parcelles de Brassicacées : impact sur les insectes phytophages et leurs ennemis naturels. Journées techniques «Biodiversité fonctionnelle» GIE Fleurs et Plantes du Sud- Ouest, 22 septembre 2011, Bordeaux.

- Jaloux B. Cultures associées et contrôle des populations de pucerons: mécanismes et perspectives. Journées Techniques Fruits & Légumes Biologiques, 7-8 décembre 2011, Rennes.

- Le Corff, J., Le Guigo P. 2011. Weeds as sources of pests and natural enemies: consequences for agro-ecosystem management. 4th Workshop of the EWRS Working Group on Weeds and Biodiversity, 07-08 décembre 2011, Dijon.

- Le Corff J., Ginet A. Impact of habitat diversification on the colonization of *Brassicaceae* by aphids. *Advances in Biological Control*, 29-30 November 2011, Marston, Grande-Bretagne.

- Le Ralec A., Baudry J., Bischoff A., Cortesero A.-M., Jaloux B., Parisey N., Raymond L., Salvadori O., Saulais J., Tricault Y. 2011. Structure du paysage et colonisation des parcelles de Brassicacées légumières par les insectes phytophages et leurs ennemis naturels. 6^{ème} Rencontres du Végétal, 10-11 janvier 2011, Angers.

- Parisey N., Tricault Y., Le Ralec A., Cortesero A.M. Confronting a spatially explicit population model with biased random walk to agroecosystems complexity. European Conference on Artificial Life, 08-12 August 2011, Paris.

- Verfaillie T., Piron M., Gutleben C., Jaloux B., Hecker C., Maury A., Chapin E., Clément A. 2011. Expérimentations et proposition d'une stratégie combinée de biocontrôle du tigre du platane *Corythucha ciliata* (Say) dans le cadre du programme PETAAL. 9^{ème} Conférence Internationale sur les Ravageurs en Agriculture, 26-27 février 2011, Montpellier.

- Tricault Y. Lutte biologique par conservation en verger : un raisonnement à l'échelle du paysage. Journées Techniques Fruits & Légumes Biologiques, 7-8 décembre 2011, Rennes.

Posters

- Clément A., Lormel C., Jaloux B., Verfaillie T. Utilisation d'un système d'analyse d'image couleur pour quantifier les dégâts foliaires dans le cadre de la lutte biologique contre le tigre du platane. 9^{ème} Conférence Internationale sur les Ravageurs en Agriculture, 26-27 février 2011, Montpellier.

- Darmency H., Bellanger S., Tricault Y., Gardarin A., Colbach N. Longévité et dormance de semences enfouies dans le sol chez deux espèces adventices. *Graines 2011*, 3^{ème} colloque national du réseau français de biologie des graines, 27-28 octobre 2011, Nantes.

Mémoires d'HDR

- Bischoff A. La restauration de la biodiversité végétale - Importance de la dispersion, de l'origine des graines et des interactions trophiques. Université d'Angers, 2011.

Mémoires de stages

- Guyon T. 2011. Adaptation locale de la moutarde noire (*Brassica nigra* Koch.) à son environnement abiotique et biotique, conséquences pour la restauration écologique. Master 2, Agrocampus Ouest, CFR Angers.

- Pollier A. 2011. Impact de la végétation en bordures de parcelles agricoles sur les ravageurs et auxiliaires des Brassicacées. Master 2, Université de Bordeaux/ENITA.

- Provost E. 2011. Etude de l'impact de l'association culturale Brassicacées-Légumineuses sur l'interaction pucerons des Brassicacées-parasitoïde. Master 2, Université de Poitiers.



Dispositif d'analyse de germination des semences en cryostat

Arabanc : un outil original de caractérisation de la germination d'*Arabidopsis thaliana* et des semences de très petite taille

Objectif

Augmenter la capacité de phénotypage de la dynamique de germination en l'adaptant aux semences de très petite taille.

Contexte

La plateforme de phénotypage PHENOSEM souhaite phénotyper une large gamme de semences de différentes espèces, y compris celles de l'espèce modèle utilisée en génomique *Arabidopsis thaliana*.

Dans le cadre du projet PHENOTIC (2009-2012), de nouveaux dispositifs de phénotypage des semences sont développés au GEVES-SNES. Un banc spécialement conçu, Arabanc, a été créé sur la base d'un cahier des charges élaboré conjointement par le GEVES et l'INRA, et réalisé par EVALTECH ESEO pour déterminer les caractéristiques d'imbibition et germination d'*Arabidopsis thaliana*

Les bancs de germination multi caméra mis au point précédemment, ont montré sur un large éventail d'espèces agricoles l'intérêt des cinétiques de germination pour caractériser la viabilité, l'homogénéité et le comportement de lots de semences dans différentes conditions. Ces dispositifs d'acquisition automatique facilitent les mesures, augmentent la cadence, la précision et le type de déterminations possibles (Wagner *et al.*, 2011 ; Ducournau, 2009). Ils sont utilisés pour caractériser de larges panels de génotypes et ainsi déterminer l'existence d'une variabilité génétique sur ces caractères (Dias *et al.*, 2011)

Ce dispositif Arabanc est utilisé pour caractériser la cinétique de germination de différents génotypes d'*Arabidopsis thaliana*, en interaction avec la présence de pathogènes dans le cadre du projet Qualisem.

Résultats

L'Arabanc a été développé avec une architecture voisine des bancs multcam. Un cryostat assure la régulation thermique avec une large gamme de températures possibles. Les semences d'*Arabidopsis* sont semées sur des membranes de cellulose posées sur une aqua nappe alimentée par un bac d'eau selon le principe des essais de germination par la méthode de Jacobsen (*figure 1*). Un système automatisé permet de paramétrer les acquisitions d'image et d'acquérir des images à cadence rapprochée (par exemple horaire). L'automate gère l'ouverture du capot, l'allumage de l'éclairage led blanc ou vert (pour simuler l'obscurité) et l'acquisition des images. L'Arabanc est équipé de 2 caméras spécifiques, qui permettent un grossissement et une définition des images adaptés à l'espèce *Arabidopsis* (*figure 2*). Le réglage de l'éclairage est la principale difficulté dans l'acquisition des images. Les semences d'*Arabidopsis* possèdent un mucilage qui interagit avec l'eau et provoque des reflets. Les différents essais réalisés ont permis d'acquérir plusieurs séries d'images dans différentes conditions expérimentales pour différents génotypes. Comme pour les autres espèces, les essais sur *Arabidopsis* montrent que l'acquisition automatisée d'images permet de remplacer les comptages in situ avec plus de précision et de la flexibilité, les images stockées étant analysées *a posteriori*. Nous disposons maintenant de séries d'images avec des valeurs de référence de lecteurs qui vont permettre de développer et valider les traitements d'images et de données pour obtenir automatiquement les cinétiques. Les premiers essais de traitements d'images et de données basés sur les traitements déjà appliqués sur les images acquises sur les bancs multcaméra ont donné des résultats encourageants (*figure 3*). Les segmentations des semences (transformation de l'image couleur en profil noir et blanc des semences) doivent être affinées pour améliorer la précision des mesures.

Perspectives

Comme pour les autres espèces, la validation des traitements d'image et de données par rapport aux références lecteur devrait permettre d'automatiser la détermination des cinétiques de germination, des principales caractéristiques calculées sur les courbes et de caractéristiques complémentaires relatives à l'imbibition et au début d'allongement racinaire.

Partenaires

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

La plate forme de phénotypage des semences PHENOSEM est une des composantes du service de phénotypage de la SFR QUASAV.

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

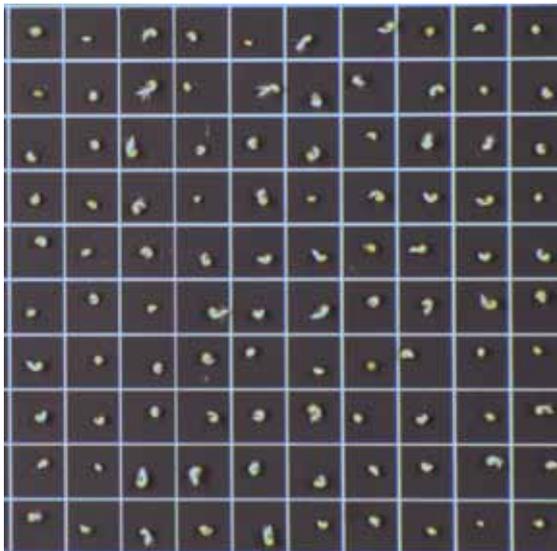


Figure 2 : Image 60 heures après semis (extrait d'une série de 60 images avec recadrage sur la zone d'intérêt)

Bibliographie

■ Dias P, Brunel S, Dürr C, Demilly D, Wagner M-H, Teulah-Mérah B. 2011. QTL analysis of seed germination and pre-emergence growth at extreme temperatures in *Medicago truncatula*. *Theoretical and Applied Genetics*, 122: 429-444.

■ Wagner M.H., Demilly D., Ducournau S., Dürr C., Léchappé J. 2011. Computer vision for monitoring seed germination from dry state to the young seedlings. *Seed Testing International*, 142, 49-51.

Contacts

Sylvie DUCOURNAU, Geves - SNES, rue George Morel BP 90024, 49071 Beaucouzé cedex. Mél : sylvie.ducournau@geves.fr

Carolyne DURR, UMR IRHS (INRA-Agrocampus Ouest-Université d'Angers), rue George Morel, 49071 Beaucouzé cedex. Mél : carolyne.durr@angers.inra.fr

Didier DEMILLY, Geves - SNES, rue George Morel BP 90024, 49071 Beaucouzé cedex. Mél : didier.demilly@geves.fr

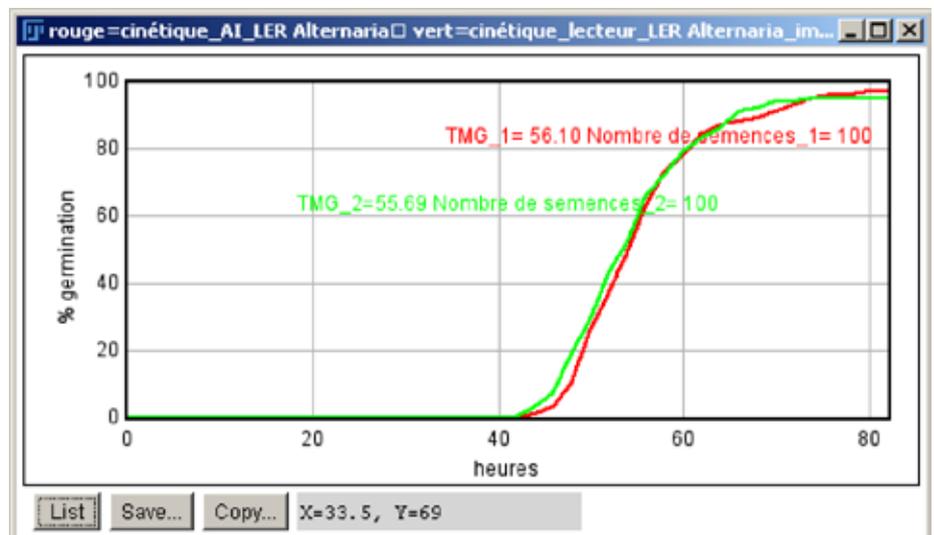


Figure 3 : Cinétiques par analyse d'image (en rouge) et cinétique par comptage lecteur (en vert) sur 100 semences (écotype Ler).

Revue scientifique à comité de lecture

■ Davodeau H., 2011. La dimension spatiale de l'action paysagère, *Les Annales de Géographie* n°679, pp 246/265.

■ Davodeau H., G Sant'anna C., 2011. La participation du public et ses incidences sur l'évolution des théories et pratiques du projet des paysagistes. *Territoire en mouvement*, 11, pp 50-65/120.

■ Visset, L., Cyprien, A.-L., Carcaud, N., 2011. Paléoenvironnements tardiglaciaires et holocènes de l'Orléanais (Loiret). Les sites de Saint-Benoît-sur-Loire et de la vallée des Mauves à Meung-sur-Loire. Actes de la Table-ronde « AuTours du Méso », novembre 2011, *Revue archéologique du Loiret*, 34, pp. 11-26.

■ Visset, L., Musch, J., Carcaud, N., 2011. Quelques aspects paléoenvironnementaux du site de Cinq-Mars-la-Pile (Indre-et-Loire) et pratiques culturelles pré-néolithiques dans le val de Loire. Actes de la Table-ronde « AuTours du Méso », novembre 2011, *Revue archéologique du Loiret*, 34, pp. 29-40.

Ouvrages et chapitres d'ouvrages

■ Daniel, H. Pellissier, J. Vallet, F. Rozé, 2011. La végétation des bois urbains, in P. Clergeau (Dir) *Ville et Environnement : enseignement d'une recherche pluridisciplinaire*. Presses Universitaires de Rennes, p 123-153.

Revue techniques

■ Romain F., 2011. Construire l'espace public : du diagnostic au projet, « La qualité des espaces publics ». Journées Techniques du Parc Naturel Régional de Loire Anjou Touraine, 24 mai 2011, Restigné, France.

■ Romain F., 2011. Les paysages fluviaux urbains en nord Méditerranée. Publication des Ateliers Pédagogiques Régionaux par les enseignants de l'ENSP Marseille, 2 février 2011, Ecole Nationale Supérieure du Paysage, Marseille.

Communications colloques

■ Cornet T., Bourgeois O., Le Mouélic S., Rodriguez S., Chevrier V., Luspay-Kuti A., Wasiak F.C., Welivitiya W.D.D.P., Lopez

Gonzalez T., Tobie G., Fleurant C., Sotin C., Barnes J.W., Brown R.H., Baines K.H., Burratti B.J., Clark R.N., Nicholson P.D., 2011. Dissolution origin of Ontario Lacus on Titan : evidences from geomorphological mapping, terrestrial analogs (Namibia) and laboratory experiments. EPSC-DPS Joint Meeting, Nantes, EPSC Abstracts Vol. 6, EPSC-DPS2011-630.

■ Daniel H., Gault C., Pithon J., Vallet J., V. Beaujouan, 2011. Woodland plant response to urbanization and management intensity. 54th Symposium of the International Association for Vegetation Science – IAVS, Lyon, 20-24 juin 2011 (Com. orale).

■ Gault C., Beaujouan V., Pithon J, R. Besoian, Daniel H., 2011. Influence de la gestion et du gradient d'urbanisation sur la végétation de sous-bois. Colloque ECOVEG7, Lausanne, 30 mars- 1er avril 2011 (Com. orale).

■ Daniel H., J. Vallet, J. Pithon, V. Beaujouan, 2011. Biodiversité des bois périurbains, quelles relations entre degré d'anthropisation et caractéristiques des communautés végétales ? « La biodiversité du bassin versant de la Loire », Séminaire de la ZA Loire, Tours, 16-17 juin 2011.

■ Daniel H., Le Fur E., Marchand W., Beaujouan V. 2011. Quelle influence de la connectivité sur la distribution des plantes en paysage périurbain ? 5^{ème} Journée française de l'écologie du paysage « Regards et apports de l'écologie du paysage sur les continuités écologiques » IALE France, Aix en Provence, 7-10 novembre 2011.

■ Barraud R., Davodeau H., Montembault D., 2011. Le remodelage des épis de la Loire armoricaine ; patrimoine naturel vs patrimoine culturel ? 135^e congrès des sociétés historiques et scientifiques 6-11 avril 2010, Neuchâtel (Suisse).

■ Davodeau H., 2011. La tension esthétique/politique dans l'action publique sur les paysages (dir. I Trivisani-Moreau), Presses Universitaires de Rennes (actes du colloque « Paysage et politique : le regard de l'artiste », Université d'Angers, juin 2008, pp.95-106/263.

■ Douvinet J., Fleurant C., Delahaye D., Caillault, S. 2011. Cellular automata and Agent-based models in response to different environmental problems : a review on French research over the last ten years. European Geosciences Union General Assembly (EGU), Vienna, April 2011.

■ Pain G., Vallet J., Beaujouan V., Daniel H.,

Montembault D., Pithon J., Sigwalt, A. 2011. Projet de territoire, viticulture et biodiversité. In colloque de clôture du programme DIVA2, 6 avril 2011, Rennes.

■ Romain F. 2011. *Construire l'espace public : du diagnostic au projet*, « La qualité des espaces publics », dans le cadre des Journées Techniques du Parc Naturel Régional de Loire Anjou Touraine (à destination des élus et agents des services techniques du département), 24 mai 2011, Restigné.

■ Romain F. 2011. *Les paysages fluviaux urbains en nord Méditerranée*, intervention dans le cadre des travaux de publication des Ateliers Pédagogiques Régionaux par les enseignants de l'ENSP Marseille, 2 février 2011, Ecole Nationale Supérieure du Paysage, Marseille.

Mémoires de thèse

■ Cormier L., 2011. Les trames vertes, entre discours et matérialités, quelles réalités ? Thèse de Doctorat, Université d'Angers et Agrocampus Ouest, 386 p.

Mémoires de stages

■ De Larminat Loïc, 2011. Les méthodes de restauration d'écosystèmes de mares et de prairies dans les aménagements paysagers accueillant du public. Guillaume Sevin Paysages / Agrocampus Ouest, centre d'Angers, 67 p.

■ Dubois Léa, 2011. Dialogue entre le site et le paysagiste: du regard au projet de paysage, Atelier LD: Paysage, urbanisme, techniques environnementales/Agrocampus Ouest, centre d'Angers, 55 p.

■ Favre Aude, 2011. L'arbre en ville : outil de l'ingénierie urbaine ? Agence TER/ Agrocampus Ouest, centre d'Angers, 43 p.

■ Li Jia, 2011. Procédés et techniques écologiques dans un parc de loisir écologique, Agence Babylone/ Agrocampus Ouest, centre d'Angers, 45 p.

■ Lozach Céline, 2011. Quel est le rôle du paysagiste dans la prise en compte et l'aménagement des zones humides dans les projets d'extension d'urbanisation ? SARL Laurent Couässon Architectes/ Agrocampus Ouest, centre d'Angers, Paysagistes, 51 p.

■ Yu Ying, 2011. Prise en compte de l'intégration paysagère dans les projets de soutènement, Antéa Group/Agrocampus Ouest, centre d'Angers, 42 p.

Revue scientifique à comité de lecture

■ Oueslati W. et Salanié J. 2011. Landscape valuation and planning. *Journal of Environmental Planning and Management*, 54(1):1-6.

■ Plottu B. et Plottu E. 2011. Participatory Evaluation : The Virtues for Public Governance, the Constraints in Implementation. *Group Decision and Negotiation*, vol.20, n°6, pp.805-824 (CNRS 3 /IF 2009:0.783, AERES B).

Ouvrages et chapitres d'ouvrages

■ Choumert J. et Salanié J. 2011. Politiques publiques et espaces verts urbains. Chapitre 8, pp.169-190, in: *Analyses Economiques du Paysage* (Oueslati ed.), Editions Quae, Versailles, 248 p.

■ Oueslati W., Salanié J. et Garnier F. 2011. Organisation de la filière paysage en milieu urbain. Chapitre 6, pp.133-145, in: *Analyses Economiques du Paysage* (Oueslati ed.), Editions Quae, Versailles, 248 p.

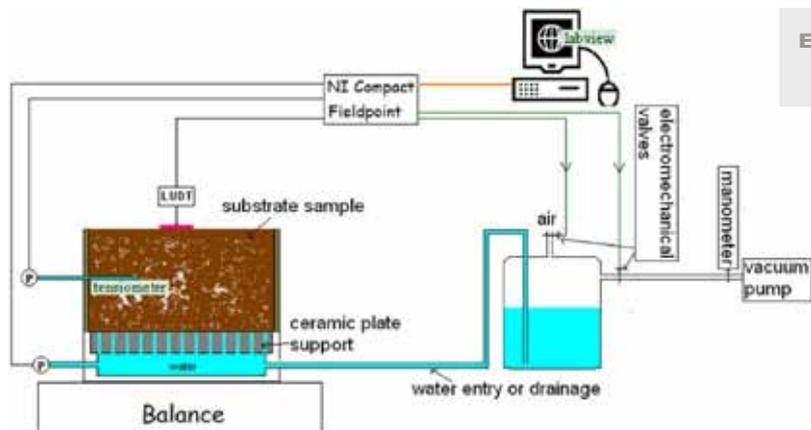


Schéma du dispositif expérimental utilisé pour les mesures simultanées de la rétention et du retrait/gonflement de substrats horticoles au cours de cycles répétés de dessiccation/humectation

Hydrophobie des matières organiques et ses conséquences sur l'hystérèse et l'évolution de leurs propriétés hydriques. Application aux supports de culture organiques horticoles

Objectif et contexte

La connaissance précise au fil du temps des propriétés physiques du milieu de culture d'un végétal est importante pour une gestion efficace de l'irrigation et de la fertilisation. Ce travail s'est donc consacré à l'évaluation des évolutions hydriques (rétention en eau), structurales (retrait/gonflement) et superficielles (mouillabilité) des matériaux organiques utilisés comme supports de culture pendant plusieurs cycles de dessiccation et réhumectation.

Résultats

Un effort de développement expérimental (Fig. 1) important a porté sur la mise au point de méthodes permettant de mesurer simultanément et en continuité les variations de déformation volumique (retrait/gonflement) du massif et de ses propriétés de rétention en eau. Trois matériaux, tourbe blonde de sphaigne, tourbe brune et fibre de coco ont été testés avec des contraintes hydriques atteignant -32 kPa. Les résultats obtenus montrent une évolution importante du substrat au cours du 1^{er} cycle de dessiccation et réhumectation, les 2^{ème} et 3^{ème} cycle sont répétitifs et superposables. L'intensité de la dessiccation appliquée a un effet sur le niveau de consolidation dans le cas des tourbes blondes de sphaigne ; il est peu perceptible pour la tourbe noire et la fibre de coco. Tous les matériaux testés montrent un caractère biporal très marqué avec une première porosité intergrain ou interfibre se vidant autour de -1kPa et une porosité intragrain plus variable en fonction des matériaux, de -15kPa pour la tourbe blonde à -40kPa pour la tourbe brune.

Le caractère hydrophobe des matériaux au cours de la dessiccation a été évalué avec deux méthodes : ascension capillaire et goutte posée. Une approche méthodologique a permis de mettre en correspondance ces deux approches et d'expliquer leurs différences. Pour tous les matériaux, la mouillabilité varie surtout en fonction de l'humidité de matériau. Le retour à un caractère hydrophile avec la réhumectation est variable et fonction des matériaux, rapide et réver-

sible dans le cas de la fibre de coco, il est plus lent dans le cas des tourbes. Si les phénomènes dits « de bouteilles d'encre » restent probablement prépondérants pour expliquer l'hystérèse des propriétés de rétention dans les états les plus humides, l'utilisation d'un modèle biporal de type van Genuchten et introduisant un angle de contact en réhumectation a permis de montrer que dans les dessiccations les plus poussées, l'hydrophobie peut expliquer la plus grande partie des phénomènes d'hystérèse.

Perspectives

L'une des perspectives de ce travail est de poursuivre ce type d'expérimentation en considérant non plus l'histoire hydrique du substrat *stricto sensu*, mais celle du système substrat-plante, compte tenu de l'important volume racinaire qui se développe dans ces milieux (parfois supérieur au volume de la phase solide du substrat) et la forte cohésion qu'il génère. L'idée est donc de suivre et de modéliser le comportement hydrique du système substrat-plante, sous des régimes hydriques différents, afin de prédire en cours de culture l'évolution des biodisponibilités liquide et gazeuse dans le milieu, d'optimiser la gestion de l'irrigation et d'en analyser les conséquences sur l'architecture du végétal (collaborations à venir avec l'équipe Rosier de l'IRHS).

Partenaires

Travaux de thèse cofinancés Etat - Région Pays de la Loire.

Bibliographie

- Michel J.C., Qi G., Charpentier S., 2011. Water repellency of peats: a main factor influencing the evolution of their physical properties. *International Symposium on Growing Media, Composting & Substrate analysis*, October 17-21 2011, Barcelona, Spain [Acta Horticulturae, soumis].
- Michel J.C., Qi G., Charpentier S., Boivin P. 2011. Physical properties of organic growing media and their evolutions during drying/wetting cycles. *International Symposium on Responsible Peatland Management and Growing Media Production*, June 13-17 2011, Québec City, Canada. Invited conference.
- Qi GuiFang. Hydrophobie des matières organiques et ses conséquences sur l'hystérèse et l'évolution de leurs propriétés hydriques. Application aux supports de culture organiques horticoles. Soutenance de thèse doctorat de l'université d'Angers le 5/12/2011.
- Qi G., Michel J.C., Charpentier S., Boivin P. 2011. A laboratory method for measuring physical properties of growing media and their evolution during drying/wetting cycles: preliminary results. *ISHS-IPS, International Symposium Growing media*, June 1-5 2009, Charlotte, USA. *Acta Horticulturae*, 891, 181-185.
- Qi G., Michel J.C., Charpentier S., Boivin P. 2011. A laboratory method for continual measurement of water retention and shrink/swell properties of growing media during drying/wetting cycles. *Hortscience*, 46 (9), 1298-1302.

Contact

Jean-Charles MICHEL, Agrocampus Ouest, UP EPHOR, 2 rue Le Nôtre, 49045 Angers. Mél : jean-charles.michel@agrocampus-ouest.fr



Figure 1 : La pompe à chaleur à déshumidification et les gaines de répartition de l'air sec dans la serre (culture d'hortensias).

Innovation végétale et agro système serre économe en énergie en horticulture ornementale (programme Plantinov'ser)

Objectif

Le programme a pour ambition de résoudre le problème de la déshumidification des serres en proposant des solutions énergétiquement 'acceptables' conduisant à une amélioration de l'outil de production existant.

Contexte

En effet, avec le renchérissement du coût des énergies, les conduites avec des températures de consigne plus basses, l'introduction de serres plus étanches et bien isolées, des niveaux d'humidité très élevés sont souvent atteints en serre ce qui induit des problèmes sanitaires. Pour résoudre ce problème il est nécessaire de déshumidifier, mais la déshumidification dite par aération-chauffage, actuellement utilisée par les horticulteurs, est très énergivore. Il est nécessaire d'envisager des solutions plus durables.

Résultats

Un modèle dynamique simulant les transferts couplés de vapeur d'eau entre les différents éléments du système a été élaboré afin de dimensionner la puissance de l'équipement et d'analyser l'évolution du microclimat en fonction du type de serre et de culture. Un prototype de pompe à chaleur 'multi-fonction' fonctionnant prioritairement en déshumidification a été conçu, réalisé et installé dans une serre de production de 2500 m² à double paroi gonflable en présence de plantes en pots disposés au sol (Fig. 1 et 2). Le suivi microclimatique des cultures durant deux saisons a montré que le climat obtenu dans la serre est très homogène et que le dispositif évite l'apparition de points de rosée sur la plante et ainsi les problèmes sanitaires (*botrytis*). La pompe à chaleur agit comme un convertisseur

d'énergie : la chaleur latente soutirée (condensation de la vapeur d'eau) est convertie en chaleur sensible (air chaud) qui participe au chauffage de la serre. D'un point de vue énergétique les rendements thermodynamiques sont élevés. Avec une consommation énergétique très faible de l'ordre de 4 W m², le système est au minimum cinq fois moins énergivore que la méthode traditionnelle de déshumidification par aération-chauffage.

Perspectives

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

Partenaires

BHR, Chauvin groupe, ETT, ARIA, Dimac, Végépolys, CTIFL, Ademe, Astredhor, Région Pays de Loire.

Bibliographie

- Migeon C., Pierart A., Lemesle D., Travers A., Chassériaux G. 2011. A dehumidifying heat pump for greenhouses, *Advanced technologies and management towards sustainable greenhouse ecosystems*, 5-10 June, Halkidiki, Greece.
- Migeon C., Pierart A., Travers A., Lemesle D., Chassériaux G. 2011. Analyse des paramètres climatiques, écophysologiques et énergétiques à l'intérieur d'une serre de production ornementale à double paroi gonflable en présence d'un système à déshumidification. *Rencontres du Végétal*, Angers Agrocampus Ouest, 10-11 janvier 2011, 1p.

Contacts

Gérard CHASSERIAUX, Christophe MIGEON, Agrocampus Ouest, UP EPHOR, 2 rue Le Nôtre, 49045 ANGERS. Méls : gerard.chassériaux@agrocampus-ouest.fr ; christophe.migeon@agrocampus-ouest.fr

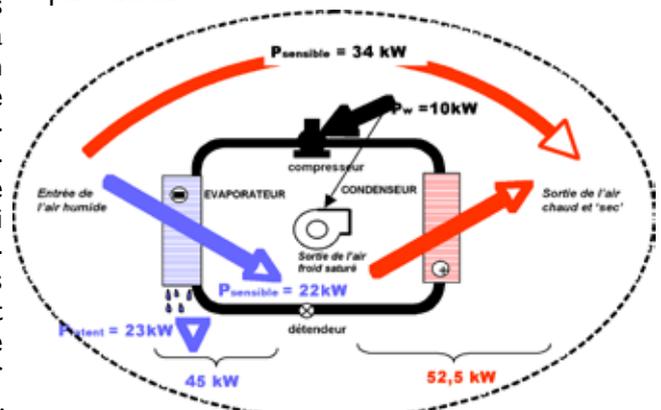


Figure 2 : Représentation du bilan d'énergie de la pompe à chaleur en déshumidification.

Revue scientifique à comité de lecture

- Cannavo, P., Hafdhi H., Michel, J.-C. 2011. Impact root growth on the physical properties of peat substrate under a constant water regimen. *Hortscience*, 46, 1394-1399.
- Cannavo, P., Sansoulet, J., Harmand, J.-M., Siles, P., Dreyer, E., Vaast, P. 2011. Agroforestry associating coffee and *Inga densiflora* results in complementarity for water uptake and decreases deep drainage in Costa Rica. *Agriculture Ecosystems & Environment*. 140, 1-13.
- Grosbellet, C., Vidal-Beaudet, L., Caubel, V., Charpentier, S. 2011. Improvement of soil structure formation by degradation of coarse organic matter. *Geoderma* 162 (1-2): 27-38.
- Qi, G., Michel, J.C., Boivin, P., Charpentier, S. 2011. A Laboratory Device for Continual Measurement of Water Retention and Shrink/Swell Properties during Drying/Wetting Cycles. *Hortscience*, 49 (9), 1298-1302.
- Kammoun Rigane, M., Michel, J.C., Medhioub, K. 2011. Evaluation of Compost Maturity, Hydrophysical and Physicochemical Properties: Indicators for Use as a Component of Growing Media. *Compost Science & Utilization*, 19 (4), 226-234.
- Serir L., Benmoussa H., Bournet P.E. (2011) Numerical Analysis of the influence of soil -to-air Convective Heat Transfer Coefficient on the Global indoor climate model of a closed Plastic Tunnel Greenhouse. *Int. J. Agricultural Research*, 6(6) 458-469.

Revue technique

- Le Besnerais P.H., Michel J.C. 2011. Supports de culture: la vie microbienne entre en scène. *Le Lien Horticole*, 757, 12.
- Salat A., Michel J.C. 2011. La tourbe sous pression environnementale. *Le Lien Horticole*, 736, 16-17.
- Chassériaux, G. 2011. J'expérimente la déshumidification pour garder une longueur d'avance, *Le Lien Horticole*, 741, 12-13.

Communications colloques

- Bournet P.E., Kichah A., Chassériaux G. 2011. Analysis of the radiation and transpiration heterogeneity inside a crop cover using Computational Fluid Dynamics. *Acta Horticulturae*, 893, 679-686.
- Caubel, V., Brochier, V., Vidal-Beaudet, L., Poitrenaud, M., Efremenko B. 2011. Compressibility and hydraulic conductivity of reconstituted soil-compost mixtures for plantation in urban environment. *International ISHS conference Organic matter management and compost use in Horticulture*, Adelaïde (Australie) 4-7 April 2011.
- Chassériaux, G., Gasher O. 2011. A multifunction dehumidifying heat pump for greenhouses, *Acta horticulturae*, 893 (1), 469-476.
- Coulon, A., Cannavo, P., Vidal-Beaudet, L., Charpentier S. 2011. Unusual degradation of organic matter in a storm-water infiltration basin sediment. *The 6th International conference of Soils of Urban, Industrial, Traffic, Mining and military Areas*, 3-7 October, 2011, Marrakech (Morocco).

- Kammoun Rigane M., Michel J.C., Medhioub K., Morel P. 2011. Evaluation of physicochemical, biochemical and phytotoxicity of tunisian mature agricultural wastes composts. *International Symposium on Growing Media, Composting & Substrate analysis*, October 17-21 2011, Barcelona (Spain).
- Kichah A., Bournet P.E., Migeon, C., Chassériaux G. 2011. Experimental and numerical study of heat and mass transfers occurring at plant level inside a greenhouse, *Acta Horticulturae*, 89, 621-628.
- Mesmoudi K., Bournet P.E., Bougoul S. 2011. Thermal performance of an unheated greenhouse under semi arid climate: nocturnal study, *Greensys2011, Advanced technologies and management towards sustainable greenhouse ecosystems*, 5-10 June Halkidiki (Greece).
- Michel J.C., Kerloch E., Bozon E., Cannavo P. 2011. Consequences of root development on the evolution of hydraulic properties of peat growing media under a constant and optimal water regime. *International Symposium on Growing Media, Composting & Substrate analysis*, October 17-21 2011, Barcelona (Spain).
- Michel J.C., Qi G., Charpentier S. 2011. Water repellency of peats: a main factor influencing the evolution of their physical properties. *International Symposium on Growing Media, Composting & Substrate analysis*, October 17-21 2011, Barcelona (Spain).
- Michel J.C., Qi G., Charpentier S., Boivin P. 2011. Physical properties of organic growing media and their evolutions during drying/wetting cycles. *International Symposium on Responsible Peatland Management and Growing Media Production*, June 13-17 2011, Québec City, (Canada), (Invited conference).

■ Migeon, C., Pierart, A., Lemesle, D., Travers, A., Chassériaux, G. 2011. A dehumidifying heat pump for greenhouses, *Advanced technologies and management towards sustainable greenhouse ecosystems*, 5-10 June Halkidiki (Greece).

■ Migeon C., Pierart A., Travers, A., Lemesle, D., Chassériaux, G. 2011. Analyse des paramètres climatiques, écophysologiques et énergétiques à l'intérieur d'une serre de production ornementale à double paroi gonflable en présence d'un système à déshumidification, *Rencontres du Végétal Angers Agrocampus Ouest*, 10-11 janvier, 1p.

■ Morille B., Migeon C., Bournet P.E. 2011. Effect of the heterogeneity of the radiation distribution on the crop activity, *Greensys2011, Advanced technologies and management towards sustainable greenhouse ecosystems*, 5-10 June Halkidiki (Greece).

■ Morille B., Bournet P.E., Migeon C. 2011. Approches expérimentale et numérique du climat distribué à l'échelle de l'abri et de la plante en cultures ornementales sous serre : analyse des transferts de masse et de chaleur, bilans énergétiques. *6^{èmes} Rencontre du Végétal*, Agrocampus Ouest Angers 10-11 janvier, 1p.

■ Qi G., Michel J.C., Charpentier S., Boivin P. 2011. A laboratory method for measuring physical properties of growing media and their evolution during drying/wetting cycles: preliminary results. *ISHS-IPS, International Symposium Growing media*, June 1-5 2009, Charlotte (USA), *Acta Horticulturae*, 891, 181-185.

■ Vidal-Beaudet, L., Caubel, V., Grosbellet C. 2011. Favour street tree root growth with high supplies of organic matter induces changes in urban soil properties. *The 6th International conference of Soils of Urban, Industrial, Traffic, Mining and military Areas*, 3-7 October, 2011, Marrakech (Morocco).

Mémoires de thèse

■ Qi G., 2011. Hydrophobie des matières organiques et ses conséquences sur l'hystérèse et l'évolution de leurs propriétés hydriques. Application aux supports de culture organiques horticoles. Thèse Doctorat Sciences Agronomiques, Université d'Angers, 138 p.

Mémoires de stages

■ Bozon, E. 2011. Impact du développement racinaire du rosier sur les propriétés hydrique d'un substrat horticole. Master 2 Gestion durable du végétal en horticulture et aménagement paysager, Agrocampus Ouest Angers.

■ Chastaing, N. 2011. Déshumidification de l'air dans une serre à double paroi gonflable par une pompe à chaleur. Master 1, Master Technologie du végétal et productions spécialisées, Université d'Angers.

■ Genez R. 2011. Modélisation du climat sous serre, transferts de masse et de chaleur, bilan énergétique, Master 2. Ecole Polytechnique de l'Université de Nantes.

■ Kerloc'h, E. 2011. Mise au point d'une nouvelle génération de pots horticoles. Master 2, Technologie du végétal et productions spécialisées, Université d'Angers.

Rubrique libre

Actualités

Depuis une dizaine d'années le domaine pédagogique et expérimental développe un réseau dans le domaine des tendances du végétal en s'appuyant sur deux principales collaborations :

- partenariat avec l'Observatoire des Tendances du Jardin et l'Institut Jardiland lors des journées des plantes de Courson pour la réalisation d'un jardin d'essai ;
- partenariat avec le festival international des jardins du domaine de Chaumont sur Loire avec l'appui à réalisation de jardins.

Ces collaborations extérieures, en relation avec les enseignants chercheurs des départements Paysage et STPH, bénéficient aux étudiants d'Agrocampus Ouest en leur permettant d'observer les dernières tendances en matière de végétaux d'ornement et de côtoyer les principaux acteurs nationaux et internationaux de ce secteur.

Ces collaborations permettent aussi au domaine pédagogique et expérimental d'acquérir une expertise dans le domaine qui se traduit par des actions de développement. Ainsi en 2011, Agrocampus Ouest a déposé un COV pour un chou d'ornement, *Brassica oleracea* var. *acephala* 'Josph Coterel' CREME CHANTILLY® découvert par Sébastien Guillet, technicien de formation et de recherche au domaine pédagogique et expérimental. Fin 2011, Agrocampus Ouest a signé une convention de diffusion de cette obtention avec l'entreprise Voltz.



Obtention d'une distinction (mérite de Courson) pour le chou CREME CHANTILLY® aux journées de plante de Courson en mai 2011.



Jardin d'essai mai 2011 de l'Observatoire des Tendances du jardin aux journées des plantes de Courson sur la thématique « le béton et le bourgeon », les plantes issues notamment de la flore spontanée ont été cultivées par le domaine pédagogique et expérimental.

Au 1er janvier 2012, le domaine pédagogique et expérimental intègre l'UMR IRHS et fusionne avec les installations expérimentales du centre INRA pour former une nouvelle équipe de l'UMR IRHS, INEM. Le projet de reconstruction des serres de l'INRA est au stade APD, leur mise en route est prévue pour le printemps 2013.

Contact

Rémi GARDET, équipe INEM, UMR IRHS (INRA-Agrocampus Ouest-Université d'Angers), 2 rue Le Nôtre, 49000 Angers cedex. Mél. Remi.Gardet@agrocampus-ouest.fr.

NOUVELLES DES UNITES

GenHort

L'année 2011 a été marquée par 3 départs en retraite de collègues INRA : Yves Lespinasse, Michel Clérac puis Chantal Joufflineau. De nombreux collègues nous ont rejoints en 2011 :

- sur postes INRA : Mehdi Al Rifai, Claudine Foubert et Sandrine Pierre
- sur postes Agrocampus-ouest : Gerhard Bück-Sorlin et Laurent Ogé
- sur poste Université d'Angers : Jérémy Clotault
- en thèse : Diane Leforestier et Sandrine Miklo
- en post-doc : Jean-Marc Celton, Audrey Chaput-Bardy, et Ludivine Lassois
- en CDD de longue durée sur le projet BRIO : Elodie Henry, Lucie Lopez-Ferreira et Gersende Pressat
- en apprentissage ingénieur : Anne-Sophie Poisson

Quatre thèses (Gaëlle Auvray, Amélie Dulac, Didiana Galvez-Lopez et Amandine Lê Van) et une HDR (Agnès Grapin) ont été soutenues en 2011.

Six nouveaux contrats de recherche impliquant l'UMR ont commencé en 2011 :

- AO Université d'Angers « Synténie fonctionnelle entre le poirier et le pommier pour la résistance à la tavelure », coordonné par L. Perche pied (2011-2012)
- AO Région Poste Stratégique « Ecophysiologie de la qualité des fruits », pour accompagner l'arrivée de G. Bück-Sorlin sur un poste de PR à Agrocampus-ouest.
- AIP Bioressources « HétéRosa. Evaluation de l'hétérozygotie du rosier et micro-synténie avec le fraisier, à laquelle participe F. Foucher (2011-2012)
- Projet Innovant DGAP « INTRAPOM. Développement d'outils d'intragenèse pour améliorer la résistance du pommier à ses pathogènes, coordonné par E. Chevreau (2011-2013)
- AO CTPS « Base de données de descriptions morphologiques pour les variétés d'espèces fruitières inscrites au Catalogue Officiel français », auquel participe L. Feugey (2011-2013)
- AO CASDAR « Verger cidricole de demain » auquel participent P. Guillermin et F. Laurens (2011-2013)

L'UMR GenHort participe également de façon limitée à 2 projets du métaprogramme INRA Adaptation au changement climatique : PERPHECLIM et CAQ 40, initiés en 2011, et contribue à l'animation de l'action 'PRESUME' (Plant Resistance Sustainable Management) du métaprogramme SMaCH 'Sustainable Management of Crop Health'.

Signalons également le démarrage officiel en Mars 2011 du projet européen «FruitBreedomics», avec le kick-off meeting tenu fin Mars à Angers.

RCIM

En 2011, le potentiel recherche du laboratoire RCIM s'est renforcé grâce à l'arrivée de deux Directeurs de Recherche INRA, Sylvia Anton et Christophe Gadenne (spécialité neuro-éthologie d'un insecte ravageur, le papillon *Agrotis ipsilon*). Le laboratoire aujourd'hui est donc composé de deux équipes. L'équipe 1 « récepteurs et canaux ioniques membranaires » (animateur B. Lapied) et l'équipe 2 « Réponses adaptatives/évolutives des insectes ravageurs aux insecticides, approches neuroéthologiques (animatrice S. Anton). Les objectifs de recherche de cette nouvelle équipe peuvent se résumer comme suit :

- Comment l'insecticide perturbe le traitement du signal olfactif dans le cerveau et le comportement résultant ?
- Désactivation/Inhibition/Contournement de l'effet insecticide par l'insecte : l'insecte adapte-t-il son système olfactif en réponse à un traitement insecticide ?
- Existe-t-il des différences d'effets des insecticides sur les insectes en fonction de leur état physiologique/hormonal ?
- Est-il possible de développer une stratégie de lutte contre les ravageurs basée sur l'utilisation d'attractants sélectifs ?

LBPV

Nouvelles personnes accueillies au LBPV en 2011

- Mathieu Gauthier, sur un poste d'Attaché Temporaire d'Enseignement et de Recherche. M. Gautier enseigne la biologie cellulaire et les biotechnologies et s'investit, en recherche, sur la caractérisation des résistances du colza à l'orobanche rameuse.

- Un doctorant, Marc-Marie Lechat, dont le sujet de thèse est « Biologie de la germination des graines des plantes parasites des genres *Orobanche* et *Phelipanche* » (financement : allocation de recherche ministérielle). Travaux dirigés par Séverine Thoiron, Jean-Bernard Pouvreau et Philippe Delavault. M. Lechat bénéficie également d'un contrat d'enseignement en biologie cellulaire et biotechnologies.

Projets initiés en 2011

NOUVELLES DES UNITES

Projet LUTOR « Bio-actifs d'origine marine contre le développement des orobanches dans les cultures », labellisé par le pôle Mer Bretagne (FUI 2012). Les partenaires du LBPV sur ce projet sont Timac Agro International (Groupe Roullier, coordinateur) et Maisadour Semences. Pour en savoir plus... www.pole-mer-bretagne.com/lutor-bio-actifs-dorigine-marine-contre-le-developpement-des-orobanches-dans-les-cultures.php

Projets clôturés en 2011

Projet Génét-Colzor « diversité génétique au sein de l'interaction colza - orobanche rameuse ». L'UMR IGEP de l'INRA Rennes était partenaire sur ce projet financé par Promosol Colza. Ce projet a permis d'initier (1) l'étude de la diversité génétique de *P. ramosa* sur le territoire, en identifiant notamment trois types génétiques se différenciant par leur spectre d'hôte et leur sensibilité aux stimulants de germination, et (2) la caractérisation de différents mécanismes de résistance du colza, en pointant des génotypes « peu stimulants », « peu voire non fixateurs », et enfin « ralentisseurs en post fixation de l'orobanche ». Ces travaux sont poursuivis dans le cadre de d'autres projets financés par les filières (Cetiom, Gie Procolza, Onidol, Promosol Colza, Sofiprotéol).

Autres évènements à souligner en 2011

Z. Gaudin, en seconde année de thèse, a été doublement récompensé pour la présentation de ses travaux de thèse sur « la caractérisation des flux azotés dans l'interaction colza-orobanche » (communications orales) lors de la 5^{ème} Journée des jeunes chercheurs de la Société Française des Isotopes Stables (SFIS, 13-14 Octobre 2011, Brest, <http://sfis.eu>) et de la 4^{ème} journée des Doctorants de l'IFR 149 QUASAV (Angers, 17 novembre 2011).

Paysage

Arrivée

Dans le cadre de l'appel à projet de la Région Pays-de-la-Loire « chaire régionale de chercheur étrangers sénior » le Professeur Jon B. Burley (Michigan State University) est invité dans l'unité de recherche paysage de septembre 2011 à septembre 2012 (financement de 85 000 euros). Jon B. Burley a intégré l'unité de recherche Paysage avec pour objectifs principaux (i) de travailler avec plusieurs membres de l'unité sur le thème : quels processus et dynamiques opèrent sur la transformation des formes et des structures du paysage ? (ii) de faire 80 heures de cours en anglais dans le cycle ingénieur Paysage et (iii) de donner 2 séminaires en anglais dans les écoles doctorales VENAM et DEGEST.

Départ

Laure Cormier est aujourd'hui post-doctorante au LADYSS, UMR CNRS – Université Paris 7 et travaille sur la géographie des trames vertes : milieu périurbain, planification, aménagement des espaces.

Anais Marshal est aujourd'hui Maître de Conférences à l'Université Paris 13 et travaille sur les thèmes suivants : agriculture mondialisée, mutations spatiales et foncières, dynamiques socio-environnementaux, marges, Pérou, SIG, télédétection.

EPHOR

L'unité a accueilli Etienne Chantoiseau en septembre 2011, comme enseignant-chercheur :

E. Chantoiseau est diplômé de l'Ecole Nationale des Industries Agroalimentaires de Massy. Il a effectué sa thèse en Génie des procédés et de l'Environnement à l'Ecole des Mines d'Albi Carmaux (soutenance en 2009) avant de rejoindre l'UMR GENIAL (Génie Industriel Alimentaire) à AgroParisTech en 2010. Ses travaux ont porté sur l'identification des mécanismes mis en jeu lors de la déshydratation assistés thermiquement par suivi de la pression des pores, puis sur la mise au point d'une approche Euler-Lagrange pour la modélisation des couplages transformation-mécanique des fluides, pour l'étude des transformations complexes en continu. Ses compétences tant en métrologie qu'en modélisation seront mises à profit au sein de l'équipe « Bioclimatologie de la plante ornementale en conditions climatiques contrôlées » de l'unité EPHor.

GRAPPE

Deux nouveaux projets de recherche impliquant l'équipe ont démarrés en 2011 :

- AI-FRUIT, Projet régional structurant qui réunit 10 unités de recherche pour travailler sur « Approches Intégratives du déterminisme structural, génétique et écophysio-logique de la qualité des fruits », piloté par INRA BIA Nantes.
- INNOVAROMA, Projet Interrégional (Pays de Loire, Bretagne, Normandie) portant sur « Innovation pour l'analyse des notes odorantes des vins et des cidres ».

Dans le cadre du développement des collaborations internationales, l'équipe a accueilli en 2011 deux chercheurs :

- une enseignante-chercheuse Argentine : Dr Mara Virginia Galmarini de l'UCA – CONICET (Buenos Aires) pour

NOUVELLES DES UNITES

travailler sur la préservation des polyphénols du vin par un procédé d'encapsulation innovant ;
- un chercheur Espagnol (post-doctorant) : Dr Abel Ortiz Catalan de l'Université de Lleida, pour travailler sur « l'Influence du procédé de cuisson sous vide sur le maintien de la texture des pommes: compréhension des mécanismes régissant leur déstructuration sous l'action de la température ».

L'équipe a également accompagnée, en janvier 2011, la soutenance de la thèse de Mlle Imen Zouid sur le sujet « 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 »; Directeur de thèse : Frédérique Jourjon et co-encadrant : René Siret.

Enfin, le projet quinquennal de l'équipe a été évalué par l'AERES, par un jury composé de M. Mondher BOUZAYEN (président du jury), INP Toulouse, M. Ziya GUNATA, Université Montpellier 2, M. Laurent LEGENDRE, Université de Saint-Etienne, M. Christian SALLES, INRA Dijon, et M. Pierre Louis TEISSEDRE, Université Bordeaux 2. Le rapport est consultable en ligne sur le lien suivant : www.aeres-evaluation.fr/Etablissements/ECOLE-SUPERIEURE-D-AGRICULTURE-D-ANGERS-ESA

Contact

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

LEVA

Deux nouveaux enseignants-chercheurs ont intégré le LEVA en 2011 :

- Stéphane Cordeau, agroécologue, qui après avoir effectué sa thèse au sein de l'UMR « Biologie et Gestion des adventices » à Dijon, vient renforcer l'équipe pour traiter des questions de gestion des adventices dans les systèmes de culture à base de légumineuses.
- Nathalie Cassagne, écologue spécialiste de la pédofaune qui, après avoir travaillé sur les sols forestiers à l'Université de Toulouse, l'INRA d'Avignon et le Cemagref de Grenoble, vient aider l'équipe à aborder les liens entre le fonctionnement biologique des sols et les services rendus par les systèmes de culture innovants.

L'évaluation AERES du LEVA s'est révélée très fédératrice pour l'équipe, qui a recentré son projet sur des questions ayant trait aux services rendus par les légumineuses dans les systèmes de cultures annuelles et au pilotage des associations de légumineuses avec des espèces non fixatrices.

Solange Renaud, responsable technique de l'unité a été nommée Responsable Management Qualité en mars 2011.

Depuis le 2^e semestre 2011, l'unité est partenaire du projet CASDAR AgrInnov, piloté par Lionel Ranjard (INRA de Dijon), OSV chef de file. Le principal objectif du projet est de mettre au point des outils opérationnels de type bioindicateurs afin que les agriculteurs puissent évaluer l'impact de leurs pratiques sur la biologie du sol. Il s'agira de sélectionner, valider et transférer ces indicateurs. A l'issue de ce projet, les données collectées devraient permettre de poser les bases d'un dispositif de veille à l'innovation agricole axée sur l'identification de pratiques durables.

En février 2011, un membre de l'équipe scientifique a été invité à un « Expert Meeting on belowground nitrogen » organisé par DFG à l'Université d'Höhenheim (Allemagne). Les résultats de recherche obtenus au LEVA dans le cadre des programmes AGTEC-ORG Core-organic (2009-11), ANR Systerra PerfCom (2009-14) et Pari scientifique régional INTRANBA (2009-11) ont été présentés à plusieurs congrès internationaux : « 3rd ISOFAR Scientific Conference » (Gyeonggi Paldang, Corée), « Rhizosphere 3 » (Perth, Australie), à « Graines 2011 » (Nantes) et au 13th International Rapeseed congress (Prague, République Tchèque). Des communications ont aussi été présentées aux « 6^e Rencontres du végétal » (Angers), au Colloque « Transversalités de l'agriculture biologique » (Strasbourg), et aux « Journée Scientifique Santé et préservation des écosystèmes en Pays de la Loire » (Oniris, Nantes).

NOUVELLES THÈSES initiées en 2011

UMR GenHort

- **LE FORESTIER Diane** : Recherche de facteurs de résistance à la tavelure et au feu bactérien par génétique d'association chez le pommier, directeur de thèse C.E. Durel.
- **SEGONNE Sandrine** : Etude des réseaux de régulation qui gouvernent l'élaboration de la texture de la pomme, directeur de thèse J.P. Renou.

UMR PaVé

- **DE GARCIA Marie** : Génomique évolutive de l'agent de la tavelure du pommier, *Venturia inaequalis*, dans le cadre de la domestication de son hôte, directeur de thèse B. Le Cam.
- **INDIANA Arnaud** : Bases génétiques de la convergence pathologique de souches phylogénétiquement éloignées pour identifier les mécanismes d'émergence de nouveaux pathotypes, directrice de thèse M.A. Jacques.

UMR PMS

- **PELLIZZARO Antoni** : Caractérisation de la famille de transporteurs de nitrate à faible affinité de *Medicago truncatula*, directeur de thèse A. Limami.
- **POUPART Pauline** : Mécanismes d'adaptation des plantes aux conditions extrêmes - Rôles des protéines LEA et SHSP mitochondriales dans la tolérance au stress des semences et plantules, directrice de thèse, M.H. Avelange-Macherel.

RCIM

- **ABRIEUX Antoine** : Rôle d'un récepteur à double affinité Ecdysone-Dopamine (DopEcR) dans la plasticité de l'olfaction chez le papillon de nuit, *Agrotis ipsilon*, directeurs de thèse C. Gadenne et L. Duportets.
- **TAILLEBOIS Emiliane** : Les récepteurs nicotiques, cibles d'insecticides, chez le puceron du pois *Acyrtosiphon pisum*, directeurs de thèse S.H. Thany et H. Tricoire-Leignel.

LBPV

- **LECHAT Marc marie** : Réponses moléculaires des graines d'orobanche aux stimulants de germination, directeurs de thèse S. Thoiron et J.B. Pouvreau.

Laboratoire SONAS

- **BOISARD Severine** : Valorisation de propolis, directeur de thèse P. Richomme.
- **ALSABIL Khaled** : Fonctionnalisation de métabolites secondaires d'intérêt thérapeutique, directeur de thèse S. Helesbeux.

GRAPPE

- **SYMONEAUX Ronan** : Construction de l'équilibre gustatif des cidres par la compréhension du rôle des polyphénols dans la perception sensorielle, directeurs de thèse S. Chollet et E. Mehinagic.

UP Paysage

- **BODENAN Philippe** : La cité verte, une réponse aux attentes de nature en ville ?, directeurs de thèse N. Carcaud et C. Pihiet.

NOUVEAUX POST-DOCTORATS initiés en 2011

UMR GenHort

- **CELTON Jean-Marc** : Génomique fonctionnelle de la qualité des fruits, encadrant J.P. Renou.
- **CHAPUT-BARDY Audrey** : Analyse de la diversité génétique au sein des taxons sauvages apparentés à la carotte, encadrant E. Geoffriau.
- **LASSOIS Ludivine** : Analyse de la structuration et du déséquilibre de liaison au sein d'une collection de variétés anciennes de pommier, encadrant C.E. Durel.

UMR PaVé

- **DUMUR Jerome** : Potentialisation des défenses de l'hôte, encadrants T Guillemette et P Simoneau.

UMR PMS

- **HUNDERTMARK Michaela** : Identification of molecular mechanisms of seed longevity in the model legume *Medicago truncatula*, encadrant O. Leprince.

UMR SAGAH

- **PERON Thomas** : Caractérisation du rôle intégrateur d'un facteur de transcription (Branched 1) dans le photocontrôle de la forme du rosier-buisson, encadrant M. Gentilhomme.

RCIM

- **COQUEREL Quentin** : Propriétés insecticides des dérivés de pyrazoline, encadrant C. Legros.

GRAPPE

- **Abel Ortiz Catalan** : Influence du procédé de cuisson sous vide sur le maintien de la texture des pommes: compréhension des mécanismes régissant leur déstructuration sous l'action de la température, encadrant E. Mehinagic.

CULTURE SCIENTIFIQUE TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

Parcours en sciences et en techniques en Pays de la Loire pour la réussite des jeunes ligériens - Le végétal concerné.

L'appel à projets pour « le développement de la culture scientifique et technique et l'égalité des chances », lancé le 7 décembre 2010 dans le cadre du Programme Investissement d'Avenir a été identifié par les membres de la commission CSTI, mise en place au sein du Comité Consultatif Régional de la Recherche et du Développement Technologique (CCRRDT), comme une réelle opportunité pour les acteurs de donner une nouvelle impulsion à leur action sur le territoire ligérien.



Ainsi, pour répondre à l'appel à projets, 8 acteurs de la CSTI en Pays de la Loire se sont regroupés en 2011 pour présenter un dossier privilégiant les initiatives qui favorisent la coopération en proposant des complémentarités, des mutualisations et des synergies pour le développement de dispositifs innovants.



Ses objectifs sont de développer le goût des sciences chez les 6 - 18 ans avec des outils pédagogiques originaux ; promouvoir, revaloriser les formations, les carrières scientifiques techniques et industrielles en se basant sur les pôles d'excellence et de compétitivité ; donner aux jeunes les clés pour comprendre les enjeux environnementaux, économiques, de santé publique de notre société grâce à l'acquisition d'une culture scientifique.

Ce projet ligérien est l'un des 12 projets sélectionnés sur les 70 reçus par l'Agence Nationale de Rénovation Urbaine (ANRU). Le jury de sélection était présidé par Bernard Chevassus-au-Louis.

Le projet s'articule autour de :

La création d'un média numérique des sciences et des techniques régional, piloté par la Région Pays de la Loire. Ce projet a pour vocation d'impulser une dynamique territoriale et de relayer les actions de terrain. En affirmant que la science est l'affaire de tous, le média numérique conforte l'ambition de participer à l'élaboration en région Pays de la Loire d'un rapport constructif et démocratique entre Sciences et Société.

La mise en place de groupes de travail ouverts sur les thématiques du projet, dont des expériences sur le végétal qui seront menées en direction des jeunes ligériens, rassemblées dans l'Ecole du Végétal® pilotée par Terre des Sciences.

La mutualisation et la diffusion des initiatives et des outils pédagogiques sur le territoire pour toucher plus efficacement les publics prioritaires : les filles, les jeunes en zone rurale, les jeunes en difficulté, etc.

L'organisation de formations et d'espaces d'échanges d'expérience et de compétences à destination de tous les acteurs (professionnels de la CSTI, enseignants, animateurs, doctorants, étudiants, ...).

Parcours en chiffres...

Budget

Coût total : 4,5 millions € ; 50% Investissements d'Avenir ; 30% Région Pays de la Loire ; 20% Autres partenaires.

Durée

4 ans, à partir du 1^{er} février 2012.

8 partenaires à l'initiative du projet

Université du Maine (porteur) ; Région Pays de la Loire ; Terre des Sciences (CCSTI) ; Maine Sciences (CCSTI) ; CCSTI de Laval ; Cnam Pays de la Loire ; Le Labo des Savoirs ; Musée du Sable.

Le Président du centre INRA Angers-Nantes, le Président de l'Université d'Angers, la Directrice d'Agrocampus Ouest centre d'Angers et le Directeur de Végépolys, ont apporté leur soutien à ce projet avec les enjeux de formation des jeunes dans les filières du végétal, avec l'Ecole du Végétal® mise en place par Terre des Sciences.

Contact : Nathalie Mansion

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

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

Création infographie : Nathalie Mansion

Edition : INRA Centre Angers-Nantes

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