

PRÉAMBULE

L'édition de ce 4^{ème} volume des « faits marquants du pôle recherche végétal » a été pour la deuxième fois coordonnée par l'Institut Fédératif de Recherche « Qualité et Santé du Végétal » (IFR 149 QUASAV). Les résultats majeurs 2008 des huit unités constituant l'IFR y sont présentés, ainsi que ceux de leurs principaux partenaires (LBPV, LEVA, GRAPPE et SNES). Les résultats marquants des autres partenaires du pôle recherche végétal y sont également inclus.

2008 a été la première année d'existence de l'IFR QUASAV. L'Assemblée Générale et le Conseil Scientifique qui se sont tenus le 16 décembre dernier ont permis de mettre en évidence les principales avancées de l'IFR depuis sa labellisation (janvier 2008). La fédération des 8 unités est aujourd'hui une réalité et les instances de vie collective de l'IFR sont tout à fait opérationnelles. L'animation scientifique et la politique incitative de l'IFR ont permis de renforcer ses 4 axes fédérateurs :

- Axe 1 Maîtrise des résistances aux bioagresseurs et gestion durable de la santé des plantes (*6 faits marquants*)
- Axe 2 Biologie, qualité et santé des semences (*4 faits marquants*)
- Axe 3 Développement, architecture, maîtrise de la forme des ligneux d'ornement (*2 faits marquants*)
- Axe 4 Qualité, caractérisation et valorisation des produits du végétal spécialisé (*3 faits marquants*)

Les actions de l'IFR en 2008 ont également eu pour effet de regrouper, moderniser et mutualiser des infrastructures communes (plateaux techniques et plateformes technologiques). Citons en particulier la Certification ISO 9001:2000 de la Collection Française de Bactéries Phytopathogènes, élément moteur du plateau COMIC (Collection de microorganismes). L'année 2008 a vu également le démarrage du projet collectif PHENOTIC, pour la conception de méthodes automatisées de phénotypage dédiées au végétal spécialisé. Enfin, signalons l'avancement en 2008 de l'étape de programmation de 2 volets importants du projet « Campus du Végétal », financé par le CPER 2007-2013 : l'Installation Expérimentale Commune (INEM) et le bâtiment Institut du Végétal, pour le regroupement physique des toutes les équipes de recherche du pôle en un seul site.

L'année 2008 a été marquée par de nombreuses restructurations affectant le paysage de l'enseignement supérieur et de la recherche auquel appartient le pôle recherche végétal. Parmi les plus importantes, citons :

- la fusion des Centres INRA d'Angers et de Nantes, effective au 1er janvier 2008
- la création d'Agrocampus-ouest par regroupement d'Agrocampus Rennes et de l'Institut National d'Horticulture d'Angers, effective au 1er juillet 2008
- la création d'un Pôle de Recherche et d'Enseignement Supérieur (PRES) « Université Nantes Angers Le Mans », effective au 31 décembre 2008

Dans cet environnement en permanente évolution, notre priorité est d'augmenter la cohésion, la reconnaissance nationale et européenne et l'attractivité du pôle végétal. Ceci passe par la structuration et la concertation stratégique des équipes de recherche contribuant à l'adossement scientifique du pôle de compétitivité Végépolys.

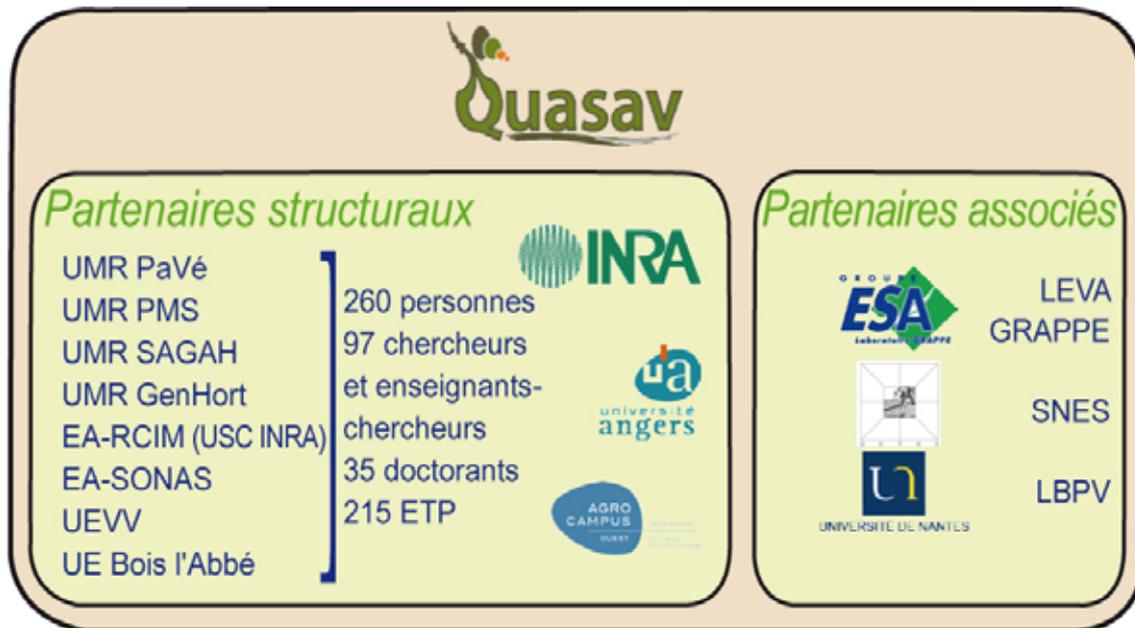
Philippe Simoneau
Professeur Université d'Angers
Directeur IFR Quasav,

Elisabeth Chevreau,
Directrice de Recherche INRA
Directrice adjointe IFR Quasav

Institut Fédératif de Recherche 149

QUASAV

Qualité et Santé du Végétal



The infographic is titled 'Quasav' at the top center. It is divided into two main sections: 'Partenaires structuraux' on the left and 'Partenaires associés' on the right. The 'Partenaires structuraux' section lists several UMRs and EAs, along with their personnel and student counts, and includes logos for INRA, Université d'Angers, and Agro Campus Ouest. The 'Partenaires associés' section lists LEVA GRAPPE, SNES, and LBPV, with logos for ESA, SNES, and Université de Nantes.

Partenaires structuraux	Partenaires associés
UMR PaVé	LEVA
UMR PMS	GRAPPE
UMR SAGAH	
UMR GenHort	SNES
EA-RCIM (USC INRA)	
EA-SONAS	LBPV
UEVV	
UE Bois l'Abbé	

Année 2008

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

L'IFR 149 Quasav est la composante «Recherche» du Pôle végétal

**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 15

UMR PMS - Physiologie Moléculaire des Semences (Agrocampus Ouest - INRA - UA) p 25

UMR SAGAH - Sciences AGronomiques Appliquées à l'Horticulture (Agrocampus Ouest-INRA-UA) p 31

UPRES RCIM - Récepteurs et Canaux Ioniques Membranaires (UA - USC INRA) p 35

SONAS - Laboratoire des Substances d'Origines Naturelles et Analogues Structuraux (UA)... p 37

UEVV - Unité Expérimentale Vigne et Vin (INRA)..... p 39

UE Bois l'Abbé - La Rétuzière (INRA) p 45

Partenaires associés de l'IFR

LBPV - Nantes - Laboratoire de Biologie et Pathologie Végétale (U Nantes) p 47

LEVA - Laboratoire d'Ecophysiologie Végétale et d'Agroécologie (ESA) p 49

GRAPPE - Groupe de Recherche en Agroalimentaire sur les Produits et Procédés (ESA) p 51

GEVES - SNES - Station Nationale d'Essais de Semences p 57

Autres partenaires

GEVES - Groupe d'Etude et de Contrôle des Variétés et des Semences p 61

Unité Propre Paysage (Agrocampus Ouest) p 62

Unité Propre EPHOR (Agrocampus Ouest) p 67

UMR GRANEM (Agrocampus Ouest - UA) p 70

Domaine pédagogique et expérimental (Agrocampus Ouest) p 72

Rubrique libre générale

Culture scientifique et technique p 73





Collection Agrocampus Ouest Centre d'Angers - INHP

Compréhension des événements cellulaires se produisant lors de la cryoconservation d'apex du genre *Pelargonium* et optimisation des protocoles.

Objectif

Compréhension des phénomènes mis en jeu lors de la cryoconservation d'apex en vue du développement de la technique pour la conservation des ressources génétiques.

Contexte

La cryoconservation apparaît comme une technique prometteuse pour tout organisme ayant une mission de conservation de ressources génétiques végétales à long terme. Actuellement, même si des protocoles ont déjà été développés sur plusieurs espèces, pour envisager l'utilisation de la cryoconservation en routine il est au préalable nécessaire de comprendre les mécanismes mis en jeu aux cours des processus et d'évaluer les conséquences de la cryoconservation sur la qualité et sur la diversité du matériel à conserver. Dans cet objectif, des travaux de recherche ont été entrepris, le genre *Pelargonium* ayant été choisi comme modèle. Une thèse s'est déroulée dans ce cadre, au sein de l'UMR GenHort, soutenue en octobre 2008 [1].

Résultats

Un procédé de cryoconservation d'apex par « droplet-vitrification » (vitrification en goutte) a été mis en place avec succès sur *P. x peltatum* 'Balcon Lilas'. Cela a nécessité l'optimisation des étapes de déshydratation indispensables à l'acquisition de la tolérance à la congélation [2]. Ce procédé ayant pu être appliqué à 28 taxons de *Pelargonium* avec un taux de régénération moyen de 40 %, la constitution d'une cryobanque peut maintenant être envisagée. Cette première étape franchie, les recherches plus fondamentales ont été entreprises.

L'optimisation de la survie post-cryoconservation passant par une meilleure connaissance des effets des solutions cryoprotectrices sur les cellules, des études microscopiques faisant appel notamment à la RTM (Real Time Microscopy) et la CSLM (Confocal Scanning Laser Microscopy) ont été réalisées. L'impact du procédé de cryoconservation sur la conformité des génotypes a été étudié. Afin de pouvoir discerner d'éventuels réarrangements au sein du dôme méristématique, des cultivars panachés, de type chimère péricleine, ont été utilisés. Enfin, l'influence de la cryoconservation sur l'état sanitaire de taxons virosés a été étudiée en pratiquant des tests ELISA et des immunolocalisations au niveau des apex.

Perspectives

Les connaissances acquises vont contribuer au développement de la cryoconservation pour une meilleure gestion des collections de ressources génétiques. Au sein de l'UMR GenHort, elles viendront en appui à la mise en place de la cryoconservation sur *Malus* et serviront de bases pour le démarrage d'un programme de recherche sur la cryoconservation du genre *Rosa* portant sur l'étude de la variabilité de la tolérance à la cryoconservation au sein de ce genre.

Partenaires

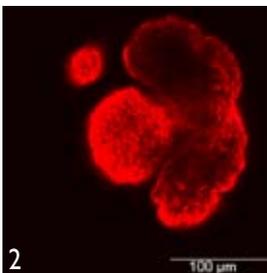
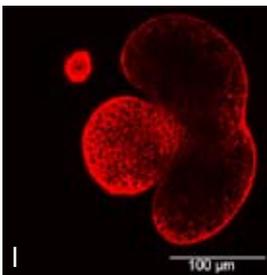
Certains de ces travaux ont été menés en collaboration avec l'université catholique de Leuven (Laboratory of Tropical Crop, K.U.Leuven, Belgique) ou la plateforme Montpellier RIO-Imaging du CIRAD dans le cadre d'un projet BRG (CIRAD - Agrocampus Ouest INHP - IRD) ou le SCIAM (Université d'Angers).

Bibliographie

- [1] Gallard A. 2008. Cryoconservation d'apex en vue d'une conservation à long terme de collections de ressources génétiques végétales : compréhension des phénomènes mis en jeu et évaluation de la qualité du matériel régénéré sur le modèle *Pelargonium*. Thèse de Doctorat, Université d'Angers.
- [2] Gallard A., Panis B., Dorion N., Swennen R., Grapin A. 2008. Cryopreservation of *Pelargonium* apices by droplet-vitrification. *Cryo-letters*. 29: 243-251.

Contact

Agnès GRAPIN, Agrocampus Ouest, 2 rue Le Nôtre, 49045 Angers cedex 01.
Mél : agnes.grapin@agrocampus-ouest.fr



Coupe optique d'un apex au microscope confocale à balayage laser. 1. apex témoin. 2. apex après traitement avec la solution de cryoprotection PVS2 sans passage par la solution LS au préalable. Mise en évidence du rôle préparatoire de la solution LS



Carottes de différentes couleurs en fonction du stade de développement

Analyse de l'expression de gènes de biosynthèse des caroténoïdes au cours du développement de la racine chez la carotte.

Objectif

L'objectif de ce travail est de savoir si les différences de teneur en caroténoïdes dans les racines de carotte sont dépendantes de l'expression des gènes de la voie de biosynthèse des caroténoïdes.

Contexte

Les caroténoïdes sont des pigments très répandus chez les plantes. Leur pouvoir antioxydant leur confère un intérêt nutritionnel important. De ce fait des programmes d'amélioration qualitative et quantitative des teneurs en caroténoïdes sont développés. Chez la carotte ces composés sont accumulés dans la racine et les différences de couleur de cet organe entre variétés s'expliquent par une grande variation de la nature et de la teneur en caroténoïdes stockés. Dans les fruits et les fleurs, leur synthèse est principalement régulée au niveau transcriptionnel. Le mode de régulation dans les racines est en revanche beaucoup moins connu.

Résultats

Le contenu en différents caroténoïdes et le niveau de transcrits de huit gènes de la voie de biosynthèse ont été mesurés au cours du développement de racines de carotte blanche, jaune, orange et rose. Ces gènes sont tous exprimés chez les différents cultivars. Leur niveau

de transcrits augmente progressivement parallèlement à l'accumulation des caroténoïdes au cours du développement de la racine. Les carottes jaunes, qui accumulent de la lutéine, présentent un niveau de transcrits élevé pour le gène correspondant. Des résultats similaires ont été obtenus pour les carottes roses contenant du lycopène. L'accumulation des caroténoïdes totaux au cours du développement et des caroténoïdes majoritaires chez les cultivars jaune et rose pourrait donc être, au moins en partie, expliquée par le niveau d'expression de gènes de la voie de biosynthèse des caroténoïdes.

Perspectives

Les résultats montrent que l'approche transcriptionnelle est insuffisante pour étudier les gènes impliqués dans la variation de la nature et de la teneur en caroténoïdes dans les racines de carotte. De façon complémentaire aux travaux sur les sources de variation environnementale, une thèse en cours poursuit une démarche basée sur la variation nucléotidique de gènes de la voie de biosynthèse des caroténoïdes et la recherche de signatures de sélection. La compréhension des profils de diversité observés et l'identification de signatures de sélection en lien avec les caroténoïdes permettraient à terme d'identifier les gènes impliqués et d'optimiser un programme d'amélioration variétale basé sur ces composés.

Partenaires

Les travaux sur la qualité de la carotte et l'accumulation en caroténoïdes font l'objet de partenariat avec des sociétés de sélection variétale et de transformation agroalimentaire. Un programme collaboratif est en cours, avec le soutien du pôle de compétitivité Végépolys et de la région Pays de la Loire.

Bibliographie

■ J. Clotault, D. Peltier, R. Berruyer, M. Thomas, M. Briard, E. Geoffriau 2008. Expression of carotenoid biosynthesis genes during carrot root development. *Journal of Experimental Botany*, 59, 3563-3573.

Contacts

■ Didier PELTIER, Université d'Angers UFR Sciences, 2 Boulevard Lavoisier 49045 Angers cedex 01. Mél : didier.peltier@univ-angers.fr
 ■ Emmanuel GEOFFRIAU, Agrocampus Ouest, 2 rue Le Nôtre 49045 Angers cedex 01. Mél : Emmanuel.Geoffriau@agrocampus-ouest.fr



Symptômes de tavelure sur feuille.

Identification de nouveaux facteurs de résistance du pommier à la tavelure (*Venturia inaequalis*) et construction de géotypes «prototypes» en vue d'une gestion durable de la résistance.

Objectif

Caractériser et combiner de nouveaux facteurs de résistance génétique du pommier à la tavelure pour évaluer ensuite le niveau de durabilité relative des résistances obtenues.

Contexte

Les principales variétés de pommier cultivées dans le monde (*Malus x domestica*) sont sensibles à la tavelure. La lutte chimique est très largement employée (jusqu'à 20 traitements par an). La lutte génétique est une des voies privilégiées pour réduire drastiquement le nombre d'applications fongicides en verger commercial. Les stratégies actuelles de lutte génétique reposent principalement sur l'utilisation de quelques gènes majeurs. Le contournement du gène majeur *Vf* montre clairement les limites de telles stratégies de construction de géotypes. Dans ce contexte, notre démarche vise à identifier, caractériser et combiner de nouveaux facteurs de résistance (principalement partielle) du pommier à la tavelure dans l'optique d'une gestion durable de la résistance face aux capacités d'adaptation du champignon.

Résultats

Deux aspects ont été récemment abordés dans le cadre d'une thèse [1]: (i) recherche de nouveaux loci et allèles de résistance chez la variété résistante 'Dülmener Rosenapfel' et dans un ensemble de familles du programme d'amélioration INRA connectées entre elles au niveau de leur pedigree; (ii) combinaison de différents facteurs de résistance (majeure

et partielle) dans un plan de croisement demi-diallele, et comparaison de l'efficacité relative de ces constructions génétiques vis-à-vis de la variabilité du champignon. Chez la variété 'Dülmener Rosenapfel', connue pour sa résistance à large spectre, un nouveau gène majeur, *Rvi14*, a été caractérisé ainsi que deux QTL: le premier co-localise avec *Rvi14*, et le second avec un QTL à large spectre d'action déjà identifié dans d'autres fonds génétiques [2]. L'étude de la population en pedigree a confirmé l'occurrence fréquente d'un polymorphisme à ce second QTL et a mis en évidence différents allèles à un troisième QTL co-localisant avec le gène *Vf*. L'analyse des différentes combinaisons génétiques générées dans le demi-diallele a permis d'initier la modélisation du niveau de résistance des géotypes de pommier en fonction des facteurs de résistance portés et face aux souches/races du champignon auxquelles ils sont confrontés. Ces résultats ont servi de support à une réflexion sur l'efficacité des méthodes de détection de facteurs de résistance et sur leur utilisation en vue d'une gestion durable de la maladie.

Perspectives

Ces mêmes combinaisons sont aussi étudiées en collaboration avec nos collègues pathologistes de l'UMR PaVé pour évaluer leurs impacts sur les populations pathogènes, à travers des études de fitness des souches 'contournantes' et de structuration des populations pathogènes en verger. L'optique est d'identifier des paramètres prédictifs d'une plus ou moins grande durabilité de résistance de ces combinaisons.

Partenaires

Collaboration étroite avec les collègues pathologistes du Département SPE (UMR PaVé).

Bibliographie

- [1] Soufflet-Freslon V. 2008. Résistance du pommier à la tavelure (*Venturia inaequalis*): Recherche de nouveaux loci et construction de géotypes «prototypes» en vue d'une gestion durable de la résistance. Thèse de Doctorat, Université d'Angers, 159 p.
- [2] Soufflet-Freslon V., Gianfranceschi L., Patocchi A., Durel C.E. 2008. Inheritance studies on apple scab resistance identify *Rvi14*, a new major gene, and confirm two broad-spectrum QTL. *Genome*, 51: 657-667.

Contact

Charles-Eric DUREL, UMR GenHort, INRA, B.P. 60057, 49071 Beaucouzé cedex.
Mél : Charles-Eric.Durel@angers.inra.fr



H190 et *Rosa wichurana*

De nouvelles ressources génétiques et génomiques pour l'étude de la floraison chez le rosier.

Objectif

Obtenir par des approches génétiques et moléculaires des données permettant de caractériser la floraison (initiation florale, remontée de floraison, date de floraison).

Contexte

Le rosier est l'une des plantes les plus cultivées au monde et dans le marché des fleurs coupées, occupe largement la première place (730 milliards d'euros). Ainsi, les surfaces consacrées à la culture du rosier sont estimées à 8500 Ha. Dans le monde des plantes ornementales, les caractères de floraison sont des caractères d'importance qui conditionnent l'attractivité de la plante mais aussi leur architecture et leur croissance. Dans ce contexte, nous nous sommes intéressés à comprendre les processus de floraison (initiation florale, date de floraison) et de remontée de floraison, ce dernier caractère étant répandu chez les plantes

ornementales mais encore peu connu. Pour ce faire, nous avons développé des approches génétiques (étude de populations issues de croisements) et moléculaires (développement de banques EST).

Résultats

L'approche génétique a consisté à étudier une population F1 (dihaploïde H190 x *Rosa wichurana*) afin de compléter une carte génétique préalablement développée par l'INRA Fréjus à l'aide de marqueurs de type microsatellites (anonymes et EST). Deux gènes majeurs gouvernant la remontée de floraison et le nombre de pétales (fleur simple) et deux QTL (date de floraison et nombre de pétales double) y ont été positionnés [1] (fig. 1). L'approche moléculaire a d'abord nécessité une analyse des tissus au moment du passage de l'état végétatif à l'état floral. Ce travail a pu être réalisé sur le plateau technique IMAC de l'IFR 149 Quasav (fig. 2). Deux banques ADNc ont été construites, l'une représentant uniquement des tissus végétatifs (à partir d'un rosier non-remontant) et l'autre représentative à la fois des tissus végétatifs et pré-floraux (à partir d'un rosier remontant). A partir de ces banques, 5000 EST ont été séquencés et en intégrant les EST déjà disponibles sur le rosier, 5000 unigènes ont pu être identifiés [2]. Ces données ont permis d'isoler 13 gènes impliqués dans des voies de contrôle de l'initiation florale (voie des acides gibbérelliques, photopériode et développement floral).

Les données génétiques et moléculaires ont permis de co-localiser les gènes identifiés et les gènes majeurs et QTLs de floraison. Elles permettent d'avancer des hypothèses quand au contrôle des caractères de floraison chez le rosier comparativement à ceux observés chez *Arabidopsis thaliana*.

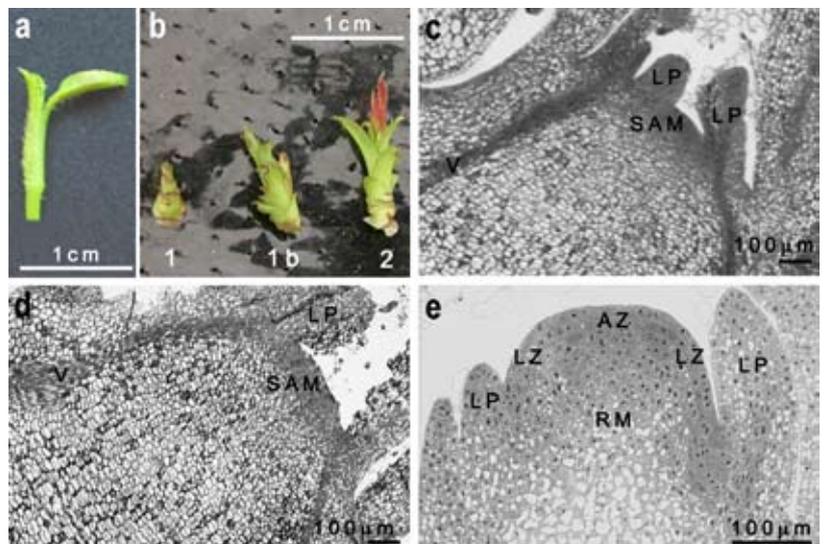


Figure 2 : Description morphologique de l'initiation florale du rosier en microcopie.

La figure montre les bourgeons terminaux ou axillaires de *Rosa wichurana* (a) et de *R. hybrida* Black Baccara® à différents stades. L'initiation florale de Black Baccara® a été analysée par histologie. Stade I (c), Ib (d) et 2 (e).

LP : primordia foliaire, SAM : méristème apical, V : vaisseaux, LZ : zone latérale, AZ : zone axiale, RM : méristème médullaire.

Perspectives

Des outils de validation fonctionnelle sont actuellement développés pour étudier les gènes candidats dans les processus de floraison. Ces outils permettront l'étude *in planta*, l'étude de l'interaction protéique (système double hybride) et une étude globale de gènes exprimés dans des conditions comparatives (puce ADNc). L'optique est de comprendre la ou les voies qui contrôlent l'initiation florale et la remontée de floraison chez le rosier, de comparer ce contrôle à ceux existant chez les plantes annuelles et de vérifier si ce contrôle existe chez d'autres plantes ornementales remontantes.

Partenaires

Université de Clemson, USA ; Ets Meilland ; Collaboration avec le plateau technique IMAC : Plateforme Génotypage de Ouest Génomôle.

Bibliographie

- [1] Hibrand-Saint Oyant L, Crespel L, Rajapakse S., Zhang L. and Foucher F. 2008. Genetic linkage maps of rose constructed with new microsatellite markers and locating QTL controlling flowering traits. *Tree Genetics and Genomes*, 1: 11-23.
- [2] Foucher F, Chevalier M, Corre C, Soufflet-Freslon V, Legeai F, Hibrand-Saint Oyant L. 2008. New resources for studying the rose flowering process. *Genome*, 51 (10): 827-837.

Contacts

- Fabrice FOUCHER, UMR GenHort, INRA, B.P 60057, 49071 Beaucouzé cedex. Mél : Fabrice.Foucher@angers.inra.fr
- Laurence HIBRAND-SAINT OYANT, UMR GenHort, INRA, B.P 60057, 49071 Beaucouzé cedex. Mél : Laurence.Hibrand-Saint-Oyant@angers.inra.fr

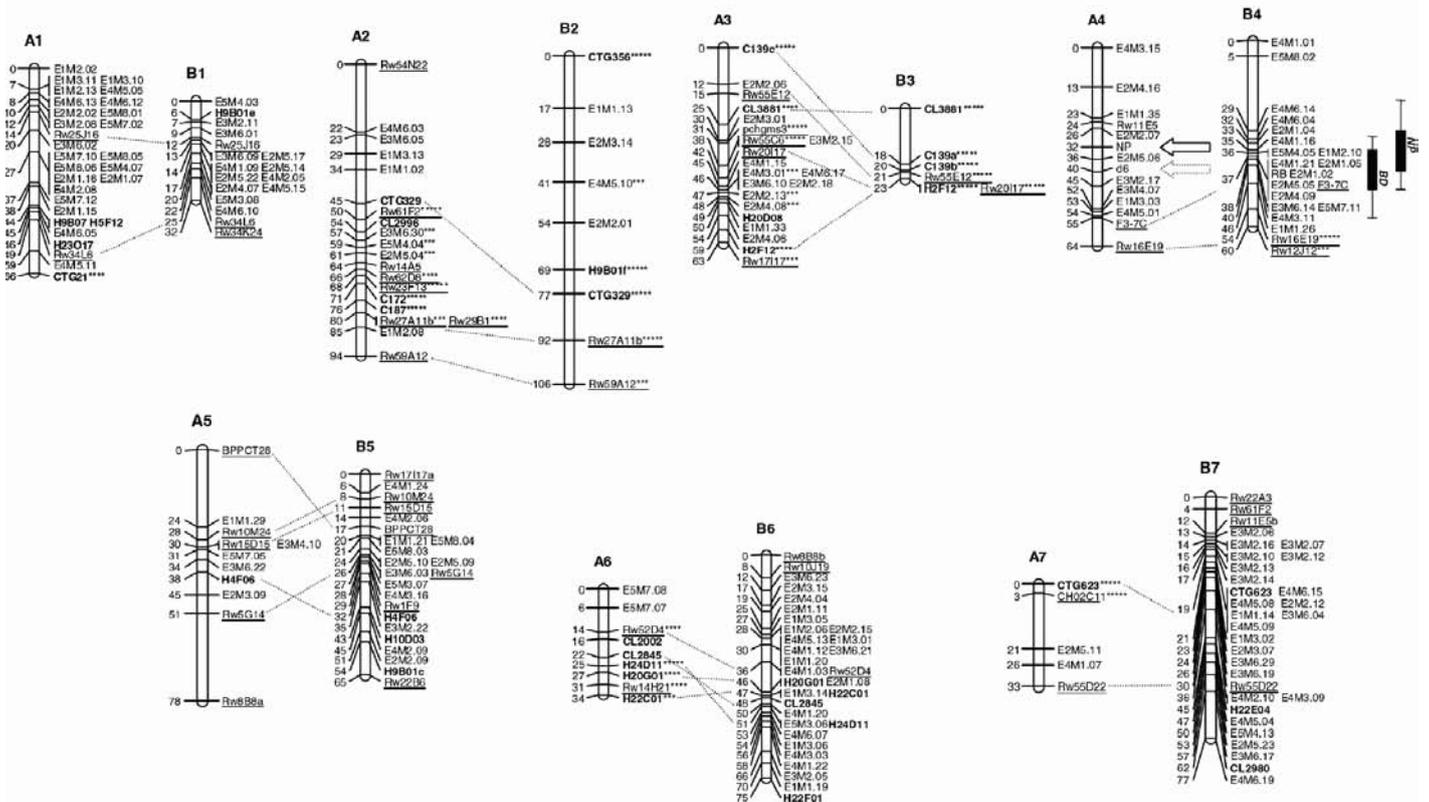


Figure 1 : Carte génétique du parent femelle, dihaploïde HI 90 (A1 à A7) et du parent mâle, hybride de *Rosa wichurana* (B1 à B7) développé à partir d'une population F1. Les SSR (EST en gras et génomiques soulignés) communs, entre les cartes paternelle et maternelle, sont indiqués en ligne pointillé. Le niveau de distorsion est indiqué par un astérisque (** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$, **** $p < 0.0001$). Le gène majeur contrôlant le nombre de pétales (NP) est localisé sur une flèche et le gène correspondant identifié par Crespel et al. (2002) (d6) est indiqué par une flèche en pointillé. Le gène majeur RB est localisé sur le groupe de liaison B4. Des QTLs contrôlant la date de floraison (BD) et le nombre de pétales (NP) sont représentés par un rectangle prolongé par une ligne qui indique l'intervalle de confiance à LOD1 et LOD.



Lonicera CAPRILIA® Cream 'Inov71'

Trois nouvelles variétés de chèvrefeuille (*Lonicera* spp.).

Objectif

Valorisation des méthodes de création de variabilité génétique mutagenèse : (rayon Gamma) et hybridation interspécifique développées dans le laboratoire arbustes d'ornement de l'UMR GenHort. Obtention de variétés plus compactes et au feuillage plus résistant (pucerons, oïdium et dessèchement foliaire estival, et résistance au froid) que les variétés d'origine.

Contexte

Pour la filière ornement en général et la pépinière en particulier, l'innovation variétale et l'innovation produit sont des moteurs puissants d'activité. Aujourd'hui, les consommateurs recherchent des arbustes à vigueur réduite et au port compact pour orner les balcons, les terrasses et les petits jardins. Le chèvrefeuille subit, lui aussi, cette tendance. Pour répondre à cette demande, un partenariat a été établi avec une vingtaine de pépiniéristes regroupés au sein du GIE Saphinov. Depuis 1989, un ambitieux programme d'innovation variétale sur les genres *Lavatera*, *Hydrangea*, *Clematis*, *Cotoneaster* et *Lonicera* a été développé. Les objectifs de sélection du chèvrefeuille portent plus précisément sur la recherche de ports compacts mieux adaptés aux besoins actuels ainsi que sur la gamme de précocité et de couleur de fleurs, tout en gardant un intérêt marqué pour la résistance aux bio-agresseurs. Pour atteindre ces objectifs deux voies de développement ont été suivies en parallèle de 1992 à 2007 : la mutagenèse et l'hybridation interspécifique.

Résultats

Lonicera CAPRILIA® Cream 'Inov71' et *Lonicera* CAPRILIA® Imperial 'Inov86' : obtenus après traitement mutagène de *Lonicera periclymenum* 'Florida'.

Lonicera CAPRILIA® Ever 'Inov42' issu d'hybridation interspécifique entre deux espèces grimpantes, *Lonicera henryi* et *Lonicera japonica* 'Aureoreticulata'.

En plus de leurs caractéristiques de port et de floraison, ces chèvrefeuilles conservent un feuillage estival décoratif.

Perspectives

La part de marché possible pour ces 3 variétés est d'environ 100 000 plantes vendues par an. Ces variétés viennent compléter la liste des sélections obtenues depuis de nombreuses années, une trentaine de variétés vendues à raison de 700 000 à 1 million de plants/an.

Ce programme est terminé, la valorisation d'autre matériel est en cours pour l'ensemble du programme. Une nouvelle convention de partenariat a été signée avec le GIE Eurogeni pour le transfert de méthodes et de techniques au service de la création de nouvelles variétés de genêts (*Cytisus*, *Genista*, *Spartium*, ...).

Partenaires

Producteurs de la pépinière d'ornement rassemblés dans le GIE Saphinov ; SNC Sapho ; Agri-Obtentions SA.

Bibliographie

■ www.inra.fr/les_partenariats/collaborations_et_partenaires/entreprises/en_direct_des_labos/chevrefeuille

Contacts

■ Véronique KAPUSTA, UMR GenHort - INRA, B.P. 60057, 49071 Beaucouzé cedex, France.

Mél : Veronique.Kapusta@angers.inra.fr

■ Alain CADIC, UMR GenHort - INRA, B.P. 60057, 49071 Beaucouzé cedex, France.

Mél : Alain.Cadic@angers.inra.fr



Trois variétés d'*Hydrangea* en cours de protection en Europe et aux Etats-Unis. De gauche à droite : Agrocampus Ouest INHP-HYD-6 , Agrocampus Ouest INHP-HYD B4 et Agrocampus Ouest INHP-HYD R14.

Ressources génétiques du genre *Hydrangea* : de leur connaissance fondamentale à leur valorisation.

Objectif

Caractériser les ressources du genre *Hydrangea* pour conserver et valoriser ce patrimoine par des stratégies raisonnées.

Contexte

Le genre *Hydrangea* comporte une vingtaine d'espèces dont la plupart sont méconnues aussi bien pour leurs caractéristiques génétiques et physiologiques que pour leur intérêt horticole et paysager. Introduites d'Asie ou d'Amérique en Europe, elles se sont acclimatées dans des jardins publics ou privés. Seule l'espèce *Hydrangea macrophylla* a vraiment été domestiquée depuis le début du 20^{ème} siècle en France d'abord puis en Europe pour la production de plantes en pots. Dans le cadre du réseau de ressources génétiques du genre *Hydrangea*, créé en 1999 sous l'égide du BRG, des recherches ont été entreprises sur ce genre.

Résultats

La caractérisation des ressources génétiques aux niveaux morphologique, génétique, biochimique, a conduit à l'acquisition de connaissances fondamentales et à la création de matériel hybride très importante pour la poursuite des recherches sur l'analyse pigmentaire ou architecturale mais aussi sur la connaissance des barrières de reproduction entre espèces ou supposées telles. Dans le matériel créé à Agrocampus

Ouest, Centre d'Angers INHP, trois hybrides interspécifiques présentent un intérêt ornemental par leurs caractères très originaux (coloris des inflorescences, port, tige et pétiole colorés). Ils sont en cours de protection en Europe par COV et aux Etats-Unis par brevet. Un contrat de diffusion a été signé avec le groupe Sapho. Ces résultats montrent tout l'intérêt de la caractérisation des ressources pour développer l'innovation et la diversification horticoles et paysagères.

Perspectives

Montrer à l'ensemble des professionnels l'intérêt de ces recherches pour créer des variétés très innovantes et diversifier la gamme, et les encourager à s'investir dans la sélection, secteur très peu développé en France comparé à d'autres pays.

Partenaires

Réseau de ressources génétiques constitué de cinq conservateurs : Ville d'Angers, Arboretum des Barres, M. et F. Lemonnier Jardin de Bellevue (classé jardin remarquable), Pépinière Botanique Thoby, Emmanuel De la Fonchais pépiniériste.

Un contrat de diffusion a été signé avec le groupe Sapho.

Bibliographie

■ Mortreau E., H. Bertrand, Lambert C. 2003. Collection of *Hydrangea* : Genetic resources characterization. *Acta Hort.* 623, 231-235.

■ E. Mortreau 2003. Etude de la variabilité génétique et de l'organisation génomique au sein d'une collection de ressources génétiques du genre *Hydrangea*. Thèse ENSAR.

Contact

■ Claudie LAMBERT, Agrocampus Ouest, Centre d'Angers INHP, 2 rue Le Nôtre, 49045 Angers cedex 01. Mél : Claudie.Lambert@agrocampus-ouest.fr.



Revue scientifique à comité de lecture

- Boedo C., Le Clerc V., Briard M., Simoneau P., Chevalier M., Georgeault S., Poupard P. 2008. Impact of carrot resistance on development of the *Alternaria* leaf blight pathogen (*Alternaria dauci*). *European Journal of Plant Pathology*, 121, 55-66.
- Bus V.G.M., Chagné D., Bassett H.C.M., Bowatte D., Calenge F., Celton J.M., Durel C.E., Malone M.T., Patocchi A., Ranatunga A.C., Rikkerink E.H.A., Tustin D.S., Zhou J., Gardiner S.E. 2008. Genome mapping of three major resistance genes to woolly apple aphid (*Eriosoma lanigerum* Hausm.). *Tree Genetics and Genomes*, 4, 233-236.
- Chevalier M., Parisi L., Gueye B., Champion C., Simoneau P., Poupard P. 2008. Specific activation of PR-10 pathogenesis-related gene in apple by an incompatible race of *Venturia inaequalis*. *Biologia Plantarum*, 52, 718-722.
- Cloutault J., Peltier D., Berruyer R., Thomas M., Briard M., Geoffriau E. 2008. Expression of carotenoid biosynthetic genes during carrot root development. *Journal of Experimental Botany*, 59, 3563-3573.
- Foucher F., Chevalier M., Corre C., Soufflet-Freslon V., Legeai F., Hibrand Saint-Oyant L. 2008. New resources for studying the rose flowering process. *Genome*, 51, 827-837.
- Gallard A., Panis B., Dorion N., Swennen R., Grapin A. 2008. Cryopreservation of *pelargonium* apices by droplet-vitrification. *Cryoletters*, 29, 243-251.
- Hibrand-Saint Oyant L., Crespel L., Rajapakse S., Zhang L., Foucher F., 2008. Genetic linkage map of rose with new microsatellite markers to identify QTL controlling flowering traits. *Tree Genetics and Genomes*, 4, 11-23.
- N'Diaye A., van de Weg E.W., Kodde L.P., Koller B., Dunemann F., Thiermann M., Tartarini S., Gennari F., Durel C.E. 2008. Construction of an integrated consensus map of the apple genome based on four mapping populations. *Tree Genetics and Genome*, 4, 727-743.
- Soufflet-Freslon V., Gianfranceschi L., Patocchi A., Durel C.E., 2008. Inheritance studies on apple scab resistance identify Rv14, a new major gene, and confirm two broad-spectrum QTL. *Genome*, 51, 657-667.

Autres revues scientifiques

- Cadic A. 2008. Transgresser la barrière des espèces pour améliorer les végétaux d'ornement. In Colloque « Peut-on classer le vivant ? Linné et la Systématique aujourd'hui ». Dijon, 31 janvier-3 février 2007. D. Prat, A. Raynal-Roques & A. Roguenant (Eds). Éditions Belin, Paris, p. 313-338.
- Chevalier M., Tellier M., Lespinasse Y., Caffier V. 2008. How to optimize the *Venturia pirina* inoculation on pear leaves in greenhouse conditions? Proceedings of the 10th international Pear symposium. A.D. Webster & C.M. Oliveira (Eds). *Acta Horticulturae*, 800 (volume 2) 913-919.
- Chevalier M., Tellier M., Lespinasse Y., Georgeault S., Bruyninckx M. 2008. Behaviour studies of new strains of *Venturia pirina* isolated from 'Conference' cultivar on a range of pear cultivars. Proceedings of the 10th international Pear symposium. A.D. Webster & C.M. Oliveira (Eds). *Acta Horticulturae*, 800 (volume 2) 817-823.
- Dolcet-Sanjuan R., Claveria E., Vilardell P., Bonany J., Asin L., Simard M.H. 2008. Towards the selection of a new pear rootstock : in vitro and field evaluation for tolerance to iron chlorosis, low vigor and micropropagation of selected clones. Proceedings of the 10th international Pear symposium. A.D. Webster & C.M. Oliveira (Eds). *Acta Horticulturae*, 800 (volume 2) 683-690.
- Lespinasse Y., Chevalier M., Durel C.E., Guérif P., Tellier M., Denancé C., Belouin A., Robert P. 2008. Pear breeding for scab and *psylla* resistance. Proceedings of the 10th international Pear symposium. A.D. Webster & C.M. Oliveira (Eds). *Acta Horticulturae*, 800 (volume 1) 475-481.

Revue techniques

- Belin J. 2008. Création d'un chèvrefeuille nain à partir d'un cultivar grim-pant par mutagenèse in vitro. *Cahiers des Techniques de l'INRA*, n° 64, 31-39.
- Chambolle C., Malécot V., 2008. Regard sur ... *Rosa banksiae* Aiton. *PHM-Revue Horticole*, n°499, 36-37.
- Chambolle C., Malécot V., 2008. Regard sur ... *Pulmonaria affinis*. *PHM-Revue Horticole*, n°501, 38-39.
- Chambolle C., Malécot V., 2008.

- Regard sur ... *Quercus suber*. *PHM-Revue Horticole*, n°503, 36-37.
- Chambolle C., Malécot V., 2008. Regard sur ... *Rhaphiolepis umbellata*. *PHM-Revue Horticole*, n°505, 32-33.
- Chambolle C., Malécot V., 2008. Regard sur ... *Euphorbia seguieriana*. *PHM-Revue Horticole*, n°507, 34-35.
- Cibois A., Malécot V. 2008. Journées annuelles 2007 "Systématique et Collections" ; compte-rendu des journées de la Société française de Systématique. *Bulletin de la société française de systématique*, n°39, 10.
- Iffat L., Malécot V. 2008. Correction d'un catalogue de pépiniériste. *P.H.M.-Revue Horticole*, n°507, 36-41.
- Lespinasse Y. 2008. Entretien : Il faut que les recherches amont et appliquée se mobilisent de concert. *Infos Ctifl*, n°243, 4-5.
- Lespinasse Y. 2008. Privatizzazione e network di ricerca internazionali: passa di qui il futuro del miglioramento genetico-varietale. *Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura*, LXX (11) 14-20.
- Malécot V., 2008. Nombre et formation des naturalistes en France. *Bulletin de la société française de systématique*, n°39, 17-24.

Ouvrages et chapitres d'ouvrages

- Cadot Y., Chevalier M., Minana Castello M.T., Moutounet M. 2008. Le potentiel phénolique du Cabernet franc. Synthèse de 8 années d'expérimentations. INRA (Ed.) 56 pages (reliées spirales).
- Malécot V. 2008. Les règles de nomenclature : histoire et fonctionnement. In: M. Veuille, J.-M. Drouin, P. Deleporte & J.-F. N. Silvain (coords.). *Linnaeus - Systématique et Biodiversité*. [Biosystema 25]. SFS, Paris: 41-76.
- Malnoy M., Chevreau E., Bell R., Dolgov, S., Aldwinckle H. 2008. Pears. In : C. Kole & T. C. Hall (Eds.) "A Compendium of Transgenic Crop Plants: Temperate Fruits and Nuts". Blackwell Publishing Ltd., p. 53-78.
- Simon P.W., Freeman R.E., Vieira J.V., Boiteux L.S., Briard M., Nothnagel T., Michalik B., Kwon, Y.S. 2008. Carrot. In: J. Prohens & F. Nuez (Eds.), "Vegetables II: Fabaceae, Liliaceae, Umbelliferae, and Solanaceae". Springer, New York, pp. 327-357.



Communications colloques

Communications orales

- Boedo C., Hudhomme P., Briard M., Le Clerc V., Guillemette T., Simoneau P., Poupard P. 2008. Assessment of *Alternaria dauci* host range and preliminary study of fungal phytotoxic components. 9th International Congress of Plant Pathology, Turin, Italie, 24-29 août 2008.
- Bouvier L. 2008. Phylogénie des Rosacées. Rencontre Cytogénétique-Polyploïdie. Angers (France), 2-4 avril 2008.
- Cadic A. 2008. 35 ans de partenariat entre l'INRA et les entreprises de la pépinière d'ornement. Plant International Meeting, Angers (France), 14-15 janvier 2008.
- Dattée Y., Cadic A., Ducatillon C. 2008. Amélioration génétique et création de diversité en horticulture. Assemblée Générale de la SNHF, Versailles (France), juin 2008. Actes en cours de publication.
- Lahaye M., Looten R., Devaux M.F., Quemener B., Laurens F. 2008. Variabilité histologique et de composition pariétale dans trois variétés de pommes à texture contrastée. Journée du Réseau Français des Parois. Boussens (France), 26-28 mars 2008.
- Lambert C. 2008. Ressources génétiques du genre *Hydrangea*, analyse cytogénétique et intérêt pour la valorisation. Rencontre Cytogénétique-Polyploïdie. Angers (France), 2-4 avril 2008.
- Larher F.R., Lugan R., Gagneul D., Monnier C., Lespinasse Y., Bouchereau A. 2008. Accumulation constitutive et préventive d'osmolytes ou de substances apparentées aux phytoanticipines dans les feuilles de poirier. BIOTECH, Rennes (France), 30 juin-3 juillet 2008.
- Lespinasse Y. 2008. Caractérisation, mise à disposition et intérêt de la biodiversité pour la création variétale chez les rosacées fruitières. Colloque de la SNHF, 4 juin 2008.
- Lespinasse Y. 2008. Pear breeding for resistance to diseases and pest. Colloque Interpera, Lleida (Espagne), 22-23 May 2008.
- Lespinasse Y. 2008. Pear Breeding for resistance to diseases and pests. Réunion de l'Action COST "Pome Fruit Health". Dresden (Allemagne), 06 septembre 2008.
- Lespinasse Y. 2008. The role of genetic diversity in fruit species for the creation of new varieties. Fruit & Vegetable. Unesco, Paris, 27-30 May 2008.

- Le Van A, Le Cam B, Lasserre P, Durel CE, Caffier V. 2008. Evaluation of selection pressures exerted by apple major resistance genes and QTLs on *Venturia inaequalis* core collections. 'Endure' International Conference, 13-15 octobre 2008, La Grande Motte, France
- Remay A., Lalanne D., Thouroude T., Hibrand-Saint Oyant L., Foucher F. 2008. Rose flowering: in the search for the recurrent blooming gene. 4th International Rosaceae genomics conference. Pucon (Chili).
- Sapoukhina N., Durel C.E., Le Cam B. 2008. Modeling spatial deployment of gene-for-gene resistance. 9th International Congress of Plant Pathology (ICPP 2008). Torino (Italy), 24-29 August 2008.
- Schouten H.J., Soriano J.M., Joshi S.G., Khan.S.A., Schaart J.G., Krens F.A., Kortstee A.J., Allan A.C., Hellens R.P., Flaishman M., Malnoy M., Velasco R., Szankowski I., Tartarini S., Sansavini S., Hanke V., Flachowsky H., Chevreau E., Gessler C., Aldwinckle H.S. 2008. Cis-genesis and intragenesis in Rosaceae crops. 4th Rosaceae Genomics Conference, Pucon (Chili), 16-19 March 2008.
- Segura V., Regnard J.L., Durel C.E., Costes E. 2008. Exploring the genetic determinisms of architectural and functional traits in an apple progeny. First Symposium on Horticulture in Europe. Vienne (Autriche), 17-20 February 2008.
- Simard M.H., Cattaneo C., Codarin S., Roche L., Aldwinckle H. 2008. French evaluation of the CG rootstock selections: history and results. ISHS Integrated canopy, rootstock, environmental physiology. Geneva (USA), 4-8 août 2008.
- Van de Weg W.E., Jansen J., Voorrips R.E., Durel C.E., Laurens F., Patocchi A., Dunemann F., Evans K., Guerra W., Komjanc M., Lateur M., Antofie A., Kellerhals M., Sansavini S., Tomala K., Zurawicz E., Gianfranceschi L., Bink M. 2008. QTL mapping in multiple, pedigree populations : proof of concept delivered by results from 27 progenies for quantitative fruit quality traits in apple. Plant & Animal Genome XVI Conference. San Diego, CA, 12-16 January 2008. www.intl-pag.org/16/abstracts/PAG16_W25_204.html.
- Vernerey M.S. 2008. Contribution de la cytogénétique dans l'étude de la tribu des *Genisteae*. Rencontre Cytogénétique-Polyploïdie. Angers (France), 2-4 avril 2008.

Posters

- Clotault J., Peltier D., Briard M., Geoffriau E. 2008. Nucleotide diversity of carotenoid biosynthesis pathway genes in carrot. 7th Plant Genomics European Meeting. Albena (Bulgarie), 24-27 September 2008.
- Lasserre P., Soufflet-Freslon V., Durel C.E., 2008. Genetic determinism of scab resistance in apple cultivar 'Discovery': comparison of QTL mapping in two pedigree populations. International Conference on «Molecular Mapping & Marker Assisted selection in Plants». Vienna (Autriche), 3-6 February 2008.
- Le Van A., Le Cam B., Lasserre P., Durel C.E., Caffier V. 2008. Selection pressures exerted by apple major resistance genes and QTLs on *Venturia inaequalis*. ENDURE Annual Meeting. La Grande Motte (France), 12-17 October 2008.
- Vergne E., Dupuis F., Loridon K., Bisset M.N., Chevreau E. 2008. Characterization of transgenic apples expressing the hrp N gene. First International Symposium on Biotechnology of Fruit Species, September 1-5, Dresden.

Mémoires de thèses

- Gallard A. 2008. Cryoconservation d'apex en vue d'une conservation à long terme de collections de ressources génétiques végétales : compréhension des phénomènes mis en jeu et évaluation de la qualité du matériel régénéré sur le modèle *Pelargonium*. Thèse de l'Université d'Angers, soutenue le 21 octobre 2008, 251 p. & annexes.
- Soufflet-Freslon V. 2008. Résistance du pommier à la tavelure (*Venturia inaequalis*) : recherche de nouveaux loci et construction de génotypes 'prototypes' en vue d'une gestion durable de la résistance. Thèse de l'Université d'Angers, soutenue le 20 novembre 2008, 168 p.

Mémoires de stage

- Benitez F. 2008. Caractérisation de la texture de la pomme dans la phase précoce de croissance. Rapport de stage d'ingénieur. ESA d'Angers, 69 pages & annexes.
- Beslot Olivier 2008. Croisements interspécifiques chez les genêts : techniques de pollinisation, compatibilité pollinique et culture de fruits immatures. Rapport de fin de stage ingénieur. Ingénierie de la production Végétale



Génétique et amélioration des plantes. ESA-AgroParisTech. 30 p. & annexes.

■ Bourcy M. 2008. Cartographie de gènes de résistance à la tavelure (*Venturia pirina*) chez le poirier (*Pyrus communis*). Master1 en Sciences Biologiques et Médicales. Faculté des Sciences et Techniques, Nantes. 14 p. & annexes.

■ Delerue T. 2008. Mise en place d'une chaîne de traitement pour la détection des SNP et des indel. Master professionnel de bio-informatique. Université Paul Sabatier, Toulouse III. 25 p. & annexes.

■ Gonzy D. 2008. Polyploïdisation dans le genre *Hydrangea*. Master1. ENHIP, Angers. 10 p. (rapport sous forme

d'article).

■ Harpin S. 2008. Etude des effets des gibberellines sur le contrôle de la floraison chez le rosier. Master2 en biologie, finalité recherche. Université de Rennes I. 21 p. & annexes.

■ Malpica A. 2008. Polyploïdisation dans le genre *Hydrangea*. Master1. ENHIP, Angers. 10 p. (rapport sous forme d'article).

■ Mareau T. 2008. Effet d'une modulation de la transpiration de la pomme sur sa croissance et sa texture à court terme. Stage L3. ESA d'Angers. 20 p. & annexes.

■ Quintin R. 2008. Caractérisation moléculaire et cytologique de la di-

versité au sein de la section Asperae du genre *Hydrangea*. Master1. Agrocampus Ouest, Centre d'Angers. 9 p. & annexes.

■ Sarrazin M. 2008. Caractérisation et comparaison par l'analyse architecturale de deux plantes ligneuses et de leur descendance lors d'un croisement intra-spécifique *Hydrangea aspera* spp. *aspera* X *Hydrangea aspera* spp. *sargentiana*. Master1. Agrocampus Ouest, Centre d'Angers. 17 p. & annexes.

■ Sement F. 2008. *Alternaria dauci* et la carotte : clonage de gènes de la voie de l'acide jasmonique. Master1. Université d'Angers. 22 p. & annexes.

Rubrique libre

Deux nouveaux collègues INRA ont rejoint l'UMR en 2008 : Emilie Vergne (IR) en janvier 2009 (équipe transgénèse fruits) et Dominique Besnard (AT) en avril (équipe serres). Quinze contrats temporaires INRA et 7 Agrocampus-ouest (CDD ou MOO) ont apporté leur contribution aux travaux de l'UMR en 2008.

L'audit-conseil AQR de l'UMR a eu lieu les 17-18 novembre 2008 sur le site INRA. Ses principales conclusions sont très positives :

- un certain nombre de points forts et d'opportunités d'amélioration, mais aucun point critique,
- l'implication participative de toutes les équipes,
- la volonté de mettre en place une démarche qualité adaptée à ses besoins,
- assez de recul pour en mesurer les effets bénéfiques.

L'année a été particulièrement riche au plan du partenariat scientifique :

4 nouveaux contrats de recherche mis en place en 2008 :

- contrat CTPS « transgénèse rosier » (2008-2010) : avec ENS Lyon, Univ Poitiers, Delbard, Géniflore
- contrat CTPS « verger faibles intrants » (2008-2010) : avec GRAB, INRA UE Angers, Avignon, Bordeaux, Gotheron, CIREA, GABNOR, Centrex
- contrat « InnovaCidre » : (2008-2011) : avec le CTPC, INRA Le Rheu, Agrial, Elle&Vire, Celliers Ass., IFO
- contrat « Création variétale poirier », avec CEP-Innovation. Contrat de 8 ans à partir de 2004, signé fin 2008.

4 projets acceptés en réponse à des appels d'offre de l'INRA :

- « Méthodes pour la quantification allélique », (2008) avec EPGV, Lusignan, AO INRA DGAP « projets Innovants ».
- « Gestion des ressources génétiques et phénotypiques : évaluation du logiciel LabKey (Doriane) » (2008), avec l'URGI, AO INRA Bases de données.
- « Transcriptome du rosier : Obtention et séquençage d'une population d'EST représentant les gènes exprimés chez le rosier » (2008-2009) : avec ENS Lyon, Sagah, Univ. St Etienne, Poitiers, Marseille, CNRGV, URGI. AO INRA AIP Bioressources.



Opération de scellage sous-vide des ampoules contenant les lyophilisats bactériens.

Certification ISO 9001:2000 de la Collection Française de Bactéries Phytopathogènes.

Objectif

L'accroissement de son activité, la réglementation des échanges de matériel biologique et l'évolution du contexte international ont nécessité une professionnalisation de la gestion de la Collection Française de bactéries Phytopathogènes (CFBP). Pour répondre à ces enjeux, la CFBP a mis en place un système de management de la qualité basé sur le principe de l'amélioration continue et de l'écoute du client. Le référentiel choisi est la norme ISO 9001:2000, qui est une norme appliquée mondialement, qui fournit les lignes directrices relatives aux bonnes pratiques de management.

Contexte

La Collection Française de Bactéries Phytopathogènes (CFBP) est une collection historique de la station de phytobactériologie de l'INRA d'Angers à laquelle s'est associée la plateforme COMIC (Collections de Micro-organismes) de l'IFR 149 Quasav. Cette collection dispose de 5400 souches représentant les principaux genres bactériens phytopathogènes (*Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Erwinia*,...). La CFBP a acquis une réputation internationale dans le domaine de la phytobactériologie et n'a que peu d'équivalents au niveau mondial. Elle a pour mission de conserver de façon pérenne ces ressources biologiques et les informations qui y sont associées, et d'en faciliter l'accès à la communauté scientifique internationale à des fins de recherche, développement, enseignement et identification.

Résultats

Une approche processus a été utilisée pour la mise en place du système de management de la qualité. Une analyse détaillée du fonctionnement de la CFBP a permis d'identifier trois processus de réalisation, qui sont l'acquisition, la conservation et la distribution de cultures bactériennes, un processus de management, un processus « mesure, analyse et amélioration », et des processus supports. La cartographie des processus permet d'identifier leurs interactions.

L'ensemble des documents qualité a été rédigé, et de nouveaux indicateurs de performance mis en place. Le système de management de la CFBP a été audité par un organisme indépendant (Bureau Veritas Certification) en novembre 2008, qui a attesté sa conformité à l'ISO 9001:2000 le 30 décembre 2008. Le champ d'application de la norme est l'acquisition, la conservation et la distribution de cultures bactériennes.

Perspectives

La mise en place d'un système de management de la qualité garantit le respect des engagements de la CFBP au service de ses utilisateurs. Basé sur le principe de l'amélioration continue, il permet à la CFBP d'évoluer en intégrant leurs attentes. Nos projets concernent l'amélioration de la caractérisation des ressources conservées associée à la mise en place de bases de données moléculaires et bibliographiques. L'impact de la certification est une meilleure visibilité nationale et internationale et l'accès à de nouveaux soutiens financiers réservés aux Centres de Ressources Biologiques (CRB). La certification ISO 9001:2000 des activités de la collection vient en effet compléter les critères nécessaires à la CFBP pour intégrer le réseau national des CRB de micro-organismes piloté par le comité consultatif des ressources biologiques. Cette labellisation CRB nous ouvre l'accès aux appels d'offre du GIS IBISA (Infrastructures Biologie Santé et Agronomie). Elle permettra aussi à la CFBP de rejoindre le Centre International de Ressources Microbiennes (CIRM) qui est un GIS regroupant quatre collections INRA certifiées ISO 9001:2000. Le CIRM pilote actuellement le projet infrastructure européen EMBaRC qui fédère les grandes collections européennes de micro-organismes.

Partenaires

La collection a bénéficié du soutien de la mission qualité INRA, qui a réalisé un audit interne sur site de l'ensemble du système de management et un audit documentaire. Les audits internes de suivis seront réalisés par des auditeurs du CIRM.

Contact

Marion LE SAUX, INRA UMR PaVé, 42 rue Georges Morel, B.P. 60057, 49071 Beaucouzé cedex. Mél : Marion.Le-saux@angers.inra.fr



De la culture bactérienne sur boîte de Pétri à l'expédition d'ampoules contenant les lyophilisats bactériens.





Forêts de *Malus sieversii* dans les montagnes chinoises de la province du Xinjuan.

Origine et voies de dissémination de *Venturia inaequalis*, agent de la tavelure du pommier.

Contexte

Venturia inaequalis est le champignon responsable de la tavelure du pommier, maladie qui a envahi toutes les régions du monde où le pommier est cultivé, posant ainsi de graves problèmes en production. Prévenir et enrayer de telles invasions biologiques nécessite une bonne connaissance de l'origine, des voies d'introduction, de la biologie et de la génétique de ces populations. En utilisant les méthodes d'inférence utilisées en génétique des populations, l'analyse de la variation de marqueurs génétiques offre la possibilité d'accéder à ces informations.

Résultats

L'étude réalisée dans le cadre de la thèse de Pierre Gladieux soutenue en décembre 2007 se base sur l'analyse du polymorphisme de 12 loci SSR d'une collection mondiale de 1273 échantillons de tavelure prélevés en vergers. La comparaison du niveau de variabilité entre populations, les analyses de coalescence et les modèles de migration testés plaident en faveur d'un scénario selon lequel la tavelure aurait émergé d'Asie Centrale. La maladie aurait ensuite été introduite en Europe via la route de la soie, puis plus récemment sur les autres continents suite à l'expansion de la culture de son hôte. Il s'agit de la première étude biogéographique de si large ampleur sur un pathogène de plantes pérennes.

Perspectives

Cette étude se poursuit dans le cadre d'un projet ANR « Emerfundis » intégrant 8 équipes françaises dont l'objectif est de comprendre l'impact des changements globaux sur l'émergence de nouvelles maladies des plantes. Il est prévu que les données générées par chaque pathosystème soient exploitées pour développer des modèles mathématiques visant à identifier les caractères déterminants l'émergence d'une maladie provoquée par un champignon pathogène. Dans ce projet, nous poursuivons l'analyse de populations de tavelure en intégrant 263 échantillons prélevés sur des pommiers sauvages endémiques d'Europe (*Malus sylvestris*) et d'Asie Centrale (*Malus sieversii*) où la domestication du pommier aurait débuté il y a plus de 10 000 ans. Enfin, l'évolution de différents traits d'histoire de vie du champignon en relation avec la domestication de son hôte est en cours d'étude dans le cadre de la thèse de Amandine Le Van cofinancée par les départements SPE (UMR PaVé) et GAP (UMR GenHort) de l'INRA et de la Région Pays de La Loire. Nous mesurerons par exemple si le passage du compartiment sauvage au compartiment cultivé s'est accompagné d'une modification de l'agressivité de *V. inaequalis*.

Partenaires

Collaborations Internationales : Université du Shandong, Chine (Projet PRA), INRA Kénitra (Projet PRAD), Maroc, Embrapa, Brésil.

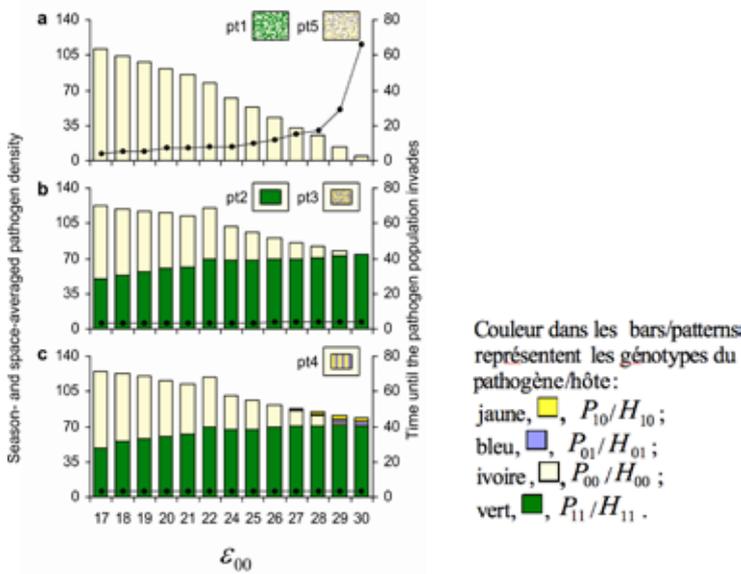
Bibliographie

■ Gladieux P, Zhang X-G, Afoufa-Bastien D, Valdebenito Sanhueza R-M, Sbaghi M, Le Cam B. 2008. On the Origin and Spread of the Scab Disease of Apple: Out of Central Asia. *PLoS ONE* 3(1): e1455. doi:10.1371/journal.pone.0001455.

Contact

■ Bruno LE CAM, INRA UMR PaVé, 42 rue Georges Morel, B.P. 60057, 49071 Beaucouzé cedex. Mél : Bruno.Lecam@angers.inra.fr





La modélisation mathématique appliquée à la gestion durable des résistances.

Contexte

La réduction des intrants destinés à lutter contre les maladies et ravageurs constitue un enjeu majeur pour le développement d'une agriculture durable. L'utilisation de variétés résistantes apporte potentiellement une solution séduisante, cependant les processus adaptatifs des ennemis des cultures sont tels que les gènes de résistance perdent rapidement leur efficacité au champ ruinant ainsi des années de recherche de création variétale. La théorie et la pratique montrent que le déploiement spatial des variétés peut être un moyen de limiter le développement des maladies en créant un environnement défavorable. Cette technique de diversification du paysage est déjà adoptée dans certains pays, très peu en France. Il faut noter toutefois que ces déploiements restent le plus souvent empiriques c'est-à-dire sans fondements scientifiques permettant d'optimiser les stratégies. Or, il n'existe pas actuellement de modèle démographique spatialement explicite capable de mesurer l'impact de différents types d'organisation spatiale sur la densité, l'évolution et la diversité génétique des populations pathogènes.

Résultats

Associé à un logiciel de simulation, un modèle mathématique a été développé permettant d'optimiser les stratégies de déploiement des gènes de résistance. Sur la base de ce modèle, le projet de création de la Société de conseil MARCUS (MANaging Resistant CULTivars) a été Lauréat en 2008 de l'appel à Idées Innovantes avec le Prix Spécial Végépolys lancé par Angers-Technopole. Le même projet a également été lauréat en 2008 du Concours National de Création d'Entreprises de Technologies Innovantes en catégorie Emergence.

Perspectives

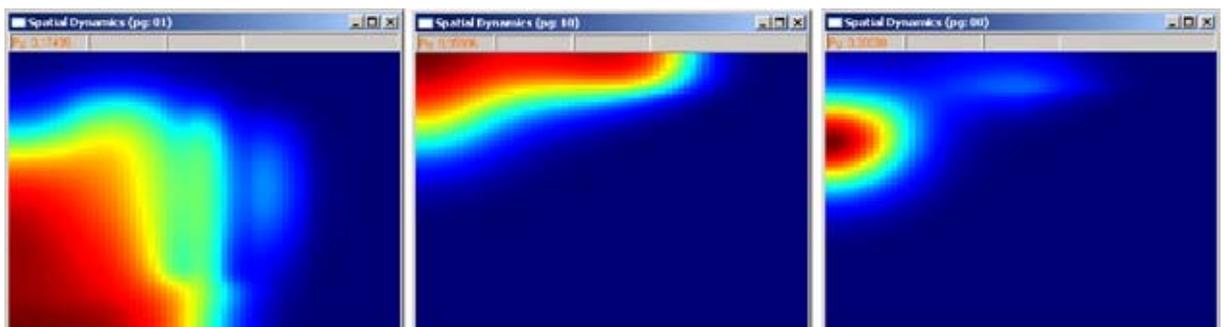
Construit pour des interactions de type qualitatif, le modèle, en cours de validation, va être adapté à des interactions de type quantitatif. Quant à MARCUS, son avenir dépend des études de marché en cours, et de la suite qui sera donnée au Concours National OSEO en catégorie Création.

Bibliographie

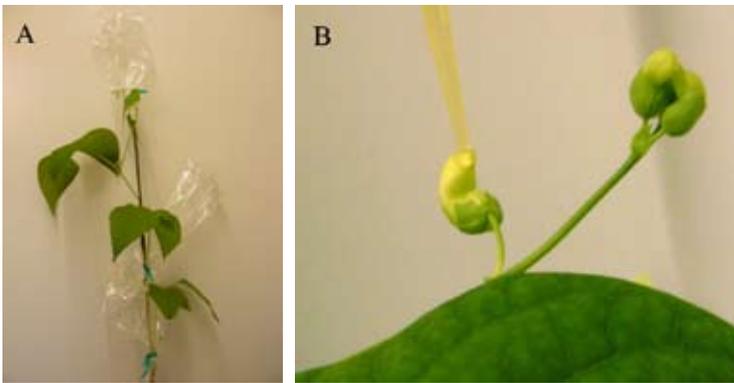
■ Sapoukhina, N., Durel, Ch.-E., Le Cam, B. 2009 (accepted in 2008). Spatial deployment of gene-for-gene resistance governs evolution and spread of pathogen populations. *Theoretical Ecology*. DOI: 10.1007/s12080-009-0045-5..

Contact

■ Natalia SAPOUKHINA, INRA UMR PaVé, 42 rue Georges Morel, B.P. 60057, 49071 Beaucouzé cedex. Mél : Natalia.Sapoukhina@angers.inra.fr



Simulation de la dynamique spatiale d'une épidémie



Vues du dispositif permettant d'assurer la contamination des graines exclusivement par voie vasculaire suite à l'ensachage des organes floraux (A) et par voie florale suite au dépôt de l'inoculum directement dans les boutons floraux (B)

Exploration des voies de transmission des bactéries phytopathogènes aux semences et des mécanismes moléculaires impliqués.

Objectif

L'objectif du travail présenté a été de mettre en place le cadre expérimental nous permettant de mesurer l'efficacité relative des différentes voies de transmission des bactéries aux semences et de montrer le rôle des mécanismes d'adhésion dans cette transmission.

Contexte

La transmission par la semence est une étape critique dans l'écologie de nombreuses bactéries phytopathogènes et dans l'épidémiologie des maladies qu'elles occasionnent. Elle permet la survie des pathogènes entre deux cultures de la plante hôte et assure ainsi leur dispersion dans le temps mais aussi l'espace. Pouvoir interférer spécifiquement avec cette étape permettrait de proposer des méthodes de lutte alternatives et représente un enjeu majeur en pathologie des semences. Les voies de transmission des bactéries phytopathogènes, leur efficacité relative et le déterminisme moléculaire de cette transmission sont encore largement méconnus. Récemment, nous avons montré sur le pathosystème modèle *Xanthomonas fuscans* subsp. *fuscans* / haricot que la transmission à la graine n'était pas uniquement liée à un développement infectieux du pathogène mais pouvait également résulter d'une colonisation totalement asymptomatique sur le haricot et ce en particulier lorsque les conditions environnementales étaient défavorables à la multiplication du pathogène (Darrasse *et al.*, 2007). Nous avons également montré le rôle central du système de sécrétion de type

trois (SSTT) dans cette colonisation asymptomatique et dans la transmission asymptomatique aux semences (Darsonval *et al.*, 2008). Ce SSTT permet à la bactérie d'injecter des effecteurs dans la cellule hôte générant des modifications du micro-environnement en sa faveur. Par ailleurs, seuls les régulateurs amonts de ce système se sont révélés nécessaires à la survie bactérienne sur son hôte.

Résultats

Nous avons mis en place un système expérimental permettant de mesurer sur le haricot les taux de contamination des graines par des bactéries et les charges bactériennes associées en situation compatible (confrontation avec *X. fuscans* subsp. *fuscans*), incompatible (confrontation avec *X. campestris* pv. *campestris*, bactérie pathogène des crucifères) ou nulle (confrontation avec *Echerichia coli*, souche K12 non pathogène). Par dépôt d'un inoculum dans chaque bouton floral de plusieurs grappes identifiées par plante, et analyse après récolte des graines produites, il est possible de mesurer l'efficacité de transmission à la graine par la voie florale. L'efficacité de transmission par la voie vasculaire est mesurée après protection des grappes florales par ensachage et inoculation de la phyllosphère par pulvérisation. Les conditions environnementales et la concentration de l'inoculum sont choisies de manière à éviter le développement infectieux du pathogène. Ainsi, la contamination des graines par contact avec des symptômes sur gousse est évitée. De plus, une dissection précautionneuse des gousses supprime la transmission passive aux graines par contact avec des tissus contaminés. Ce dispositif a permis de montrer qu'une bactérie en situation incompatible (*X. campestris* pv. *campestris*) peut se transmettre aux graines d'une plante non-hôte (le haricot) par la voie florale. Cette bactérie est par contre incapable d'atteindre le système vasculaire et ne peut donc utiliser cette voie pour contaminer les graines. En situation nulle la bactérie, inadaptée à l'environnement, disparaît rapidement. En situation compatible, la transmission par la voie vasculaire est légèrement moins efficace que la transmission par voie florale. Cette dernière conduit également à la contamination des graines avec des populations de tailles très nettement supérieures à ce qui est obtenu par voie vasculaire. Cette voie vasculaire est retrainte aux bactéries en situation compatible non altérées dans leur SSTT. La majorité des adhésines codées par

X. fuscans subsp. *fuscans* est également nécessaire à cette transmission par voie vasculaire à l'exception notable de l'hémagglutinine YapH. Ceci est cohérent avec le rôle proposé de facteur d'antivirulence pour cette protéine. Aucune des cinq adhésines identifiées chez *X. fuscans* subsp. *fuscans* n'intervient dans la transmission par la voie florale, voie permissive pour la transmission des bactéries aux semences.

Perspectives

Ce travail a permis de mettre en évidence l'importance considérable de la voie florale de transmission des bactéries aux graines. Il indique la possibilité d'une colonisation des graines par des bactéries en situation non-hôte dont les conséquences épidémiologiques restent à déterminer. Il montre également que cette transmission par voie florale peut constituer une cible privilégiée pour le développement de méthodes de lutte focalisées contre les bactérioses transmises par les semences.

Bibliographie

- Darsonval A., A. Darrasse, D. Meyer, M. Demarty, C. Bureau, C. Manceau & Jacques M.-A. 2008. The type III secretion system of *Xanthomonas fuscans* subsp. *fuscans* is involved in the phyllosphere colonization process and in transmission to seeds of susceptible beans. *Appl. Environ. Microbiol.* 74, 2669-2678.
- Darsonval A., A. Darrasse, K. Durand, C. Bureau, S. Cesbron and Jacques M.-A. 2009. Adhesion and fitness in the bean phyllosphere and transmission to seeds of *Xanthomonas fuscans* subsp. *fuscans*. *Mol. Plant-Microb. Interact.* (sous presse, acceptée en 2008).

Contact

■ Marie- Agnès JACQUES, UMR PaVé, 42 rue Georges Morel, BP 60057, F-49071 Beaucouzé cedex. Mél : Marie-Agnes.Jacques@angers.inra.fr

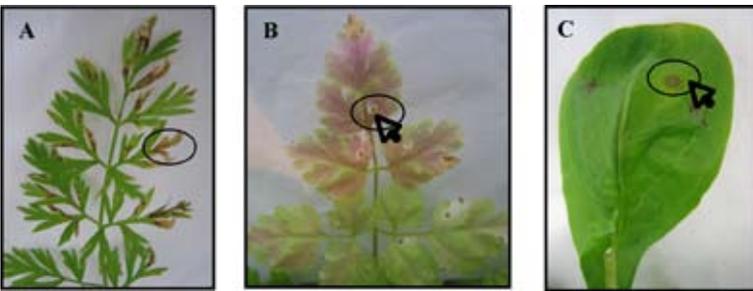


Figure 1 : Exemples de résultats obtenus lors de l'étude du spectre d'hôte d'*A. dauci* : symptômes foliaires causés par une souche très agressive sur une variété sensible de carotte (A), sur cerfeuil commun (B) et sur mâche (C). Les clichés ont été réalisés 25 jours après l'inoculation (A et B) ou 4 jours après l'inoculation (C). Les symptômes sont des nécroses qui peuvent être entourées d'un halo chlorotique plus ou moins net.

Mieux connaître le déterminisme de l'interaction 'Alternaria dauci-carotte' et la diversité génétique du pathogène: une avancée dans la lutte contre la brûlure foliaire.

Objectif

Les objectifs de l'étude sont : 1) de préciser le spectre d'hôte d'*A. dauci* en inoculant le champignon à différentes espèces d'Apiacées et à des espèces appartenant à d'autres familles botaniques, 2) de rechercher la présence de toxines dans des filtrats de culture du champignon, 3) d'évaluer le niveau de diversité génétique et phénotypique d'*A. dauci* à partir de différentes collections d'isolats.

Contexte

Alternaria dauci est responsable de la maladie foliaire la plus préjudiciable sur carotte de consommation (légume-racine le plus consommé au monde) et carotte porte-graine. Cette maladie est présente dans toutes les régions du globe où la carotte est cultivée. La France est le premier producteur mondial de semences de carotte. *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 (couteux, polluants et pas toujours efficaces) et par l'utilisation de variétés dont la résistance partielle est d'un niveau insuffisant. L'amélioration de la mise en œuvre des méthodes de lutte nécessite impérativement une meilleure connaissance de certains déterminants de l'interaction hôte-pathogène, comme l'étude du spectre d'hôte du pathogène ou la recherche de composés toxiques produits par le champignon. Les données de la bibliographie indiquent que la carotte ne serait pas l'hôte exclusif d'*A. dauci* et qu'aucune toxine n'est actuellement connue pour ce pathosystème, hormis le zinniol (une toxine non-hôte spécifique). Par ailleurs, afin de lutter efficacement contre *A. dauci*, il est également nécessaire de connaître l'importance de la diversité des populations du champignon. La variation de caractères phénotypiques (ex. sensibilité à certains fongicides) chez *A. dauci* a été décrite. Cependant l'absence de stade sexué

connu dans le cycle biologique d'*A. dauci* suggère plutôt un faible niveau de polymorphisme génétique chez cette espèce.

Résultats

Afin d'étudier le spectre d'hôte du champignon, deux souches d'*A. dauci* choisies pour leur agressivité différente ont été inoculées en serre à 9 espèces d'Apiacées cultivées, 2 espèces de *Daucus* sauvages et 6 espèces n'appartenant pas aux Apiacées. Plusieurs critères visuels, morphologiques ou moléculaires ont été utilisés : la notation des symptômes à l'aide d'une échelle allant de 0 (absence de symptômes) à 9 (feuillage entièrement détruit), l'aspect des conidies et le typage des souches isolées à partir des symptômes (PCR et outil microsatellite). Pour chaque souche inoculée, des nécroses avec ou sans halo chlorotique, évolutives ou non, ont été observées chez toutes les Apiacées cultivées (note 5 pour la carotte, notes entre 1 et 3 pour les autres espèces) ainsi que chez les *Daucus* sauvages (notes 6 à 8). Pour les espèces non-Apiacées, des symptômes de faible intensité (notes 1 à 2) sont présents sur radis, mâche, tomate, tandis qu'aucun symptôme n'est visible sur poireau et maïs (Fig. 1). Dans tous les cas où des nécroses sont observées, *A. dauci* a été isolé et le génotypage à l'aide de marqueurs polymorphes de type microsatellites a permis de démontrer que les souches re-isolées correspondaient bien aux souches inoculées. Ces résultats montrent le caractère polyphage d'*A. dauci* dans des conditions très favorables à l'expression de la maladie.

Afin d'identifier des composés toxiques produits par *A. dauci*, trois fractions issues du filtrat de culture liquide du champignon (filtrat brut, phase aqueuse ou phase organique obtenues à partir du filtrat brut) ont été appliquées au niveau de blessures réalisées sur des feuilles de carotte cultivée: des nécroses entourées d'un halo brun ont été obtenues après application du filtrat brut ou de la phase aqueuse issue de ce filtrat (Fig. 2), comparativement au témoin (culture sans champignon). Après application de la phase organique issue du filtrat, un flétrissement foliaire plus ou moins important est observé en présence ou non d'*A. dauci* dans le milieu de culture. La séparation des composés de la phase aqueuse en fonction de leur taille et l'application des fractions obtenues sur feuille montrent que le ou les métabolite(s) toxique(s) serai(en)t de taille supérieure à 10 KDa, ce qui exclut des métabolites de petite taille tels que les peptides cycliques communément produits par d'autres espèces pathogènes du genre *Alternaria*.

La diversité génétique chez *A. dauci* a été étudiée sur la base de la variation du nombre d'allèles à différents loci microsatellites d'une part et selon le polymorphisme de séquence des régions IGS (intergenic spacer) de l'ADNr nucléaire d'autre part. Le polymorphisme de onze séquences répétées (huit loci de type (GAA)_n, deux loci de type

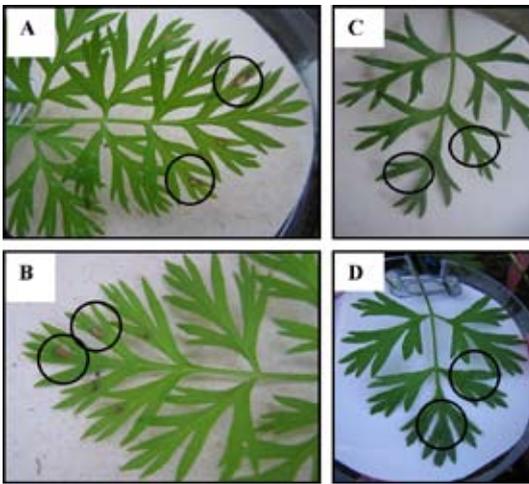


Figure 2 : Réactions nécrotiques sur feuilles de carotte traitées avec un filtrat brut du milieu de culture du champignon (A) ou avec la phase aqueuse issue de ce filtrat (B). Le dépôt a été effectué au niveau d'une blessure superficielle réalisée avec une aiguille stérile à la face supérieure du limbe. La réaction de la plante s'observe dès 4 jours après le dépôt. Les témoins correspondant au filtrat brut (C) ou la phase aqueuse (D) du milieu de culture en l'absence de pathogène ne montrent aucune réaction.

(CA)n et un locus de type (CAC)n a été analysé sur un total de 43 isolats : 24 isolats (population 1) issus d'une collection représentative de la diversité mondiale du champignon (Origines : France, Allemagne, Hongrie, Italie, Brésil, Australie, USA et 4 plantes d'isolement : carotte, cresson, chicorée ou poireau) et 19 isolats (population 2) issus de semences de carotte provenant d'une même parcelle (Origine : Lot-et-Garonne). Sur cette collection de 43 isolats, le nombre d'allèles détectés par locus varie de 2 à 24, soit en moyenne 10,4 allèles par locus ; il s'agit d'un polymorphisme très élevé pour une espèce *a priori* mitosporique par rapport à la moyenne communément observée chez les champignons (5,8 allèles par locus). Le polymorphisme de la population 2 est au moins aussi important que celui de la population 1 suggérant que la diversité au sein d'une parcelle est comparable à celle révélée par cette méthode à l'échelle mondiale. Le domaine variable (région 5') de l'IGS a été amplifié et séquencé chez les 24 isolats de la population 1. L'analyse de la diversité génétique des isolats obtenue après alignement de ces séquences montre une structuration en deux groupes principaux (Fig. 3), qui est indépendante de l'origine géographique des isolats et qui reflète une dispersion de ces isolats sur de longues distances *via* la commercialisation des semences contaminées.

En conditions contrôlées, *A. dauci* a un spectre d'hôte non restreint à la carotte cultivée : il est capable d'infecter plusieurs espèces d'Apiacées sauvages ou cultivées et se maintenir sur d'autres espèces (Apiacées cultivées ou non-Apiacées). *A. dauci* produit au moins un composé toxique de taille supérieure à 10 KDa présent dans la phase aqueuse d'un filtrat de culture du champignon. L'utilisation de marqueurs moléculaires révèle un niveau de polymorphisme élevé inattendu chez cette espèce *a priori* mitosporique.

Perspectives

Ce travail sera poursuivi par la caractérisation plus approfondie de(s) métabolite(s) toxique(s) mis en évidence dans les filtrats de culture du champignon et par l'étude de leur rôle potentiel dans le pouvoir pathogène. En lien avec le spectre d'hôte du champignon, il serait intéressant de démontrer s'il s'agit de toxine(s) hôte-spécifique(s) ou non. L'étude de la diversité génétique du pathogène

a permis d'identifier des marqueurs polymorphes utilisables pour le suivi de souches dans la cadre d'études épidémiologiques. D'un point de vue appliqué, le spectre d'hôte du champignon non restreint à la carotte est à prendre en compte dans les phénomènes de dispersion et conservation du pathogène et donc dans la gestion des pratiques culturales et des méthodes de lutte.

Partenaires

Cette étude est le fruit de recherches menées conjointement à l'UMR PaVé et à l'UMR GenHort, en collaboration avec différents organismes ou entreprises (FNAMS, GEVES, Clause Vegetable Seeds, Vilmorin). Elle a reçu le soutien financier d'un Contrat de Branche (Epidémiologie de la brûlure foliaire de la carotte) et d'un programme Fond de Compétitivité des Entreprises (Création variétale potagère) labellisé par Végépolys. Elle a bénéficié de deux allocations doctorales (CIFRE : C. Boedo et programme BAF : S. Benichou).

Bibliographie

- Boedo C., Le Clerc V., Briard M., Simoneau P., Chevalier M., Georgeault S., Poupard P. 2008. Impact of carrot resistance on development of the *Alternaria* leaf blight pathogen (*Alternaria dauci*). *European Journal of Plant Pathology* 121: 55-66.
- Benichou S., Peltier D., Hamon B., Simoneau P. 2008. High genetic variability in the mitosporic species *Alternaria dauci* as revealed by polymorphism at microsatellite loci and within the intergenic spacer sequence. *International Congress of Plant Pathology, Turin (Italie), 24-29/08/2008.*
- Boedo C., Hudhomme P., Briard M., Le Clerc V., Guillemette T., Simoneau P., Poupard P. 2008. Assessment of *Alternaria dauci* host range and preliminary study of fungal phytotoxic components. *International Congress of Plant Pathology, Turin (Italie), 24-29/08/2008.*
- Benichou S., Dongo A., Eddine Henni D., Peltier D., Simoneau P. 2009. Isolation and characterization of microsatellite markers from the phytopathogenic fungus *Alternaria dauci*. *Molecular Ecology Resources* 9 : 390-392.

Contact

- Pascal POUPARD - Philippe SIMONEAU, UMR PaVé (INRA-Agrocampus Ouest-UA), 2 Bd Lavoisier, 49045 Angers cedex. Mél : pascal.poupard@univ-angers.fr
- R. Berruyer - Didier Peltier - Mathilde Briard, UMR GenHort (INRA-Agrocampus Ouest-UA), 2 Rue Le Nôtre, 49045 Angers cedex 01. Mél : mathilde.briard@agrocampus-ouest.fr



Revue scientifique à comité de lecture

■ Alavi Ms, S Sanjari, F. Durand, C. Brin, C. Manceau, S. Poussier 2008. Assessment of the genetic diversity of *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* and *Xanthomonas fuscans* subsp. *fuscans* as a basis to identify putative pathogenicity genes and a Type III secretion system of the SPI-I family by multiple suppression subtractive hybridizations. *Appl. Environ. Microbiol.* 74, 3295-3301.

■ Boedo C, Le Clerc V, Briard M, Simoneau P, Georgeault S, Poupard P. 2008. Impact of carrot resistance on development of the *Alternaria* leaf blight pathogen (*Alternaria dauci*). *European Journal of Plant Pathology*, 121, 55-66.

■ Brun, L., Didelot, F. & Parisi L. 2008. Effects of apple cultivar susceptibility to *Venturia inaequalis* on scab epidemics in apple orchards. *Crop Protection* 27: 1009-1019.

■ Chevalier M, Parisi L, Gueye B, Campion C, Simoneau P, Poupard P. 2008. Specific activation of PR-10 pathogenesis-related genes in apple by an incompatible race of *Venturia inaequalis*. *Biologia Plantarum* 52, 718-722.

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

■ Degraeve, A., Fagard, M., Perino, C., Brisset, M.N., Gaubert, S., Laroche, S., Patrit, O. & Barny, M.A. 2008. *Erwinia amylovora* type three-secreted proteins trigger cell death and defense responses in *Arabidopsis thaliana*. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 21, 1094-1105.

■ Gladieux P, Zhang X-G, Afoufa-Bastien D, Valdebenito Sanhueza R-M, Sbaghi M, Le Cam B. 2008. On the Origin and Spread of the Scab Disease of Apple: Out of Central Asia. *PLoS ONE* 3(1) e1455 (www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0001455).

■ Iacomi-Vasilescu B., Bataillé-Simoneau N., Campion C., Dongo A., Laurent E., Serandat I., Hamon B., Simoneau P. 2008. Effect of null mutations in the AbN1K1 gene on saprophytic and parasitic fitness of *Alternaria brassicicola* isolates highly resistant to dicarboximide fungicides. *Plant Pathology* 57, 937-947.

■ Pontais, I., Treutter, D., Paulin, J.P. & Brisset, M.N., 2008. *Erwinia amylovora* modifies phenolic profiles of susceptible and resistant apple through its type III secretion system. *Physiologia Plantarum* 132, 262-271.

■ Pruvost O., C. Savelon, C. Boyer, F. Chiroleu, L. Gagnevin And M.-A. Jacques 2008. Populations of *Xanthomonas citri* pv. *mangiferaeindicae* from asymptomatic mango leaves are primarily endophytic. *Microb Ecol.* DOI 10.1007/s00248-008-9480-x.

■ Wang Y., Le Cam B., Zhang X. G. 2008. Two new species of *Ulocladium* from Southwest China. *Mycologia*, 100(3), 2008, pp. 455-459.

■ Wimalasena T.T., Enjalbert B., Guillemette T., Plumridge A., Budge S., Brown A.J.P., Archer D.B. 2008. Impact of the unfolded protein response upon the genome-wide expression patterns and the role of Hac1 in the polarized growth of *Candida albicans*. *Fungal Genetics and Biology*, 45 :1235-1247.

■ Young J. M., Allen C., Coutinho T., Denny T., Elphinstone J., Fegan M., Gillings M., Gottwald T. R., Graham J. H., Iacobellis N. S., Janse J. D., Jacques M.-A., Lopez M. M., Morris C. E., Parkinson N., Prior P., Pruvost O., Rodrigues Neto J., Scortichini M., Takikawa Y. And Upper C. D. 2008. Plant-pathogenic bacteria as biological weapons - Real threats? *Phytopathology* 98 :1060-1065.

Autres revues scientifiques

■ Baker R, Caffier D., Choiseul J.W., De Clercq P., Dormannsné-Simon E., Gerowitt B., Karadjova O. E., Lovei G., Makowski D., Manceau C., Manici L., Lansink A. O., Perdakis D., Porta Puggia A., Schrader G., Steffek R., Strömberg A., Tiilikkala K., Van Lenteren J. C. And Vloutoglou I. 2008. Pest risk assessment made by France on *Ralstonia* sp. pathogenic agent of banana blood disease considered by France as harmful in French overseas departments of French Guiana, Guadeloupe, Martinique and Réunion - Scientific Opinion of the Panel on Plant Health. *The EFSA Journal*. 649, 1-23.

■ Baker R et al. 2008. Pest risk assessment made by France on *Mycosphaerella fijiensis* considered by France as harmful in French overseas departments of French Guiana, Guadeloupe, Martinique and Réunion - Scientific Opinion of the Panel on Plant Health. *The EFSA Journal*. 650, 1-24.

■ Baker R et al. 2008. Pest risk assessment made by France on Banana bract mosaic virus considered by France as harmful in French overseas departments of French Guiana, Guadeloupe, Martinique and Réunion - Scientific Opinion of the Panel on Plant Health. *The EFSA Journal*. 651, 1-23.

■ Baker R et al. 2008. Pest risk assessment made by France on *Mycosphaerella eumusae* considered by France as harmful in French overseas departments of Guadeloupe and Martinique - Scientific Opinion of the Panel on Plant Health. *The EFSA Journal*. 663, 1-20.

■ Baker R et al. 2008. Pest risk assessment made by France on *Trachysphaera fructigena* considered by France as harmful in French overseas departments of French Guiana, Guadeloupe, Martinique and Réunion - Scientific Opinion of the Panel on Plant Health. *The EFSA Journal*. 664, 1-23.

■ Baker R et al. 2008. Pest risk assessment made by France on *Phyllosticta musarum* (Cooke) van der Aa considered by France as harmful in French overseas departments of French Guiana, Guadeloupe, Martinique and Réunion - Scientific Opinion of the Panel on Plant Health. *The EFSA Journal*. 665, 1-22.

■ Baker R et al. 2008. Pest risk assessment made by France on Banana bunchy top virus (BBTV) considered by France as harmful in French overseas departments of French Guiana, Guadeloupe, Martinique and Réunion - Scientific Opinion of the Panel on Plant Health. *The EFSA Journal*. 666, 1-20.

■ Baker R et al. 2008. Pest risk assessment made by France on Banana streak virus (BSV) considered by France as harmful in French overseas departments of French Guiana, Guadeloupe, Martinique and Réunion - Scientific Opinion of the Panel on Plant Health. *The EFSA Journal*. 667, 1-24.

■ Baker R et al. 2008. Pest risk assessment made by France on *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* considered by France as harmful in French overseas departments of French Guiana, Guadeloupe, Martinique and Réunion - Scientific Opinion of the Panel on Plant Health. *The EFSA Journal*. 668, 1-22.

■ Baker R et al. 2008. Pest risk assessment made by France on *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum* considered by France as harmful in French overseas departments of French Guiana, Guadeloupe, Martinique and Réunion - Scientific Opinion of the Panel on Plant Health. *The EFSA Journal*. 669, 1-30.

■ Baker R et al. 2008. Pest risk assessment made by France on *Odioporus longicollis* considered by France as harmful in French overseas departments of French Guiana, Guadeloupe, Martinique and Réunion - Scientific Opinion of the Panel on Plant Health. *The EFSA Journal*. 670, 1-14.

■ Baker R et al. 2008. Pest risk assessment made by France on *Nacoleia octasema* considered by France as harmful in French overseas departments of French Guiana, Guadeloupe, Martinique and Réunion - Scientific Opinion of the Panel on Plant Health. *The EFSA Journal*. 671, 1-14.



ful in French overseas departments of French Guiana, Guadeloupe, Martinique and Réunion - Scientific Opinion of the Panel on Plant Health. *The EFSA Journal*. 671, 1-15.

■ Baker R *et al.* 2008. Pest risk assessment made by France on *Erionota thrax* L. considered by France as harmful in French overseas departments of French Guiana, Guadeloupe, Martinique and Réunion - Scientific Opinion of the Panel on Plant Health. *The EFSA Journal*. 672, 1-23.

■ Baker R *et al.* 2008. Pest risk assessment made by France on *Ralstonia solanacearum* race 2 considered by France as harmful in French overseas departments of French Guiana, Guadeloupe, Martinique and Réunion - Scientific Opinion of the Panel on Plant Health. *The EFSA Journal*. 673, 1-27.

■ Baker R *et al.* 2008. Pest risk assessment made by France on *Aceria sheldoni* (Ewing) considered by France as harmful in French overseas departments of French Guiana, Guadeloupe, Martinique and Réunion - Scientific Opinion of the Panel on Plant Health. *The EFSA Journal*. 677, 1-14.

■ Baker R *et al.* 2008. Pest risk assessment made by France on *Brevipalpus californicus*, *Brevipalpus phoenicis* and *Brevipalpus obovatus* (Acari : Tenuipalpidae) considered by France as harmful in French overseas departments of Guadeloupe and Martinique - Scientific Opinion of the Panel on Plant Health. *The EFSA Journal*. 678, 1-25.

■ Baker R *et al.* 2008. Pest risk assessment made by France on *Panonychus citri* considered by France as harmful in French overseas departments of French Guiana and Martinique - Scientific Opinion of the Panel on Plant Health. *The EFSA Journal*. 679, 1-17.

■ Baker R *et al.* 2008. Pest risk assessment made by France on *Prays citri* considered by France as harmful in French overseas departments of French Guiana, Guadeloupe and Martinique - Scientific Opinion of the Panel on Plant Health. *The EFSA Journal*. 680, 1-22.

■ Baker R *et al.* 2008. Pest risk assessment made by France on *Prays endocarpa* considered by France as harmful in French overseas departments of French Guiana, Guadeloupe, Martinique and Réunion - Scientific Opinion of the Panel on Plant Health. *The EFSA Journal*. 681, 1-16.

■ Baker R *et al.* 2008. Pest risk assessment made by France on *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* considered by France as harmful in French overseas departments of French Guiana, Guadeloupe and Martinique - Scientific

Opinion of the Panel on Plant Health. *The EFSA Journal*. 682, 1-22.

■ Baker R *et al.* 2008. Pest risk assessment made by France on *Sphaeropsis tumefaciens* Hedges considered by France as harmful in French overseas departments of French Guiana, Guadeloupe and Martinique - Scientific Opinion of the Panel on Plant Health. *The EFSA Journal*. 683, 1-16.

■ Baker R *et al.* 2008. Pest risk assessment made by France on *Citrus chlorotic dwarf virus* considered by France as harmful in French overseas departments of French Guiana, Guadeloupe, Martinique and Réunion - Scientific Opinion of the Panel on Plant Health. *The EFSA Journal*. 684, 1-17.

■ Baker R *et al.* 2008. Pest risk assessment made by France on *Citrus exocortis viroid* (CEVd) considered by France as harmful in French overseas department of Réunion - Scientific Opinion of the Panel on Plant Health. *The EFSA Journal*. 685, 1-17.

■ Baker R *et al.* 2008. Pest risk assessment made by France on *Citrus yellow mosaic virus* or *Citrus mosaic badnavirus* considered by France as harmful in French overseas departments of French Guiana, Guadeloupe, Martinique and Réunion - Scientific Opinion of the Panel on Plant Health. *The EFSA Journal*. 686, 1-16.

■ Baker R *et al.* 2008. Pest risk assessment made by France on *Hop stunt viroid* (HSVd) considered by France as harmful in French overseas department of Réunion - Scientific Opinion of the Panel on Plant Health. *The EFSA Journal*. 687, 1-17.

■ Baker R *et al.* 2008. Pest risk assessment made by France on *Metcalfa pruinosa* (Say) considered by France as harmful in French overseas departments of French Guiana, Guadeloupe, Martinique and Réunion - Scientific Opinion of the Panel on Plant Health. *The EFSA Journal*. 701, 1-17.

■ Baker R *et al.* 2008. Pest risk assessment made by France on *Parlatoria ziziphi* (Lucas) considered by France as harmful in French overseas departments of French Guiana, Martinique and Réunion - Scientific Opinion of the Panel on Plant Health. *The EFSA Journal*. 702, 1-16.

■ Baker R *et al.* 2008. Pest risk assessment made by France on *Ceratocystis fimbriata* considered by France as harmful in French overseas departments of French Guiana, Guadeloupe, Martinique and Réunion - Scientific Opinion of the Panel on Plant Health. *The EFSA Journal*. 703, 1-21.

■ Baker R *et al.* 2008. Pest risk assessment made by France on *Mycosphaerella*

citri considered by France as harmful in French overseas department of Réunion - Scientific Opinion of the Panel on Plant Health. *The EFSA Journal*. 704, 1-19.

Revues techniques

■ Brun L., Didelot F. & Parisi L. 2008. Stratégies innovantes contre la tavelure du pommier. *Phytoma* 612: 10-15.

Communications colloques

Communications orales

■ S. Benichou S., Peltier D., Hamon B, Simoneau P. 2008. High genetic variability in the mitosporic species *Alternaria dauci* as revealed by polymorphism at microsatellite loci and within the intergenic spacer sequence. 9th International Congress of Plant Pathology, Turin, Italie, 24-29 août 2008.

■ Boedo C., Hudhomme P., Briard M., Le Clerc V., Guillemette T., Simoneau P., Poupard P. 2008. Assessment of *Alternaria dauci* host range and preliminary study of fungal phytotoxic components. 9th International Congress of Plant Pathology, Turin, Italie, 24-29 août 2008.

■ Brisset, M.N. 2008. Les stimulateurs de défense et le Pommier. Assemblée générale du Syndicat des Producteurs de Fruits du Maine et Loire, Angers, 26 mars 2008.

■ Brun L, Didelot F, Combe F, Orain G, Payen C, Lemarquand A, Parisi L. 2008. Is it possible to predict the aerial concentrations of *Venturia inaequalis* ascospores in apple orchards ? VII International Conference on Integrated Fruit production (IOBC), 27-30 October 2008, Avignon, France.

■ Caffier V, Didelot F, Orain G, Lemarquand A, Parisi L. 2008. Efficiency of association of scab control methods on resistance durability of apple : the case study of cultivar Ariane. VII International Conference on Integrated Fruit production (IOBC), 27-30 October 2008, Avignon, France.

■ Campion C., Guillemette T., Bataillé-Simoneau N., Dongo A., Iacomi-Vasilescu B., Hamon B., Simoneau P. 2008. Exploration of the role of the group III histidine kinase AbNIK1 in the necrotrophic seed-borne pathogen *Alternaria brassicicola*, 9th European Conference on Fungal Genetics, Edimbourg, Ecosse, 5-8 avril 2008.

■ Didelot F, Caffier V, Baudin M, Orain G, Lemarquand A, Parisi L. 2008. Integrating scab control methods with partial effects in apple orchards: the association of cultivar resistance, sanitation and reduced fungicide schedules, VII International Conference on Integrated Fruit production (IOBC), 27-30



October 2008, Avignon, France

■ Duge De Bernonille, T., Heintz, C., Paulin, J.P. & Brisset, M.N. 2008. *Erwinia amylovora* module différenciellement les voies de signalisation répondant à l'acide jasmonique, l'acide salicylique et l'éthylène chez le Pommier sensible ou résistant. 8èmes Rencontres Plantes-Bactéries, Aussois 14-18 janvier 2008.

■ Fagard, M., Degrave, A., Perino, C., Brisset, M.N., Gaubert, S., Laroche, S. & Barny, M.A. 2008. L'effecteur de type III DspA/E joue un rôle prépondérant au cours de l'interaction entre *Arabidopsis* et *E. amylovora*. 8èmes Rencontres Plantes-Bactéries, Aussois 14-18 janvier 2008.

■ Le Van A, Le Cam B, Lasserre P, Durel CE, Caffier V. 2008. Evaluation of selection pressures exerted by apple major resistance genes and QTLs on *Venturia inaequalis* core collections. 'Endure' International Conference, 13-15 octobre 2008, La Grande Motte, France

■ Parisi L, Expert P, Nock I, Louis-Etienne T, Bourdoiseau N, Didelot F. Can *Venturia inaequalis* populations show a reduced sensitivity to a multisite fungicide? The case study of Captan in French orchards. VII International Conference on Integrated Fruit production (IOBC), 27-30 October 2008, Avignon, France.

■ Fisher-Le Saux M., Pruvost O., Fargier E., Ah-You N., Bonneau S., Gonzalez C., Gagnevin L., Verdier V., Manceau C. 2008. Apport du séquençage multiloci à la phylogénie et à la taxonomie de deux genres majeurs de bactéries phytopathogènes : *Pseudomonas* et *Xanthomonas*. 7ème Colloque national "Ressources génétiques". Strasbourg, Octobre 2008.

■ Gladieux P, Zhang Z.G., Devaux M., Valdebenito Sanhueza R. M., Sbaghi M., and Le Cam B. 2008. Origin and worldwide spread of the ascomycete *Venturia inaequalis*: out of Central Asia. ICPP, Turin 08/2008.

■ Fisher-Le Saux M., Bonneau S., Manceau C. 2008. Apport de la phylogénie multiloci à la classification des pa-

thovars de *Pseudomonas syringae* et espèces apparentées. 8èmes Rencontres Plantes-Bactéries, 14-18 janvier 2008, Aussois France.

■ Hajri A., Delcourt S., Brin C., Manceau C., Poussier S., Boureau T. 2008. Détermination des répertoires d'effecteurs de type III chez divers pthovars de *Xanthomonas axonopodis*. 8èmes Rencontres Plantes-Bactéries, 14-18 janvier 2008, Aussois France.

■ Manceau C. 2008. *Xanthomonas* : bactérie épiphyte candidate comme simulant des bactéries Gram négatif dans l'atmosphère. Journée thématique "Ressources biologiques pour la sécurité et la défense". 11 septembre 2008, Le Bouchet, France.

■ Manceau C. 2008. La « Brassipuce » un prototype emblématique des avancées technologiques pour le diagnostic et la détection des micro-organismes phytopathogènes. Bioanalyse et évaluation de produits en santé, agroalimentaire et environnement, Nantes, 12 février 2008.

■ Pieretti I., Royer M., Barbe V., Carrere S., Koebnik R., Cociancich S., Couloux A., Darasse A., Gouzy J., Jacques M-A., Lauber E., Manceau C., Mangenot S., Poussier S., Segurens B., Szureck B., Verdier V., Arlat M., Rott P. 2008. La séquence du génome de *Xanthomonas albilineans* dévoile des particularités surprenantes chez cette bactérie pathogène de la canne à sucre. 8èmes Rencontres Plantes-Bactéries, 14-18 janvier 2008, Aussois, France.

■ Portier P, Guillaume J., Manceau C. 2008. Détection et localisation des agrobactéries dans la vigne. 8èmes Rencontres Plantes-Bactéries, 14-18 janvier 2008, Aussois, France.

■ Sapoukhina N., Ch.-E. Durel, B. Le Cam. 2008. Modeling spatial deployment of gene-for-gene resistance. In: 9th International Congress of Plant Pathology, Torino, Italy. Journal of Plant Pathology, 90 (2, Supplement), P. 170.

Posters

■ Cesbron, S., Tharaud, M., Paulin, J.P.

& Brisset, M.N. 2008. Coexistence de deux systèmes flagellaires chez *Erwinia amylovora*. 8èmes Rencontres Plantes-Bactéries, Aussois, 14-18 janvier 2008.

■ Darsonval, A., A. Darrasse, C. Bureau, K. Durand, et M.-A. Jacques 2008. Rôle d'adhésines de *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* dans la colonisation de la phyllosphère et la transmission aux graines du haricot. 8ème Rencontres Plantes-Bactéries, 14-18 janvier 2008, Aussois.

■ Vergne, E., Dupuis, F., Loridon, K., Brisset, M.N. & Chevreau, E. 2008. Characterization of transgenic apples expressing the hrpN gene. First International Symposium on Biotechnology of Fruit Species, September 01-05, 2008, Dresden, Germany.

Mémoire de thèse

■ Darsonval A. 2008. Etude des déterminants moléculaires de *Xanthomonas fuscans* Subs. *fuscans* impliqués dans la colonisation de son hôte *Phaseolus vulgaris*. Thèse de doctorat de l'Université d'Angers.

Mémoires de stage

■ Gauthier M. 2008. Etude enzymatique et transcriptomique des polyphénol oxydases lors de l'interaction *Erwinia amylovora* – *Malus*. Master 2 Recherche, Université d'Angers, 26 p.

■ Guis S. 2008. Etude de l'état viable mais non cultivable des populations de différentes espèces de *Xanthomonas* contaminant les semences de leur plante hôte. Mémoire de fin d'études, Ecole Supérieure d'Agronomie, Angers, 107 pages.

■ Gravouil C. 2008. Un outil pour l'étude des modulations de gènes de défenses du Pommier: validation par analyses enzymatiques et moléculaires des réponses induites par Bion. Master 2 Recherche, Université d'Angers, 30 p.

■ Joubert A. 2008. Réponses du champignon pathogène *Alternaria brassicola* à l'exposition aux phytoalexines de type indolique. Master 2 Biologie végétale de l'Université d'Angers.

Rubrique libre

L'UMR PaVé a accueilli deux nouveaux enseignant-chercheurs de l'Université d'Angers en 2008. Le Professeur James DAT a été recruté par concours en septembre dernier. Il a rejoint l'équipe « Génomique Fonctionnelle des Interactions Bactérie-Plante (GEFIN) pour développer un programme de recherche sur les mécanismes de défense que le pommier met en place au cours de l'interaction avec un bio-agresseur. Christophe LEMAIRE, Maître de Conférence, a rejoint l'équipe « Ecologie Evolutive des Pathosystèmes Fongique (2EPF), en août. Il va s'investir dans la génétique des populations de *Venturia inaequalis*, agent causal de la tavelure du pommier.

L'UMR PaVé est identifiée nationalement et internationalement comme l'Unité de recherche spécialiste des bactérioses des plantes. Elle a été l'organisatrice des « 8èmes Rencontres Plantes/Bactéries » qui se sont tenues à Aussois, en Haute Savoie. Ce Congrès placé maintenant sous l'égide de la Société Française de Phytopathologie (SFP) a lieu tous les deux ans. Il rassemble la plupart des chercheurs francophones travaillant sur les bactéries associées aux plantes (pathogènes et bénéfiques).

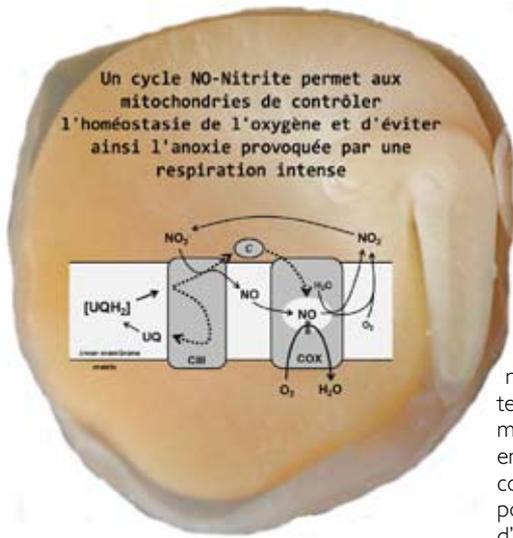


Schéma illustrant le mécanisme d'auto-contrôle de la teneur en oxygène par les mitochondries dans les tissus en situation d'auto-hypoxie, comme ceux des graines de pois en germination (coupe d'une graine).

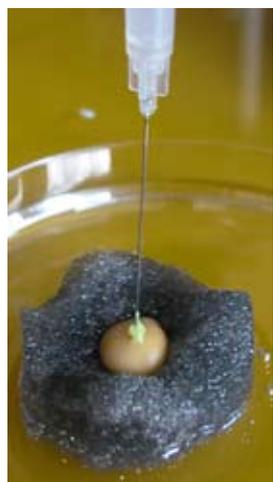
Auto-contrôle du fonctionnement mitochondrial en situation hypoxique.

Contexte

Les situations hypoxiques sont fréquentes dans des organes ou des tissus pour lesquels la diffusion de l'oxygène est limitée et l'activité respiratoire élevée du fait d'un métabolisme important. Une telle situation intervient dans des tissus animaux, mais également chez les végétaux, notamment au niveau des graines. Dans le cadre d'une collaboration avec une équipe de l'IPK (Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung, Gatersleben), nous avons montré que la teneur en oxygène dans des graines en développement semblait liée à un contrôle de la respiration mettant en jeu une production d'oxyde nitrique (NO) à partir du nitrite (Borisjuk *et al.*, 2007). Le NO étant une molécule jouant un rôle décisif dans l'homéostasie de l'oxygène chez les animaux, nous avons cherché à élucider les mécanismes pouvant réguler la respiration mitochondriale en situation hypoxique (Benamar *et al.*, 2008).

Résultats

Des mesures de teneur en oxygène réalisées in situ dans des graines au cours de l'imbibition ont permis de montrer que la teneur en O₂ s'effondre lors de l'imbibition, pour demeurer proche de zéro tout au long de la germination. Cependant, en dépit de cet état très hypoxique, aucun signe de fermentation n'est détecté et la balance énergétique est maintenue, ce qui suggère que la consommation d'oxygène est finement régulée à la limite de l'anoxie. Afin d'étudier le fonctionnement de mitochondries isolées dans des conditions hypoxiques, nous avons mis au point une approche originale d'oxygraphie en système ouvert dans laquelle la teneur en oxygène dans le milieu réactionnel est la résultante de la consommation d'oxygène par les organites et de la diffusion de l'oxygène atmosphérique dans le milieu réactionnel. Cette approche permet ainsi d'étudier le fonctionnement des mitochondries à des teneurs en oxygène proche de zéro, dans une situation très similaire à celle d'un tissu en hypoxie. Nous avons ainsi pu démontrer qu'en présence de nitrite, les mitochondries pouvaient freiner leur respiration de façon à maintenir une teneur



Insertion d'une sonde fluorescente dans une graine de pois pour suivre la teneur interne en oxygène au cours de la germination.

en oxygène minimum, évitant ainsi une auto-anoxie. Les analyses du fonctionnement mitochondrial en présence de nitrite, ainsi que la détection de la production de NO par résonance paramagnétique électronique (RPE) ont conduit à un modèle faisant intervenir un recyclage entre le nitrite et le NO par les mitochondries. A faible teneur en O₂, le nitrite est réduit en NO au niveau de la chaîne de transfert d'électrons, le NO venant alors inhiber le fonctionnement de la cytochrome oxidase (COX), ce qui se traduit par un ralentissement de la teneur en oxygène. Le NO est alors ré-oxdé en nitrite directement par la COX, ou chimiquement au sein de la membrane, ce qui permet d'établir un cycle nitrite-NO avec le maintien d'une concentration de NO qui permet de stabiliser la respiration mitochondriale à une faible teneur en oxygène. Ce système permet ainsi aux mitochondries de fonctionner à une vitesse maximale sans risquer l'anoxie, et ainsi d'optimiser la production d'énergie en situation hypoxique. Ce système semble universel, puisque des mitochondries d'autres tissus (épicotyle de pois) et organismes (foie de bœuf) réagissent de façon similaire à la présence de nitrite.

Perspectives

- 1) En montrant que des mitochondries isolées peuvent gérer leur fonctionnement à basse teneur en oxygène grâce à un cycle nitrite-NO, ces travaux ouvrent de nouvelles perspectives en matière de contrôle de l'homéostasie de l'oxygène, à la fois chez les végétaux et chez les animaux. Le nitrite émerge actuellement comme une molécule importante en physiologie et pathologie humaine, et compte tenu de l'importance de l'homéostasie de l'oxygène, le mécanisme que nous proposons pourrait être un facteur primordial pour les effets du nitrite. Cette découverte pourrait ainsi avoir un impact important au delà du monde végétal.
- 2) Contact industriel pour valorisation de la nouvelle approche d'oxygraphie développée dans le cadre de ce travail.

Partenaires

IPK (Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung) - Gatersleben.
Laboratoire de Biologie Neuro-Vasculaire Intégrée, UMR INSERM 771-CNRS 6214, Angers. Laboratoire de Physiologie Cellulaire Végétale, IRTSV, UMR5168 CNRS-UJF-INRA-CEA Grenoble.

Bibliographie

- Benamar A, Rolletschek H, Borisjuk L, Avelange-Macherel M-H, Curien G, Mostefai A, Andriantsitohaina R, Macherel D. 2008. Nitrite-nitric oxide control of mitochondrial respiration at the frontier of anoxia. *Biochimica Biophysica Acta (BBA) Bioenergetics* 1777, 1268-1275.

Contact

- David MACHEREL, UMR PMS, ARES, 16 boulevard Lavoisier, 49045 Angers cedex 01. Mél : david.macherel@univ-angers.fr.



Utilisation d'un modèle agronomique de prévision des levées pour caractériser la diversité génétique chez *Medicago truncatula*.

Contexte

Depuis fin 2005, l'équipe Ecophysiologie, Diversité génétique et Modélisation de la levée a entrepris un travail de caractérisation des premières étapes du cycle de *Medicago truncatula* (*Mtr*) à l'aide des paramètres définis par un modèle de prévision des levées sur 8 génotypes appartenant à la core-collection de *Mtr* (thèse Sophie Brunel). Ce choix permet sur un nombre limité de génotypes d'avoir accès à un maximum de diversité génétique. Cette caractérisation permet d'analyser le comportement de *Mtr* par rapport à celui d'autres espèces cultivées et d'identifier des caractéristiques particulières de sa germination et de son début de croissance. Ces connaissances sont nécessaires pour l'analyse des mécanismes moléculaires contribuant, par exemple à la germination à basses températures ou face à un stress hydrique, et pour positionner et transférer les connaissances acquises sur la tolérance à différents stress à d'autres espèces.

Résultats

Mtr présente plusieurs caractéristiques importantes d'un point de vue agronomique lors des premières étapes de son cycle : dormance embryonnaire et tégumentaire, prise d'eau très rapide et importante au moment de l'imbibition, germination et allongement très rapides hors facteurs limitants, forte sensibilité au stress hydrique, température optimale et température de base assez faibles, forte sensibilité aux obstacles mécaniques. Les génotypes étudiés montrent qu'il existe

de la diversité génétique sur les différentes étapes (germination et croissance hétérotrophe), en réaction aux facteurs environnementaux étudiés (température, potentiel hydrique et obstacles mécaniques). Un programme d'analyse par simulation numérique des levées de ces génotypes dans différentes conditions de semis (sol et climat) montre que l'ampleur moyenne de différences de taux de levée entre génotypes extrêmes n'est que de 5 à 10%, de 5% seulement par rapport aux cultivars existants de *Mtr*. Par contre face à des conditions de stress se produisant certaines années (froid, stress hydrique et battance) l'ampleur des différences de levée peut atteindre 50 à 80% entre génotypes extrêmes. Les investigations sur l'utilisation des réserves en terme de masse, quantités de C et N mobilisées montrent peu de différences entre génotypes. Par contre les teneurs en certains sucres solubles présents en très forte quantité dans les graines de légumineuses (*stachyose* et *verbascose*), varient selon les génotypes.

Perspectives

L'identification de zones chromosomiques (analyse QTL) sur la population de lignées recombinantes (LR) issues des génotypes-parents ayant extériorisé des comportements contrastés à basse température pour leur vitesse de germination et leur capacité à l'allongement (post-doc Paula Dias). Par ailleurs, l'identification de parents contrastés dans leur tolérance au stress hydrique, et ayant des compositions des réserves très contrastées en sucres solubles, a amené à développer dans le cadre d'un projet Génoplante dans lequel l'UMR est impliqué, l'étude d'une population de LR issus de ces deux parents (comportement face au stress hydrique, variations des compositions des réserves). Une thèse (démarrée fin 2008, Johann Pierre) a pour objectif de compléter cette étude par une analyse transcriptomique visant à mettre en évidence l'expression différentielle des gènes des deux génotypes parentaux en conditions optimales ou froides au cours de la croissance hétérotrophe. Cette analyse sera utilisée pour renforcer la recherche de gènes candidats sous-jacents aux QTLs mis en évidence. La mise en place d'une analyse écophysiologique en terme de variations du nombre et de l'allongement des cellules ainsi que de mobilisation des réserves carbonées (sucres solubles en particulier) apporteraient des informations très importantes pour l'analyse de ces QTLs.

Partenaires

GEVES Station Nationale d'Essais des Semences, rue Georges Morel F-49071 Beaucouzé cedex.
Centre de Ressources biologiques J.M. Prosperi INRA UMR 1097 - Diversité et Adaptation des Plantes Cultivées Domaine de Melgueil - F-34130 Mauguio.
Symbiose et Pathologie des Plantes, INP-ENSAT, T Huguet, IFR40, 18, Chemin de Borde Rouge - Auzéville Tolosane, F-31326 Castanet-Tolosan.

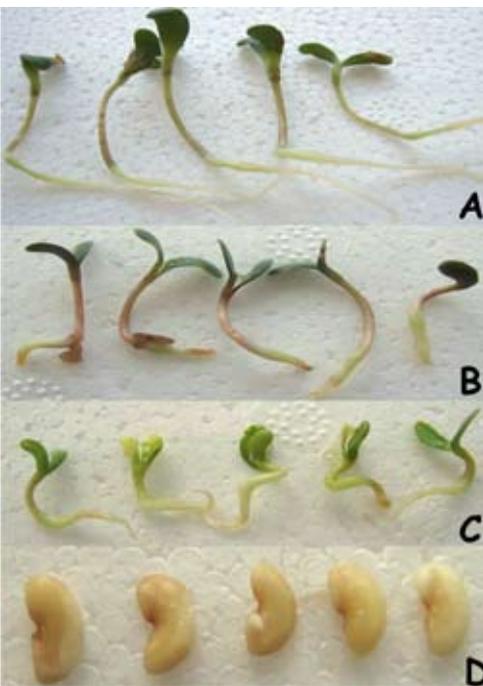
Bibliographie

- Brunel S. 2008. Thèse Ecole doctorale VENAM Angers, Caractérisation écophysologique de différents génotypes de *Medicago truncatula* au cours des phases de germination et de croissance hétérotrophe. Thèse de doctorat de l'Université d'Angers.
- Brunel, B. Teulat-Merah, M.-H. Wagner, T. Huguet, J.M. Prosperi, Dürr C. 2008. Using a model-based framework for analysing genetic diversity during germination and heterotrophic growth of *Medicago truncatula*. *Annals of Botany*, 103: 1103-1117.

Contacts

- Carolyne DÜRR, UMR PMS, ARES, 16 boulevard Lavoisier, 49045 Angers cedex 01 . Mél : Carolyne.Durr@angers.inra.fr.
- Béatrice TEULAT-MERAH, Agrocampus Ouest, Centre d'Angers INHP, 2 rue Le Nôtre, 49045 Angers cedex 01. Mél : beatrice.teulat-merah@agrocampus-ouest.fr





La privation de la jeune plante de la synthèse de glutamate sous hypoxie bloque totalement le processus adaptatif au stress de manque d'oxygène et empêche la germination.

La figure correspond à des photos de jeunes germinations de *Medicago truncatula* après 96h sous divers régimes : (A) normoxie (control), (B) normoxie combinée à 5 mM d'azaserine, un inhibiteur de la synthèse de glutamate par le Glutamate Synthase, (C) hypoxie et (D) hypoxie combinée à 5 mM d'azaserine.

Modulation concertée des métabolismes de l'alanine et du glutamate dans de jeunes plantules de *Medicago truncatula* sous hypoxie.

Contexte

Dans leur phase de croissance post-germinative les végétaux présentent une fragilité accrue aux contraintes du milieu qui menacent une installation réussie de la jeune plantule et la colonisation de la rhizosphère. Les chutes de pluie à ce stade peuvent provoquer des stress d'hypoxie voire d'anoxie temporaires. Dans ce contexte nous étudions la réponse adaptative du métabolisme azoté de jeunes plantules de *Medicago truncatula* à l'hypoxie provoquée par la submersion.

Résultats

La réponse de jeunes plantules de *Medicago truncatula* à un stress hypoxique, étudiée par une approche classique de physiologie moléculaire couplée à un marquage à l'isotope stable ^{15}N a mis en évidence les rôles majeurs joués par deux enzymes mitochondriales Alanine aminotransférase (mAlaAT) et glutamate déshydrogénase (GDH3). Le marquage isotopique ($^{15}\text{NH}_4$) a permis de montrer ici pour la première fois que la modulation concertée des flux d'azote dans les voies de biosynthèse de l'alanine et du glutamate est un événement central dans la réponse adaptative de la jeune plantule à l'hypoxie. Sous hypoxie le flux d'azote nouvellement assimilé

est détourné de la voie de synthèse de l'asparagine vers la voie de synthèse de l'alanine qui devient alors l'acide aminé majeur. Un fait remarquable à noter est qu'à la différence de tous les acides aminés majeurs la synthèse du glutamate mesurée par la formation de ^{15}N -glutamate n'a pas été affectée sous hypoxie et a été effectuée au même taux que chez le contrôle. Ce résultat conforte la théorie de l'existence d'un contrôle cellulaire de l'homéostasie du glutamate. La GDH a montré une régulation complexe sous hypoxie. Alors que l'expression du gène codant cette enzyme a augmentée l'activité de l'enzyme a été inhibée par l'hypoxie. On suggère que le stress carboné provoqué par l'hypoxie (dégradation massive des sucres par la voie de la glycolyse et la fermentation sous hypoxie) a provoqué l'induction de l'expression du gènes comme cela à été déjà observé alors que la protéine enzyme jouerait un rôle anaplérotique après la sortie de stress en dégradant le glutamate pour fournir des squelettes carbonés (a-céto-glutarate) au cycle de Krebs. Ce type de régulation correspond à la théorie selon laquelle les protéines codées par les nombreux gènes induits par les divers stress se répartiraient en deux catégories, certaines remplissent une fonction actuelle de défense contre le stress et certaines sont synthétisées par anticipation en prévision de la sortie de stress. Dans notre travail face au stress hypoxique l'AlaAT ferait partie de la première catégorie et la GDH ferait partie de la deuxième catégorie.

Perspectives

Nous envisageons d'étudier les rôles mis en évidence pour les deux enzymes AlaAT et GDH chez des mutants dépourvus de l'AlaAT.

Partenaire

Professeur Allen GOOD, Université d'Alberta, Canada.

Bibliographie

■ A. M. Limami, G. Glevarec, C. Ricoult, J. B. Cliquet and E. Planchet 2008. Concerted modulation of alanine and glutamate metabolism in young *Medicago truncatula* seedlings under hypoxic stress. *J. Exp. Bot.* 59: 2325-2335.

Contact

■ Anis LIMAMI, Université d'Angers, UMR PMS, UFR Sciences, 2 bd Lavoisier, Bât. F, 49045 Angers cedex 01. Mél : anis.limami@univ-angers.fr.

Revue scientifique à comité de lecture

- Alkhalifoui F., Renard M., Frendo P., Keichinger C., Meyer Y., Gelhaye E., Hirasawa M., Knaff D.B., Ritzenthaler C., Montrichard F. 2008. A novel type of thioredoxin dedicated to symbiosis in legumes. *Plant Physiology*, 148, 424-435.
- Benamar A., Rolletschek H., Borisjuk L., Avelange-Macherel M.H., Currien G., Mostefai A., Andri-antsitohaina R., Macherel D. 2008. Nitrite-nitric oxide control of mitochondrial respiration at the frontier of anoxia. *Biochimica Biophysica Acta*, 1777, 1268-1275.
- Buitink J., Leprince O. 2008. Analyse post-génomique de la tolérance à la dessiccation. *Journal de la Société de Biologie*, 202/3, 213-222.
- Buitink J., Leprince O. 2008. Intracellular glasses and seed survival in the dry state. *C.R. Biologies*, 331, 788-795.
- Colbach N., Dürr C., Gruber S., Lutman P. 2008. Modelling the seed bank evolution and emergence of oilseed rape volunteers for managing co-existence of GM and non-GM varieties. *European Journal of Agronomy*, 28, 19-32.
- Limami A.M., Glevarec G., Ricoult C., Cliquet J.B., Planchet E. 2008. Concerted modulation of alanine and glutamate metabolism in young *Medicago truncatula* seedlings under hypoxic stress. *Journal of Experimental Botany*, 59/9, 2325-2335.
- Moreau-Valancogne P., Coste F., Crozat Y., Dürr C. 2008. Assessing emergence of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed lots in France : Field observations and simulations. *European Journal of Agronomy*, 28, 309-320.

Communications colloques

Communications orales

- Bolingue W., Rosnoblet C., Leprince O., Buitink J. 2008. Mtsnf4b, a subunit of the snrkl complex, regulates defence responses associated with dormancy and quiescence in seeds of *Medicago truncatula*. 9th ISSS Conference on Seed Biology, Olsztyn, Poland, July 6-11.
- Boucher V., Buitink J., Hoekstra F.A., Boudet J., Leprince O. 2008. Inhibition of protein aggregation by MtPM25, a seed-specific and nuclear targeted LEA protein. 9th ISSS Conference on Seed Biology, Olsztyn, Poland, July 6-11.

- Buitink J., Bolingue W., Rosnoblet C., Aubry C., Leprince O. 2008. Functional genomics of stress tolerance of *Medicago truncatula* seeds. IV International Conference on Legume, Genomics and Genetics, Puerto Vallarta, Mexique, December 7-12.
- Buitink J., Bolingue W., Rosnoblet C., Leprince O. 2008. Mtsnf4b, a subunit of the SnRKL complex, regulates constitutive defence responses associated with dormancy and quiescence in seeds of *Medicago truncatula*. Sleeping Beauties Workshop, Berlin, Germany, May 18-20.
- Buitink J., Dickie J., Liu K., Holdsworth M.J., Bassel G. 2008. Introduction to seed databases. 9th ISSS Conference on Seed Biology, Olsztyn, Poland, July 6-11.
- Dias P.M.B., Brunel S., Wagner M.H., Huguet T., Prospéri J.M., Dürr C., Teulat-Merah B. 2008. QTL analyses of traits relevant to seedling establishment in relation to response to temperature in *Medicago truncatula*. 9th ISSS Conference on Seed Biology, Olsztyn, Poland, July 6-11.
- Leprince O., Lin X., Satour P., Hoekstra F.A., Boucher V., Buitink J. 2008. LEA proteins and seed survival in the dry state. Sleeping Beauties Workshop : Dormancy and resistance in harsh environments: Molecular, proteomic and metabolomic aspects, Berlin, Germany, May 18-20.
- Leprince O., Macherel-Avelange M.H., Bolingue W., Buitink J. 2008. Regulatory and metabolic processes in seedlings associated with tolerance to extreme water stress. Gordon Research Conference on salt & Water Stress in Plants, Big Sky, MT, USA, September 7-12.
- Macherel D. 2008. Mitochondria and Life on the edge: learning from seeds. Workshop Sleeping Beauties : Dormancy and resistance in harsh environments: Molecular, proteomic and metabolomic aspects, Berlin, Germany, May 18-20.

Posters

- Alkhalifoui F., Renard M., Frendo P., Keichinger C., Meyer Y., Gelhaye E., Hirasawa M., Knaff D.B., Ritzenthaler C., Montrichard F. 2008. A novel type of thioredoxin dedicated to symbiosis in legumes. Glutathion, Nancy, 26-29 août.

- Benamar A., Rolletschek H., Borisjuk L., Macherel D. 2008. Nitric Oxide (NO) regulation of mitochondrial respiration in seeds. 9th ISSS Conference on Seed Biology, Olsztyn, Poland, July 6-11.
- Boucher V., Buitink J., Hoekstra F.A., Boudet J., Leprince O. 2008. Inhibition of protein aggregation by MtPM25, a seed-specific and nuclear targeted LEA protein. 9th ISSS Conference on Seed Biology, Olsztyn, Poland, July 6-11.
- Brunel S., Teulat-Merah B., Wagner M.H., Huguet T., Prospéri J.M., Dürr C. 2008. Analysis of germination and heterotrophic growth of several genotypes of *Medicago truncatula*. 9th ISSS Conference on Seed Biology, Olsztyn, Poland, July 6-11.
- Demilly D., Brunel S., Wagner M.H., Ducournau S., Dürr C. 2008. Computer vision for phenotyping *Medicago truncatula* from imbibition to germination and early stage of elongation. 9th ISSS Conference on Seed Biology, Olsztyn, Poland, July 6-11.
- Demilly D., Wagner M.H., Brunel S., Ducournau S., Dürr C. 2008. Computer vision for phenotyping seed legume germination from dry state to young seedlings. 9th ISSS Conference on Seed Biology, Olsztyn, Poland, July 6-11.
- Dürr C., Dénoyer N., Peltier E., Leforestier C., Moreau-Valancogne P. 2008. Variability of flax (*Linum usitatissimum*) emergence. Field experiment results and risk assessment of poor emergence by simulation with a crop emergence model. 9th ISSS Conference on Seed Biology, Olsztyn, Poland, July 6-11.
- Raveneau M.P., Coste F., Benamar A., Wagner M.H., Crozat Y., Macherel D. 2008. The impact of Desiccation rate on Pea seed storage ability, germination and energy metabolism. 9th ISSS Conference on Seed Biology, Olsztyn, Poland, July 6-11.
- Renard M., Alkhalifoui F., Montrichard F. 2008. Characterization of thioredoxin H isoforms present in dry and germinating seeds of *Medicago truncatula*. 9th ISSS Conference on Seed Biology, Olsztyn, Poland, July 6-11.
- Satour P., Hoekstra F.A., Ly Vu B., Leprince O., Buitink J. 2008. MTEM6, a group I lea protein, correlates with seed longevity. 9th ISSS Conference on Seed Biology, Olsztyn, Poland, July 6-11.

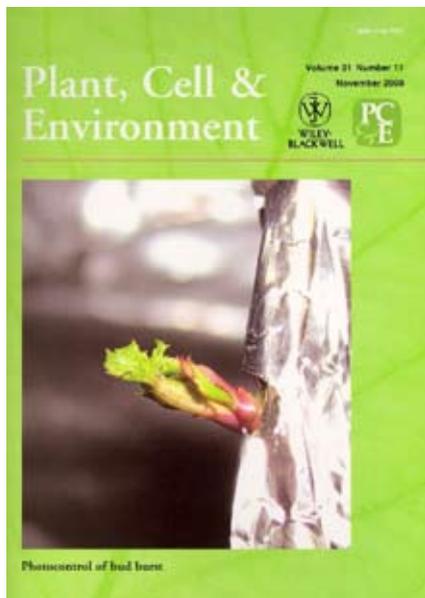
- Vandecasteele C., Teulat-Merah B., Huguet T., Prospéri J.M., Gallardo K., Buitink J. 2008. Genetic analysis of seed longevity in the model legume *Medicago truncatula*. . 9th ISSS Conference on Seed Biology, Olsztyn, Poland, July 6-11.
- Wagner M.H., Buitink J., Demilly D., Ducournau S., Dürr C., Lourdin D., Mannino M. 2008. Grain and seed characteristics are both affected by desiccation conditions after the end of pea seed filling. 9th ISSS Conference on Seed Biology, Olsztyn, Poland, July 6-11.
- Wagner M.H., Gaboriau L., Durand M., Ducournau S., Léchappé J., Dürr C. 2008. Hydrothermal characterisation for modelling purpose. Base temperature and water potential values to predict oilseed rape emergence. 9th ISSS Conference on Seed Biology, Olsztyn, Poland, July 6-11.

Mémoire de thèse

- Brunel S. 2008. Caractérisation éco-physiologique de *Medicago truncatula* et de différents mutants au cours de la phase de germination et de croissance hétérotrophe. Modélisation et simulation de leur levée. Thèse de doctorat de l'Université d'Angers

Mémoires de stage

- Candat A. Master I. Biologie Végétale Intégrative, Université d'Angers. Etude de la variabilité génétique de la protéine mitochondriale LEAM chez le Pois.
- Demay C. Mémoire 5^{ème} année à l'ISA Lille. Etude de l'implantation de deux espèces dédiées aux bioénergies, Switchgrass et *Miscanthus giganteus* : effet de la température, de l'humidité et de quelques caractéristiques du matériel végétal.



Photocontrôle du débourrement chez une plante ornementale, le Rosier.

Contexte

Dans le domaine du végétal d'ornement, une meilleure maîtrise de la forme de la plante est recherchée par la profession. En effet, la forme est un des critères esthétiques majeurs du végétal qui peut susciter ou non l'acte d'achat. D'autre part, la diversification des formes au sein d'une même espèce voire d'une même variété est un moyen d'offrir de nouveaux débouchés commerciaux à des cultures en perte de vitesse sur le marché. C'est ainsi qu'une réflexion est en cours sur la production de potées fleuries d'intérieur à partir d'espèces classiquement destinées au jardin, telles l'hortensia ou les rosiers miniatures. Pour ce faire, la maîtrise de la croissance et de la compacité du végétal est de toute évidence nécessaire. Si de nombreuses solutions ont été apportées par croisements, voire par les biotechnologies, les limites de ces techniques sont souvent atteintes chez de nombreuses espèces. Aujourd'hui, c'est vers la recherche de nouveaux itinéraires techniques de production que se porte la réflexion des horticulteurs. En effet, la croissance d'une plante est fortement dépendante des facteurs de l'environnement sous lesquels elle est cultivée. L'éclairage, la température et l'hygrométrie sont ainsi des facteurs majeurs qui influencent l'élongation des tiges, leur ramification et leur floraison. Chez certaines espèces, les connaissances scientifiques sur l'effet de restriction hydrique ont pu ainsi être appliquées avec succès à l'élaboration d'itinéraires techniques de production aboutissant à des plantes plus compactes (Hortensia en pot), répondant à l'attente des consommateurs (Codarin *et al.*, 2006, travaux de l'UMR Sagah).

Objectif

Le programme de recherche que nous avons entrepris, vise à évaluer l'impact de la lumière sur l'un des processus majeurs de l'élaboration de l'architecture de la plante : le débourrement des bourgeons, et à en étudier les mécanismes de photocontrôle. A terme, la modification des conditions d'éclairage à des stades précis du développement des plantes devrait permettre de produire des végétaux de formes variées. De plus, l'identification des voies de signalisation et de contrôle de la lumière dans le débourrement pourra contribuer à la sélection ou à la manipulation de génotypes cultivés.

Ce travail a débuté avec la thèse de Tiffanie Girault, financée par une bourse MNERT et qui sera soutenue le 23 juin 2009.

Résultats

Les expériences menées chez le rosier (*Rosa sp.*) ont montré un besoin absolu des bourgeons basaux, en lumière pour produire un débourrement. Chez d'autres plantes comme *Arabidopsis*, la tomate, le peuplier, un tel photocontrôle n'est pas observé (fig. 1), ce qui suggère, comme pour la germination des semences, l'existence de deux groupes de plantes : des plantes photosensibles et des plantes indifférentes à l'éclairage lors du débourrement.

Des expériences de masquage des organes ont démontré dans notre modèle d'étude (plante décapitée) que le bourgeon lui-même était l'organe récepteur de la lumière utile au débourrement (couverture du journal *Plant, Cell & Environment* 31, 2008) et que c'est donc en son sein, qu'il fallait rechercher les premiers événements de la chaîne de transduction du signal lumineux.

L'application de spectres de raies particuliers a révélé que la lumière bleue seule, de même que la lumière rouge claire seule induisaient le débourrement, en autorisant l'initiation et le développement des pièces foliaires hors des écailles. Le rouge sombre est au contraire inhibiteur. L'analyse biochimique et moléculaire de certains processus physiologiques candidats a précisé que le photocontrôle agissait sur le métabolisme des sucres. La lumière en stimulant la mobilisation et la dégradation du saccharose, offre une source d'énergie et de précurseurs pariétaux au développement qui accompagne le débourrement. Au contraire, à l'obscurité, l'expansion pariétale est verrouillée, par l'inhibition de l'expression de gènes participant à la relaxation des parois, empêchant ainsi le débournement.

Perspectives

Les recherches s'orientent désormais vers l'identification des acteurs amont de la voie de signalisation de la lumière depuis les écailles réceptrices jusqu'aux processus physiologiques de croissance (métabolisme glucidique, croissance cellulaire etc.). L'impact de la lumière (qualité, intensité) sur l'élaboration de l'architecture d'une plante entière est en cours d'évaluation.

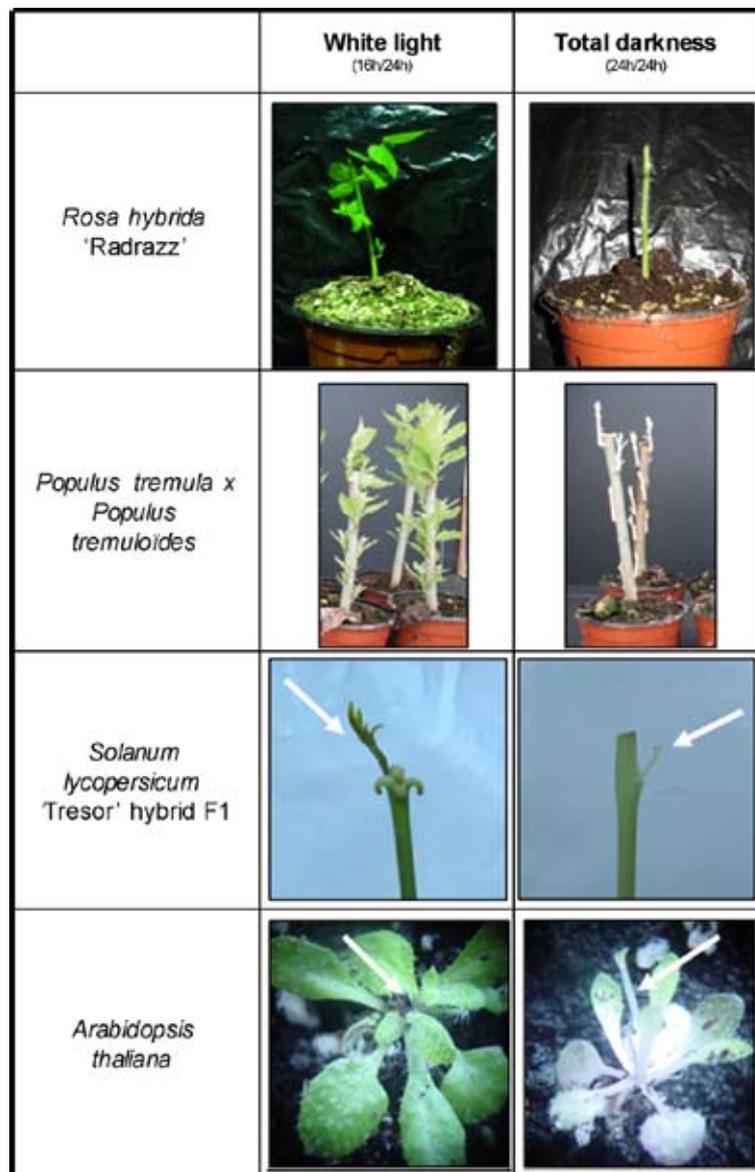
Bibliographie

■ Girault T., Bergougnoux V., Combes D., Vieumont J.D., Leduc N. 2008. Light controls shoot meristem organogenic activity and leaf primordia growth during bud burst in *Rosa* sp. *Plant, Cell and Environment*, 31: 1534-1544.

Contacts

■ Nathalie LEDUC, Université d'Angers, UMR Sagah, 42 rue Georges Morel, BP 60057, 49071 Angers cedex 01. Mél: Nathalie.Leduc@univ-angers.fr

■ Soulayman SAKR, Agrocampus Ouest, Centre d'Angers INHP, UMR Sagah, 2 rue Le Nôtre, 49045 Angers cedex 01. Mél : soulaiman.sakr@agrocampus-ouest.fr





Publications

Revue scientifique à comité de lecture

- Demotes S., Boumaza R., Meyer S., Cerovic Z.G. 2008. Indicators of nitrogen status for ornamental woody plants based on optical measurements of leaf polyphenols and chlorophyll contents. *Scientia Horticulturae*, 115(4): 377-385.
- Decourteix M., Alves G., Bonhomme M., Peuch M., Ben Baaziz K., Brunel N., Guilliot A., Rageau R., Améglia T., Pétel G., Sakr S. 2008. Sucrose (JrSUT1) and Hexoses (JrHT1 and 2) transporters in walnut xylem parenchyma cells: their potential role in early events of growth resumption. *Tree Physiology*, 28, 215-224.
- Galopin G., Codarin S., Viemont J.D., Morel P. 2008. Architectural development of inflorescence in *Hydrangea macrophylla* cv. Hermann Dienemann. *HortScience*, 43(2): 361-365.
- Girault T., Bergougnoux V., Combes D., Viemont J.D., Leduc N. 2008. Light controls shoot meristem organogenic activity and leaf primordia growth during bud burst in *Rosa* sp. *Plant, Cell and Environment*, 31: 1534-1544.

Autres revues scientifiques

- Michel J.C., Naasz R., Charpentier S., Caron J., Morel P., Rivière L.M. 2008. Water repellency of organic growing media and its consequences on their hydraulic properties. *Acta Horticulturae*,

779: 121-130.

- Morel P., Guillemain G., Michel J.C. 2008. Temperature and salinity effects on measurements of growing media moisture content carried out with TDR and capacitance probes. *Acta Horticulturae*, 779: 393-400.
- Rivière L.M., Morel P., Michel J.C., Charpentier S. 2008. Growing Media in French Horticulture. *Acta Horticulturae*, 779: 33-38.

Communications colloques

Communications orales

- Boumaza R., Guérin V., Demotes-Mainard S., Favre P., Galopin G., Gentilhomme J., Guéritaine G., Huché-Thélier L., Leduc N., Morel P., Sakr S., Travier S., Viemont J.D. 2008. Forme des végétaux d'ornement, variabilité et approche de modélisation. Journées du Groupe National Rose. 10-11 juin, Poitiers, p 7-8.
- Girault T., Bergougnoux V., Combes D., Viemont J.D., Leduc N. 2008. Light control of bud burst in *Rosa* sp. : impact on shoot meristem activity and leaf primordia growth. 25th Annual Missouri Plant Bio Symposium : Plant Photobiology Symposium on 23-31 May, Columbia, Missouri USA.
- Guérin V., Boumaza R., Andrieu B., Demotes-Mainard S., Favre P., Fournier C., Galopin G., Gentilhomme J., Guéritaine G., Huché-Thélier L., Leduc N., Morel P., Sakr S., Travier S., Viemont J.D. 2008. Vers un rosier virtuel en 3D

pour intégrer les interactions plante-environnement-génotype dans la mise en place de l'architecture. Journées Plantes et Peuplements Virtuels. 27-28 mars Lyon, p 42-43.

- Huche-Thélier L., Canet A., Boumaza R., Symoneaux R., Demotes Mainard S., Guérin V. 2008. Effets d'une diète azotée sur les bourgeons axillaires et sur la qualité esthétique du rosier. Journées du groupe national ROSE, Poitiers, 10 juin.
- Morel P., Galopin G., Donès N. 2008. Comparison of two shrub rose genotypes using architectural. ISHS Woody Ornamentals of the Temperate Zone. Prague.

Posters

- Demotes-Mainard S., Boumaza R., Meyer S., Cerovic Z.G. 2008. Indicators of nitrogen status for ornamental woody plants. In Book of abstracts, First Symposium on Horticulture in Europe, 17-20 February 2008, Vienna, Austria, Eds. P. Inglese, G. Bedlan, RepaCopy, Vienna. 133-134.

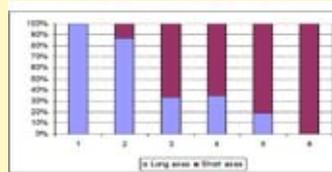
Mémoires de stage

- Perrin B. 2008. Influence de 2 niveaux de rayonnement photo-synthétique actif sur l'architecture aérienne de *Rosa hybrida* à différentes phases de développement. Master.
- Le Coz E. 2008. Détermination des exigences qualité de la filière du rosier. Mémoire intermédiaire d'ingénieur en apprentissage. ESA Angers.

Rubrique libre

Peut-on comparer deux génotypes de rosier buisson par l'analyse architecturale ?

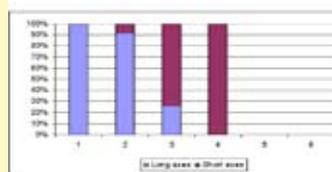
Deux génotypes de rosier ont été étudiés, *Rosa hybrida*, 'Radrazz' (Knock-Out®), de port plutôt érigé, et 'Meiratcan' (Lovely Meiland®), plutôt couvre-sol. Chez ces deux génotypes, on retrouve des similitudes architecturales, en particulier i) des axes florifères de deux types très différenciés, longs et courts, ii) une proportion de ces types d'axes variant de 100% d'axes longs à l'ordre 1 à 100% d'axes courts au dernier ordre de ramification, iii) un profil de leur composantes morphologiques comparable, de la base à leur extrémité. Cependant, ces deux génotypes présentent une très nette différenciation, portant sur i) le nombre d'ordres et d'axes, nettement supérieur pour le génotype Knock-Out®, ii) la longueur des axes et le nombre de métamères qui les composent, très supérieurs pour le génotype Lovely Meiland®. L'analyse architecturale proposée permet donc bien de quantifier les composantes majeures de la forme d'une plante buissonnante comme le rosier; elle constitue par conséquent un outil réellement efficace pour évaluer objectivement cette forme.



Knock Out®



Proportion relative d'axes longs et courts en fonction de l'ordre de ramification chez les deux génotypes Knock Out® et Lovely Meiland®



Lovely Meiland®



Contacts

Gilles GALOPIN - Mél : gilles.galopin@agrocampus-ouest.fr
Philippe MOREL - Mél : philippe.morel@angers.inra.fr
Nicolas DONES - Mél : nicolas.dones@clermont.inra.fr

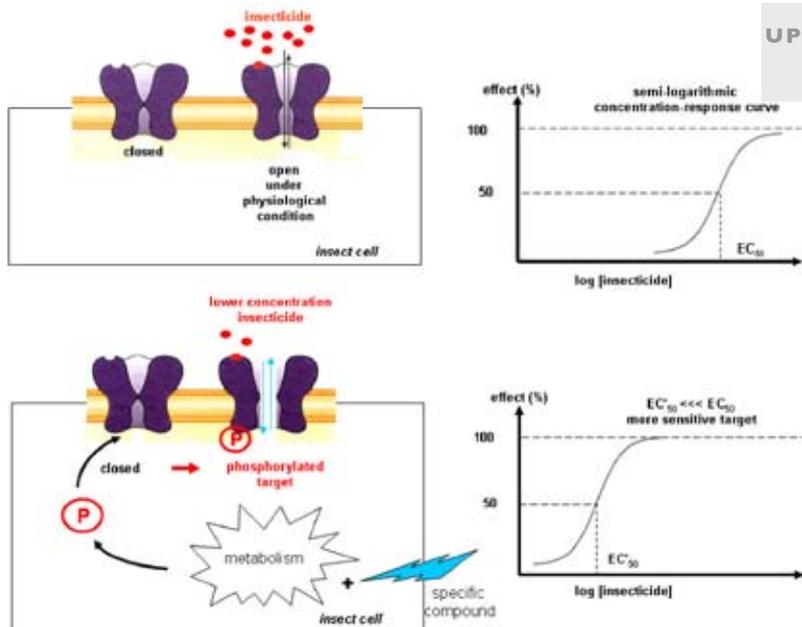
Le projet scientifique de l'unité concerne l'effet de l'environnement climatique, avec en particulier la lumière, sur l'élaboration de l'architecture d'un buisson ornemental, le rosier. Ce projet monte en puissance avec :

- La parution d'une première publication internationale dans *Plant Cell and Environment* concernant le photocontrôle du débournement du bourgeon de rosier.
- L'arrivée de deux doctorants :

Julien Le Gall sur l'effet de la quantité de lumière sur l'architecture de la plante de rosier ;

Amélie Rabot sur l'effet signal des sucres sur le débournement des bourgeons de rosier à la lumière.

- L'acquisition d'une deuxième armoire de culture pour les expérimentations concernant la qualité de la lumière.
- La définition et l'obtention de trois postes : Professeur à l'Université, Chargé de Recherche et Appui technique à l'INRA. Leurs recrutements s'effectueront en 2009.



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

Augmenter l'efficacité des insecticides tout en réduisant les doses utilisées : du rêve à la réalité !

Objectif

Proposer une stratégie de lutte contre les insectes ravageurs basée sur la modulation du métabolisme intracellulaire impliqué dans la régulation des cibles membranaires aux insecticides pour augmenter leurs sensibilités tout en réduisant les doses d'insecticides utilisées.

Contexte

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

Résultats

Cette année, Les études électro-pharmacologiques réalisées au sein du laboratoire ont permis de mettre en évidence que les cibles neuronales des insectes sont régulées par des mécanismes intracellulaires de phosphorylation (protéines kinases de type PKA, PKC, CamKinase II) et/ou déphosphorylation (protéines phosphatases de

type PPIA, calcineurine). Ces voies de signalisations spécifiques, une fois activées, induisent des changements de conformations de la cible. Ces modifications fonctionnelles favorisent une meilleure interaction molécule-cible responsable de l'augmentation de l'efficacité d'un insecticide donné d'un facteur 100, tout en réduisant les doses utilisées. Cette caractéristique physiologique originale nous permet de proposer une stratégie d'utilisation basée sur un procédé de formulation type micro-encapsulation contenant un co-additif correspondant à un composé connu pour activer spécifiquement une voie de signalisation intracellulaire spécifique ajouté à la substance active d'un insecticide donné.

Perspectives

En partenariat avec Arkema (site de production de Lacq) et NPP (Pau) des essais sur le terrain contre des insectes ravageurs sont programmés pour déterminer exactement les conditions d'utilisation des microcapsules contenant les composés. Les impacts d'une telle étude sont multiples : 1) économiques par la commercialisation de microcapsules contenant le co-additif et la substance active (nouveau mode d'application), 2) en santé publique et environnementale car ce mode d'application de la substance active de l'insecticide à faible dose permet d'obtenir plus de confort et de sécurité pour le manipulateur (pas de contact avec la matière active pendant les phases de manipulation, réduction importante des problèmes d'irritation, plus grand respect de l'environnement). Enfin cette stratégie d'application permet d'obtenir une efficacité optimum.

Valorisation

Contrat coopération recherche avec Arkema.
Contrat coopération recherche avec NPP (en négociation).
Recrutement d'un chercheur post-doctoral financé par Arkema.

Partenaires

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

Contact

■ Bruno LAPIED, RCIM, UFR Sciences, Université d'Angers, 2 bd Lavoisier, 49045 Angers cedex 01. Mél : bruno.lapied@univ-angers.fr

Revue scientifique à comité de lecture

- Es-Salah Z, Lapied B, Le Goff G, Hamon A. 2008. RNA editing regulates insect gamma-aminobutyric acid receptor function and insecticide sensitivity. *Neuroreport*. 2008 Jun 1;19(9):939-943.
- Gautier H., Auger J., Legros Ch. & Lapied B. 2008. Calcium-activated potassium channels in insect pacemaker neurons as unexpected target site for the novel fumigant dimethyl disulfide. *J. Pharmacol. Exp. Ther.*, 324, 149-159.
- Pennetier C., Costantini C., Corbel V, Licciardi S, Dabiré RK, Lapied B, Chandre F, Hougard J.M. 2008. Mixture for controlling insecticide-resistant malaria vectors. *Emerg Infect Dis*. 2008 Nov.14(11):1707-1714.
- Thany SH, Courjaret R, Lapied B. 2008. Effect of calcium on nicotine-induced current expressed by an atypical alpha-bungarotoxin-insensitive nAChR2. *Neurosci Lett*. 2008 Jun 27;438(3):317-21.

Chapitres d'ouvrages

- Bodereau B., Tricoire-Leignel H., Lapied B. & Thany S.H. 2008. Toxines et identification des sous-types de récepteurs nicotiques neuronaux d'insectes. In *Toxines et Fonctions Cholinergiques Neuronales*, Editions de la SFET, pp. 55-61.
- Huignard J., Lapied B., Dugravot S., Magnin-Robert M. & Ketoh G. 2008. Modes d'actions neurotoxiques des dérivés soufrés et de certaines huiles essentielles et risques liés à leur utilisation. In « *Biopesticides d'origine végétale* », Regnault-Roger C., Philogène BJR, Vincent Ch. (eds), Collection TEC & DOC Lavoisier, Paris, pp. 219-230.

Communications colloques

- Defaix C., Legros Ch., Pennetier C., Corbel V., Hougard J.M. & Lapied B. 2008. Fully differentiated isolated anopheline mosquito neurons : a new biological model to study the mode of action of repellents and insecticides 6th FENS meeting, 12-16 juillet, Genève, Suisse.

- Es-Salah Z., Tricoire-Leignel H., Le Goff G., Lapied B. & Hamon A. 2008. Modulation of insect ionotropic GABA receptor function and fipronil sensitivity by RNA editing and PKC phosphorylation. 6th FENS meeting, 12-16 juillet, Genève, Suisse.

- Lapied B. 2008. How plant secondary compounds affect insect «health»? Workshop on plant-insect relationship Max Planck Institute for Chemical Ecology, 15 septembre, Jena, Allemagne.
- Lapied B. 2008. Le modèle insecte : une plateforme technologique à lui tout seul pour étudier le mode d'action des pesticides SEM Régionales des Pays de la Loire, Bioanalyse et évaluation de produits en santé, agroalimentaire et environnement, 29 mai, Nantes.

- Lapied B. 2008. Réduire la dépendance de notre agriculture aux pesticides : rêve ou réalité ? SIVAL, Angers France, 16-18 janvier.

- Lapied B., Stankiewicz M., Pennetier C., Fournier D., Hougard J.M. & Corbel V. 2008. Unexpected neurotoxic effects of the repellent DEET occur through an inhibition of acetylcholinesterase activity in the insect central nervous system 6th FENS meeting, 12-16 juillet, Genève, Suisse.

- Pennetier C., Costantini C., Chabi J., Dabiré R.K., Corbel V., Lapied B., Pagès F. & Hougard J.M. 2008. Combining organophosphates and repellents on fabrics: a promising strategy to better control pyrethroid resistant mosquitoes 57th ASTMH meeting, 7-11 décembre, New Orleans, USA.

- Touinsi S., Motte E. & Thany S. 2008. Clothianidin actions on *Periplaneta americana* neuronal nicotinic acetylcholine receptors. Colloque de Neurobiologie des Invertébrés, 25-29 mai, Toulouse.

- Tricoire-Leignel H., Bodereau B., Bouabid S., Quinchard S., Thany S.H. & Lapied B. 2008. Coexpression of Two nAChR Subunits in a Single Cockroach Neuron: Molecular Characterization and Functional Properties. Nicotinic Acetylcholine Receptors 2008 Wellcome Trust Conference, 23-26 avril, Cambridge, UK.

Mémoire de thèse

- Es-Salah Z. Thèse de Doctorat en Sciences, soutenance le 10 décembre 2008, Université d'Angers. Analyse électrophysiologique, pharmacologique et moléculaire de facteurs modulant les effets d'un insecticide, le fipronil, sur des récepteurs GABAergiques d'insectes. Directeur de thèse: A. Hamon.

Mémoires de stage

- Bouabid S. Master 1^{ère} année mention Environnement Ecologie, Université d'Angers. Caractérisation des exons épissés de la sous-unité alpha4 sur l'ADN génomique de la blatte *Periplaneta americana*.

- Cheve M. Master 1^{ère} année mention Environnement Ecologie, Université d'Angers. Identification de la séquence du transcrite complet du canal sodium dépendant du potentiel dans la chaîne nerveuse de *Periplaneta americana*.

- N'Guyen An Phu Tran. Master 1^{ère} année Sciences, Technologies et Organisation de la Santé, Université d'Angers. Contribution à l'étude des canaux sodium du système nerveux central: approche par la biologie moléculaire.

- Motte E. Master 1^{ère} année Neurosciences. Université Bordeaux 2-Victor Ségalen. Effets des néonicotinoïdes sur la transmission synaptique cholinergique de la blatte *Periplaneta americana*.

- S. Touinsi. Master 1^{ère} année mention Environnement Ecologie, Université d'Angers. Effets des néonicotinoïdes sur l'activité motrice de la blatte *Periplaneta americana*.

Rubrique libre



Bien connu des « occidentaux », tant sur un plan gustatif que nutritionnel, pour sa « noix de cajou », l'*Anacardium occidentale* représente également en Afrique une plante médicinale d'importance, traditionnellement utilisée dans le traitement du diabète et de l'hypertension. Dans le cadre d'une collaboration internationale quadripartite - Department of Animal Biology and Physiology (Université de Yaoundé, Cameroun), Natural Health Products and Metabolic Diseases (Faculté de Médecine-Université de Montréal, Canada), unité INSERM-CNRS

« Biologie Neurovasculaire Intégrée » (Université d'Angers) et équipe SONAS de l'IFR 149— nous avons entrepris le fractionnement biologique d'extraits bruts de feuilles d'*A. occidentale*. Certaines fractions des extraits par l'acétate d'éthyle et le méthanol qui diminuent significativement l'indice glycémique induit par le dysfonctionnement endothélial font ainsi l'objet d'études visant à caractériser, dans l'optique de développements thérapeutiques ultérieurs, les principes actifs et leurs cibles biologiques. Les premiers résultats des études réalisées à Angers, avec le soutien de l'Agence Universitaire Francophone (stage postdoctoral du Dr Leonard Tedong) seront prochainement présentés au 57^{ème} Congrès International de la « Society for Medicinal Plant and Natural Product Research » (Genève, 16-20 août 2009)

En termes de développement méthodologique, nous poursuivons par ailleurs, en collaboration étroite avec l'équipe « Physicochimie et Dispositifs pour l'Analyse » de l'UMR du CNRS CIMA (Angers), le développement d'une technique innovante de spectrométrie de masse applicable à l'analyse métabolomique des productions végétales [ANR (programme blanc) DIAMS et AOR (pari scientifique)]. Par le biais de monocouches auto-assemblées, cette technique autorise l'ionisation moléculaire, sous impulsion laser, sans aucune matrice, contrairement au MALDI-TOF « classique » et les premiers résultats obtenus à partir de dérivés du métabolisme secondaire des végétaux sont particulièrement encourageants (cf. publications)

Du 2 au 4 juillet 2008, le SONAS a accueilli, avec le soutien de l'Université d'Angers et des Collectivités Territoriales, les 44^{èmes} Rencontres internationales de Chimie Thérapeutique. Organisées, dans un contexte local fort, sur le thème général « Interfacing Chemical Biology, Natural Products and Drug Discovery », ces journées ont rassemblé plus de 450 participants.



L'«International Foundation for Science» (IFS : www.ifs.se) est une ONG dont le but, dans les pays en développement, est d'aider de jeunes scientifiques, identifiés comme potentiels futurs « leaders » de la recherche nationale, à développer leur projet personnel. Les recherches en Pharmacognosie/Phytochimie sont d'une grande importance pour ces pays si l'on estime que plus de 60% de la population mondiale ne peut se soigner que par l'usage des plantes. A la suite d'une réunion organisée à Cape Town (Afrique du Sud), dans le cadre du « World Congress on Aromatic and Medicinal Plants » (9-14 novembre 2008), l'IFS a sollicité le SONAS pour recevoir à Angers, en avril 2009, le comité international d'experts -une douzaine de représentants d'Afrique, d'Amérique du Sud, d'Asie du Sud-Est et d'Europe- qui attribuera sur dossiers les futurs subventions relatives à ce domaine scientifique

Contact

Pascal RICHOMME, Laboratoire des Substances d'Origines Naturelles et Analogues Structuraux (SONAS), Université d'Angers, 16 Boulevard Daviers 49045 Angers cedex 01.

Mél : pascal.richomme@univ-angers.fr

Revue scientifique à comité de lecture

- Baameur L., Ourari A., Khan M.A., Bouet G. 2008. Is the electroanalytic epoxidation of stilbene isomers using Manganese (III) tetradentate Schiff bases complexes stereoselective? *Electrochem. Comm.*, 10, 1736-1739.
- Belaïd S., Landreau A., Djebbar S., Benali-Baïtich O., Bouet G., Bouchara J.P. 2008. Synthesis, characterization and antifungal activity of a series of manganese(II) and copper(II) complexes with ligands derived from reduced N,N'-o-Phenylenebis(Salicylideneimin). *J. Inorg. Biochem.*, 102(1), 63-69.
- Bouet G. 2008. From chemistry to biology : Furanic complexes as samples. *Pak. J. Scient. Indust. Research*, 51(2), 111-118.
- Chevreuil F., Landreau A., Seraphin D., Larcher G., Bouchara J.-P., Richomme P. 2008. Synthesis of new 1-[2-Azido-2-(2,4-dichlorophenyl)ethyl]-1H-imidazoles and in vitro evaluation of their antifungal activity. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, 23(5), 617-622.

- Djedouani A., Boufas S., Allain M., Bouet G., Khan M.A. Zwitterionic 6-methyl-2-oxo-3-[1-(ureidoimino)ethyl]-2H-pyran-4-olate monohydrate. *Acta Cryst. E*, E64, o1785.
- Hay A.-E., Merza J., Landreau A., Litaudon M., Pagniez F., Le Pape P., Richomme P. 2008. Antileishmanial polyphenols from *Garcinia vieillardii*. *Fitoterapia*, 79, 42-46.
- Ourari A., Ouari K., Khan M.A., Bouet G. 2008. Dioxygen activation with a Cytochrome P450 model. Characterization and electrochemical study of new unsymmetrical tetradentate Schiff base complexes with iron(III) and cobalt(II). *J. Coord. Chem.*, 61(23), 3846-3859.
- Ropi Mukhtar M., Hamid A., Hadi A., Rondeau D., Richomme P., Litaudon M., Rais Mustafa M., Awang K. 2008. New proaporphines from the bark of *Phoebe scortechinii*. *Natural Products Research*, 22(11), 921-26.
- Terbouche A., Djebbar S., Benali-Baïtich O., Bouet G., Khan M.A. 2008. Stability and molecular modeling of cobalt(II) and nickel(II) with a polydentate Schiff base. *Revue Roumaine de Chimie*, 53(2), 101-106.

Communications colloques

- Bounichou M. *et al.* 2008. Desorption/Ionization on self-assembled monolayer surfaces (DIAMS): a new matrix-free laser desorption/ionization promising for the analysis of vegetal extracts. *Planta Med.*, 74, 9, 1093.
- Coulon L. *et al.* Identification of New Advanced Glycation End Products Inhibitors: Development of a 96-Well Plate Screening. World Congress on Medicinal and Aromatic Plants, Cape Town, South Africa, 9-14 November 2008.
- Pinel B. *et al.* 2008. Purification hemisynthesis of xanthatin derivatives and in vitro evaluation of their activity towards farnesyltransferase (PFTase). *Planta Med.*, 74, 9, 1155.

Mémoires de thèse

- Colin M. 2008. De la pomme à la pomme transformée : Impact du processus sur les composés d'intérêt nutritionnel. (Directeur : P. Richomme). Thèse de doctorat de l'Université d'Angers
- Lemoigne M. 2008. Recherche de mesures innovantes pour suivre la qualité du raisin de cabernet pendant sa maturation. (Directeur : D. Séraphin). Thèse de doctorat de l'Université d'Angers



Travaux au vignoble, à Chinon

Effets de longue durée d'apports annuels de matières organiques sur le sol, la vigne, le raisin et le vin.

Contexte

L'effet de différents apports en matière organique sur le sol, la vigne et le vin a été étudié sur une longue durée (30 ans) dans un essai situé à Chinon (37-France).

En raison du développement d'une viticulture raisonnée (protection des sols et de l'environnement, qualité organoleptique et hygiénique du vin) et de l'essor de l'agriculture biologique, la composante organique du sol prend une importance grandissante, en raison de ses multiples effets potentiels sur le sol, la vigne et le vin. Dans le contexte du réchauffement climatique, la séquestration du carbone dans le sol devient un processus de premier plan. La littérature scientifique souligne généralement une influence positive de la matière organique sur les propriétés physico-chimiques (structure, cohésion, perméabilité, rétention en eau, capacité d'échange cationique, teneurs en éléments fertilisants, ...) et la vie microbologique du sol. Mais les connaissances relatives aux effets de la matière organique sur la chaîne du terroir (sol / vigne / vin) sont bien plus rares. Nous savons également que la modification des équilibres organiques d'un sol est un processus lent, tout comme, on peut le supposer, les effets dérivés sur la vigne et le vin. Il y a donc besoin d'essais de longue durée pour étudier ces divers phénomènes. Anticipant cette situation, un essai longue durée a été mis en place dès 1976 au

Domaine expérimental viticole de Chinon. Les objectifs étaient multiples :

- Etudier l'évolution pluri-annuelle du taux de matière organique d'un sol sableux calcique soumis à divers produits organiques (sarments, fumier de bovins, compost de champignonnière, appliqués à différentes doses et comparés à un témoin non amendé),
- Etudier les effets de la matière organique sur les principales propriétés du sol,
- Etudier l'effet de la matière organique et de l'azote minéralisable sur les principales composantes de la production viticole en quantité et en qualité (raisin et vin).

Résultats

Sur une période de près de 30 ans, les apports de matière organique à une dose d'entretien calculée pour équilibrer les pertes annuelles du sol par minéralisation lente, ont permis de maintenir la teneur de départ tandis que les doses doubles l'augmentaient significativement. Toutefois, un fort amortissement de cette augmentation s'est installé à partir des années 2000, laissant supposer un mécanisme de saturation du phénomène de séquestration. Le taux de matière organique dans le témoin a décru lentement sur toute la période. Les doses d'entretien n'ont pas eu d'effets significatifs sur la vigne, le raisin et le vin. Une tendance positive a même été enregistrée pour le sarment broyé. Par contre, les apports de fumier ou de compost à dose double sont à déconseiller, car néfastes pour la vigne, la qualité de la vendange et les caractéristiques du vin. Ils entraînent pourtant la biomasse microbienne du sol la plus forte. La pratique du broyage annuel du bois de taille, sous réserve d'un bon état sanitaire des ceps, se révèle une excellente pratique agronomique pour entretenir le taux en matière organique du sol, sans conséquences défavorables sur la vigne, la qualité des vendanges et des vins. Dans les conditions de cet essai, bien qu'ayant la teneur en matière organique du sol la plus faible, le témoin induit un poids de bois de taille, un rendement et une qualité des baies et des vins parmi les plus satisfaisants. Les résultats de cet essai indiquent que seules les propriétés physico-chimiques de l'horizon de surface (0-30cm) ont été significativement modifiées par les apports. Ils montrent aussi qu'il n'est pas souhaitable de vouloir augmenter à tout prix le taux de matière organique d'un sol viticole sableux et qu'il est illusoire de penser que l'on peut obtenir cette augmentation en un nombre restreint d'années.

Perspectives

La vigne plantée en 1976 a été arrachée en 2004. Une nouvelle plantation a été réalisée en 2005 afin d'étudier la réaction d'une jeune vigne à des taux de matière organique variant de 1% à 2,7% dans un même type de sol sableux. De même, dans cette deuxième phase, l'interaction type de matière organique x dose x type de porte-greffe sera abordée.

Valorisation

Apport de connaissances de base dans un domaine très peu étudié en viticulture représentant un large champ d'investigation. Résultats permettant d'éclairer les choix des viticulteurs sur les doses et les types de matériaux organiques à utiliser dans un sol sableux, avec les conséquences sur la pérennité de la vigne, la composition des baies et les caractéristiques sensorielles du vin.

Partenaires

Cet essai de très longue durée a pu être conduit grâce à la collaboration constante de l'équipe de l'Antenne Expérimentale Viticole de Chinon dépendant du Lycée agricole de Tours-Fondettes (37) dirigée par J.C. Gravier ; de l'équipe technique du Domaine expérimental viticole Montreuil-Bellay, de l'UEVV et d'autres agents de l'UEVV. Une collaboration fructueuse

s'est instaurée également avec l'Unité de Microbiologie du sol INRA de Dijon et, au sein de l'UMT Vinitera, avec le Laboratoire Grappe de l'Ecole Supérieure d'Agriculture d'Angers.

Bibliographie

- Morlat R., and R. Chaussod, 2008. Long-Term Additions of Organic Amendments in a Loire Valley Vineyard. I. Effects on Properties of a Calcareous Sandy Soil. *Am. J. Enol. Vitic.* 59: 353-363.
- Morlat R. 2008. Long-Term Additions of Organic Amendments in a Loire Valley Vineyard on a Calcareous Sandy Soil. II. Effects on Root System, Growth, Grape Yield, and Foliar Nutrient Status of a Cabernet franc Vine. *Am. J. Enol. Vitic.* 59: 364-374.
- Morlat R., and R. Symoneaux, 2008. Long-Term Additions of Organic Amendments in a Loire Valley Vineyard on a Calcareous Sandy Soil. III. Effects on Fruit Composition and Chemical and Sensory Characteristics of Cabernet franc Wine. *Am. J. Enol. Vitic.* 59: 375-386.

Contact

- René MORLAT, U.E.V.V., UMT Vinitera, INRA Angers, BP 60057, 42 rue G. Morel, 49071, Beaucozéd cedex. Mél : Rene.Morlat@angers.inra.fr



Synthèse des connaissances sur le potentiel phénolique du Cabernet franc.

Le potentiel phénolique du Cabernet Franc. Synthèse de huit années d'expérimentation.

Contexte

Contrat de plan Etat - Région pays de Loire 2000-2007 « qualité et typicité des produits ». Ce travail initié en 1999 par une équipe qui relevait du département CEPIA a été poursuivi au sein du département SAD à partir de 2005 et dans le cadre de l'UMT Vinitera à partir de 2006.

Résultats

Une brochure de 56 pages faisant la synthèse des connaissances sur le potentiel phénolique du cabernet franc est proposée aux professionnels de la filière, enseignants et étudiants, techniciens, conseillers en œnologie et vigneron. Cette brochure, abondamment illustrée, se veut didactique et pratique. Elle essaie de traiter la question complexe des composés phénoliques des raisins et des vins sous la forme de 8 questions :

- Qu'est-ce que la maturité phénolique ?
- Quelles sont les teneurs en composés phénoliques de la baie ?
- Les tanins des pépins sont-ils différents des tanins des pellicules ?
- Où sont situés les tanins et les anthocyanes ?
- Comment évoluent les tanins et les anthocyanes au cours du développement de la baie ?
- Les tanins sont-ils facilement extractibles ?
- Quelles sont les relations entre le « terroir » et la composition en composés phénoliques ?
- Quels sont les outils de mesure de la maturité phénolique ?

Perspectives

Il s'agit d'un état des connaissances qui doit aider les acteurs de la filière à mieux comprendre les processus impliqués dans la qualité et la typicité de leurs vins. Cependant un certain nombre de questions restent en suspens :

- Quels sont les déterminants de l'extractibilité de ces composés ?
- Existe-t-il des indicateurs pertinents de leur évolution ?
- Quelles sont les relations entre l'évolution des tanins condensés et l'évolution des parois cellulaires ?

Ces questions sont actuellement traitées dans le cadre de l'UMT Vinitera (ESA-Laboratoire Grappe et INRA-UE 1117).

Les perspectives sont :

- à court terme, la détermination de l'influence de la date de vendange sur la composition de la baie, à travers la relation entre évolution des composés phénoliques et niveau de maturation du raisin.
- à moyen terme, le développement d'outils d'évaluation de la maturité phénolique, non destructibles et directement utilisables à la parcelle. Les outils les plus prometteurs pourraient combiner des mesures de compression avec des méthodes multispectrales.

Partenaires

Une partie de ce travail a trouvé comme appui un réseau de parcelles pilotes, géré par N. Bottois, mis à disposition par Interloire dans notre Unité.

M.T. Miñana Castelló a développé des méthodes permettant d'étudier les baies par l'observation des pellicules et des pépins.

Dr. M. Chevalier, enseignant chercheur à l'Université d'Angers, responsable du laboratoire de cytologie et d'histologie INRA d'Angers et Dr. M. Moutounet, DR INRA spécialiste des polyphénols, ont apporté chacun leur expertise scientifique.

Gérard Barbeau, Directeur de l'UEVV, a initié et coordonné ce travail de recherche.

UMR SPO, Centre INRA Montpellier ; UMR GenHort, Centre INRA Angers-Nantes.

Bibliographie

■ Cadot Y., Minana Castello M.T., Chevalier M., Moutounet M. 2008. Le potentiel phénolique du Cabernet franc : synthèse de 8 années d'expérimentations. Editeur INRA Angers. 56 pages. Disponible gratuitement sur demande et sur le site : www.techniloire.com

Contact

■ Yves CADOT, U.E.V.V., UMT Vinitera, INRA Angers, BP 60057, 42 rue G. Morel, 49071, Beaucaouzé cedex. Mél : Yves.Cadot@angers.inra.fr



Approche de la qualification des vins en relation avec les pratiques mises en œuvre sur des terroirs caractérisés.

Contexte

Les vins français sont de plus en plus concurrencés sur les marchés internationaux. L'enjeu est de caractériser le lien du produit au terroir de façon à mieux segmenter l'offre et à mieux positionner sur le marché. Sur un territoire où coexistent deux AOC de notoriété différente, un travail d'enquête complété par le suivi d'un réseau de parcelles sur des terroirs caractérisés ont permis de mettre en évidence des différences de pratiques et de relier les itinéraires techniques mis en œuvre à des groupes de vins sensoriellement différents. Projet ADD Proddig « promotion du développement durable par les indications géographiques » 2005-2008. Dans le cadre de l'étude sur le lien entre terroir et typicité, l'action a concerné plus particulièrement l'analyse des pratiques agro-viticoles et œnologiques dans les schémas d'élaboration de vins typiques. Ce travail a été initié en 2005 lors du rattachement de l'unité au département SAD. Il s'est poursuivi dans le cadre de l'UMT vinitera à partir de 2006. Il a été réalisé sur une zone pilote où coexistent des vins d'AOC de notoriété différente.

Résultats

Toutes les parcelles (271) de toutes les exploitations (41) du territoire ont fait l'objet d'enquêtes sociotechniques. L'analyse statistique des enquêtes a permis de mettre en évidence des combinaisons de pratiques significativement différentes entre les 2 AOC rouges présentes sur ce territoire : Anjou-Villages Brissac (AVB) et Anjou Rouge (AR). Les 41 viticulteurs du territoire ont été classés en 3 groupes selon leur stratégie d'exploitation. Celle-ci influe aussi sur les itinéraires techniques adoptés. 4 itinéraires techniques résultant de la combinaison des pratiques agro-viticoles et de 4 types de milieux préalablement caractérisés ont été étudiées au moyen d'un réseau de parcelles. Ceci a permis de montrer des différences significatives pour les paramètres de caractérisation de la vendange. Des groupes de vins différents d'un point de vue sensoriel ont également été mis en évidence, par un jury expert et par un jury de

professionnels. L'hypothèse d'une différenciation selon les itinéraires techniques a été avancée. L'analyse de la diversité des pratiques éclaire sur les marges de manœuvre des acteurs dans les processus d'élaboration de produits typiques. Les dispositifs d'AOC ou d'IG souvent contraignants, permettent cependant la mise en œuvre d'une diversité d'itinéraires agro-viticoles conduisant à la production de raisins et de vins de qualité.

Perspectives

Des enquêtes millésimées concernant les pratiques devraient permettre d'aider à comprendre les choix techniques des viticulteurs en fonction des contraintes et potentiels de leur parcelle et des types de vins qu'ils veulent produire. L'hypothèse de différenciation de groupes sensoriels de vins par leurs itinéraires techniques doit être validée sur un autre millésime. La méthode combinant des enquêtes sociotechniques et le suivi de réseau de parcelles sera adaptée à d'autres vins produits dans le vignoble du Val de Loire. La diversité des itinéraires agro-viticoles et œnologiques permet d'envisager des perspectives importantes d'adaptation durable à des changements d'ordre climatique ou résultant de l'évolution du contexte socio-économique. Dans le cadre d'un projet de thèse qui a débuté en janvier 2009, nous souhaitons proposer à l'interprofession viticole du Val de Loire, un outil d'aide à la décision permettant de choisir des produits typiques qui expriment le lien au terroir.

Partenaires

Syndicat d'appellation Anjou Villages-Brissac, INAO.

Bibliographie

- Thiollet-Scholtus M, Morlat R, Carey V.A. 2008. Characterisation of viticultural and enological practices in two French AOC in the middle Loire Valley: comparison of different methods to extract information from a survey among winegrowers. Actes du VIIème Congrès International des Terroirs viticoles. Nyon, Suisse, 2008. 447-453.
- Thiollet-Scholtus M, Coulon C., Morlat R. 2008. Comparaison d'itinéraires techniques et d'unités de terroir en moyenne Vallée de la Loire, à l'aide d'un réseau de parcelles. Communication Congrès de l'O.I.V., Vérone (Italie).
- Thiollet-Scholtus M, Coulon C., Morlat R. 2008. Image sensorielle empirique du vin et pratiques des vigneron dans l'aire de production Anjou Villages Brissac (France). Actes du VIIIème Congrès International des Terroirs viticoles. Nyon, Suisse, 2008. 604-610.
- Scholtus M., Morlat R., Coulon C., Cadot Y. 2008. La typicité est étudiée par l'UMT Vinitera : diversité des pratiques des vigneron et types de vins. *Le Vigneron du Val de Loire*, N° 279, p4.

Contact

■ Marie THIOULET-SCHOLTUS, U.E.V.V., UMT Vinitera, INRA Angers, BP 60057, 42 rue G. Morel, 49071, Beaucozud cedex. Mél : Marie.scholtus@angers.inra.fr

Revue scientifique à comité de lecture

- Battaglini A., Barbeau G., Bindi M., Bodeck F.W. 2008. European winegrowers perceptions of climate change impact and options for adaptation. *Reg Environ Change* DOI 10.1007/s10113-008-0053-9.
- Carey V.A., Saayman D., Archer E., Barbeau G., Wallace M. 2008. Viticultural terroirs in Stellenbosch, South Africa. I. The identification of natural terroir units. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 2008, 42, n°4, 169-183.
- Carey V.A., Archer E., Barbeau G., Saayman D. 2008. Viticultural terroirs in Stellenbosch, South Africa. II. The interaction of Cabernet Sauvignon and Sauvignon blanc with environment. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 2008, 42, n°4, 185-201.
- Morlat R., and Chaussod R. 2008. Long-term additions of organic amendments in a loire valley vineyard. I. effects on properties of a calcareous sandy soil. *Am. J. Enol. Vitic.* 59: 353-363.
- Morlat R. 2008. Long-term additions of organic amendments in a loire valley vineyard on a calcareous sandy soil. II. Effects on root system, growth, grape yield, and foliar nutrient status of a cabernet franc vine. *Am. J. Enol. Vitic.* 59: 364-374.
- Morlat R., and Symoneaux R. 2008. Long-term additions of organic amendments in a loire valley vineyard on a calcareous sandy soil. III. Effects on fruit composition and chemical and sensory characteristics of cabernet franc vine. *Am. J. Enol. Vitic.* 59: 375-386.

Revue techniques

- Barbeau G. 2008. Qualité et typicité des vins de Chenin en relation avec les conditions de milieu. www.techniloire.com
- Barbeau G. 2008. Il vitigno giusto al posto giusto. *Vite, vino i Qualità*. VQ numero sette. Settembre 2008.
- Barbeau G., Bottois N., Goulet E., Morlat R. 2008. Vers une meilleure valorisation des vins : une méthode pour caractériser les terroirs. FaçSade. Résultats des recherches du département INRA-SAD. N°2008/28. Site : www.inra.fr/sad
- Cadot Y. 2008. Le potentiel phénolique du Cabernet franc. Editeur INRA Angers, 56 p. Disponible gratuitement sur demande. www.techniloire.com
- Cadot Y., Samson A., Caille S., Symoneaux R., Coulon C., Scholtus M., Morlat R., Barbeau G. 2008. Anjou Villages Brissac : caractérisation sensorielle de la typicité des vins. *Le Vigneron du Val de Loire*. N° 276, 28 février 2008. p 4.
- Julien-Roger S. 2008. De l'enquête à la

mise en place d'un réseau de parcelles. Cheminement du recueil de données en viticulture. *Le cahier des techniques de l'INRA*. Numéro spécial, 13-20.

- Morlat R. 2008. Le sol, la qualité et la typicité des produits : l'exemple du vin. *Inra Mensuel*. 88-89.
- Morlat R. 2008. Les oligo-éléments à manipuler avec précaution. *Réussir Vigne* N° 140, 24 -25.
- Morlat R. 2008. Terroir et typicité: quel lien? 3 novembre 2008. www.techniloire.com
- Morlat R., Cadot Y., Scholtus M., Thibault C., Symoneaux R., Coulon C., Barbeau G. 2008. La typicité des Anjou-Villages Brissac est étudiée par Vinitera. *Le Vigneron du Val de Loire*. N°272, 27 décembre 2007, p 8.
- Morlat R., Cadot Y., Scholtus M., Thibault C., Symoneaux R., Wilson D., Barbeau G. 2008. La typicité des Anjou-Villages Brissac est étudiée par Vinitera: de l'image du vigneron à la perception du consommateur. *Le Vigneron du Val de Loire*. N° 273, 10 janvier 2008. p 6.
- Scholtus M., Morlat R., Coulon C., Cadot Y. 2008. La typicité est étudiée par l'UMT Vinitera : diversité des pratiques des vigneron et types de vins. *Le Vigneron du Val de Loire*, N° 279, p 4.

Communications colloques

Communications orales

- Barbeau G., 2008. La influencia de la cepa en la calidad del vino. VI Foro Mundial del Vino. Logroño, La Rioja, Espagne. 22-24 avril 2008.
- Barbeau G., 2008. L'adaptation aux terroirs des cépages du Val de Loire. Librandi Symposium. Ciró Marina, Calabre, Italie. 10 mai 2008.
- Barbeau G., Chrétien P., Bonnisseau M., Cellier P., 2008. Le Grolleau noir (*Vitis vinifera* L.), un cépage d'avenir. Poster. OIV-31ème congrès mondial de la vigne et du vin. Vérone, Italie, 15-20 juin 2008.
- Cadot Y., Samson A., Caille S., Scholtus-Thiollet M., Coulon C., Morlat R. 2008. Etude de la dimension sensorielle de la typicité de vins liée à un terroir. Mise en correspondance avec leurs caractéristiques vitivinicoles. Actes du VIIIème Congrès International des Terroirs viticoles. Nyon, Suisse, 487-492.
- Van Leeuwen C., Garnier C., Agut C., Baculat B., Barbeau G., Besnard E., Bois B., Boursiquot J.-M., Dessup T., Dufourcq T., Garcia-Cortazar I., Marguerit E., Monamy C., Koundouras S., Payan J.-C., Renouf V., Rodriguez-Lovelle B., Roby J.-P., Tonietto J. and Trambouze W. 2008. Heat require-

ments for grapevine varieties is essential information to adapt plant material in a changing climate. Actes du VIIIème Congrès international des terroirs viticoles. Nyon, Suisse. 19-23 mai 2008.

Posters

- Caillé S., Neret C., Cadot Y., Samson A. 2008. Comparaison des performances d'un jury expert et d'un jury professionnel pour la caractérisation de la typicité de vins d'Anjou. 10èmes journées européennes agro-industries et méthodes statistiques, Louvain-la-neuve, Belgique. 23-25 Janvier 2008.
- Champenois R., Cadot Y., Bottois N. 2008. Influence du millésime et des facteurs environnementaux sur les tanins condensés des raisins de Cabernet franc. Actes du VIIIème Congrès international des terroirs viticoles. Nyon, Suisse. 19-23 mai 2008.
- Quénot H., Barbeau G., Roger S., Briche E. 2008. Observations of the temperature on fine scales in vineyards of the Loire Valley (France). EMS annual meeting, 29 septembre - 03 octobre 2008, Amsterdam.

Mémoires de stage

- Degeorge A. 2008. Caractérisation du lien au terroir de vins d'A.O.C. à l'aide de leurs itinéraires techniques agro-viticoles et œnologiques et de leurs profils sensoriels. Stage Master I, ingénierie statistique et actuariat. Institut de Mathématiques Appliquées. Angers. Maîtres de stage: M. Scholtus et Y. Cadot.
- Jubault D. 2008. Effet des différences de nutrition hydrique de la vigne en lien avec les conditions de milieu sur les caractéristiques biochimiques et sensorielles des vins. Stage Master I. Institut de Mathématiques Appliquées. Angers. Maître de stage: G. Barbeau.
- Leduc B. 2008. Caractérisation de la Maturation du Raisin à l'aide de la Fluorescence de Surface: Corrélation avec les Mesures de Référence (Composés Phénoliques, Sucres, Acides). Septembre 2008. Mémoire de Fin d'Etude, Master Vintage, ESA Angers. Maître de stage: Y. Cadot.
- Lorilleux M. 2008. Stage Master I. Comparaison de 2 méthodes de dosage de tanins. Stage Master I. Institut de Mathématiques Appliquées. Angers. Maître de stage : Y. Cadot.
- Ménard D. 2008. Perception de la typicité des vins par les acteurs de la production. Stage Master I. Institut de Mathématiques Appliquées. Angers. Maître de stage: Y. Cadot.

Rubrique libre

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

Il n'y a pas eu de nouveau départ ni de recrutement en 2008. L'unité a accueilli dans ses locaux 3 CDD en sciences sociales et 6 stagiaires ainsi que 2 personnes en main d'œuvre occasionnelle. Un apprenti CAPA est présent sur le site de Montreuil-Bellay depuis le 1^{er} septembre 2007.



Croisement prometteur pour une résistance durable au mildiou et à l'oïdium.

L'année 2008 constitue pour l'Unité Expérimentale Vigne et Vin la troisième année de participation à l'unité mixte technologique (UMT) « Vinitera » labellisée en 2006. Cette UMT est née du rapprochement avec des partenaires de l'enseignement supérieur (ESA ¹, laboratoires GRAPPE ² et LARESS ³) et du développement (IFV ⁴ et Cellule de cartographie des Terroirs Viticoles – CTV). Cette mouvance avait été initiée en 2005 avec le rattachement de l'unité au département SAD (Sciences pour l'Action et le développement). Dans ce cadre, l'UEVV participe à un projet scientifique sur la « qualification des vins de terroir » ainsi qu'à des missions de veille scientifique et technologique et de valorisation - transfert des acquis de la recherche. Au sein de l'UMT, l'UEVV est plus particulièrement chargée de l'étude du lien fonctionnel entre terroir et typicité et met l'accent, d'une part sur les pratiques des viticulteurs dans l'élaboration de vins typiques et d'autre part sur l'influence de la date de vendange sur les composés phénoliques et la typicité des vins.

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

Depuis le 2^{ème} semestre 2007, l'UEVV est partenaire du projet ANR Jeunes chercheurs « TERVICLIM » piloté par une équipe du CNRS ⁵ de Rennes. Le projet a pour objet d'observer et de modéliser l'évolution du climat à l'échelle des terroirs viticoles, en s'appuyant d'une part sur les études terroirs déjà réalisées et d'autre part sur des mesures météorologiques fines complétées par des observations des stades phénologiques de la vigne et des analyses de la qualité des baies. Ce projet devrait permettre d'une part de mieux définir le climat actuel du vignoble et d'autre part d'apporter des réponses aux conséquences futures du changement climatique. En France, trois régions viticoles sont concernées par le projet : le Val de Loire, la Bourgogne et la Champagne. Le projet inclut aussi des vignobles de pays étrangers : Afrique du Sud, Chili et Portugal.

Depuis le début de l'année 2008, l'UEVV est partenaire de deux autres projets : PSDR Grand Ouest intitulé « Changement climatique, systèmes agricoles, ressources naturelles et développement territorial » dans lequel elle participe à une action concernant les changements de pratiques des viticulteurs en relation avec les changements climatiques. Ce projet est piloté par l'INRA de Rennes. Protection vigne A2PV intitulé « Exploitation des résistances naturelles pour une viticulture à faibles intrants phytosanitaires », projet coordonné par l'INRA de Colmar. L'UEVV, dans ce projet, fait partie d'un réseau expérimental national où sont testés des croisements pour leur résistance au mildiou et à l'oïdium ainsi que la production de raisins et de vins de qualité.

Depuis le 1^{er} janvier 2008, l'UEVV est membre de l'IFR QUASAV 149.

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.

Rubrique libre

Unité Expérimentale Bois l'Abbé - La Rétuzière

Au premier janvier 2009, l'Unité Expérimentale Bois l'Abbé-La Rétuzière a changé de nom pour s'appeler Unité Expérimentale Horticole. L'ancien nom qui rappelait les lieux-dits d'implantations de Bois l'Abbé à Beaucouzé et de la Rétuzière à Champigné-Querré, ne permettait pas d'identifier véritablement l'unité par sa situation géographique ou par son activité. La dénomination Horticole dans son acception botanique permet de mieux cerner les espèces étudiées puisque des essais sont menés aussi bien sur arbres ou arbustes fruitiers, arbustes d'ornement et ponctuellement espèces maraichères.

Evaluation par l'INRA de l'U.E. Bois l'Abbé - La Rétuzière : une bonne récolte

L'UE a été évaluée les 26 et 27 mars 2008 par une commission composée de Jean-Marc Audergon (président), Olivier Pailly, Vincent Faloya et Patrick Bertuzzi et en présence d'Hélène Lucas Chef du Département Génétique et Amélioration des Plantes (DGAP) et d'Agnès Hubert, responsable du dispositif expérimental du DGAP. Le résumé du rapport d'évaluation ci-dessous permet de restituer les enjeux et les conclusions de cette évaluation :



Illustration de la diversité génétique, parcelle de l'UE Bois l'Abbé - La Rétuzière

L'UE Bois l'Abbé - La Rétuzière est adossée structurellement aux UMR GenHort et PaVé. Elle remplit précisément les missions confiées par le DGAP, dans un cadre cohérent par rapport aux orientations du Centre d'Angers et satisfait aux exigences scientifiques et techniques des UMR. Ce partenariat est complété par des relations étroites avec des tiers INRA et hors INRA, notamment avec l'Unité Expérimentale de Recherches Intégrées (UERI de Gotheron) dans les domaines de la production fruitière intégrée et des réseaux transversaux Mafcot (MAîtrise de la Fructification Concepts et Techniques) & PIC (Protection Intégrée des cultures).

L'UE Bois l'Abbé - La Rétuzière est insérée dans des dispositifs expérimentaux nationaux gérés par l'UMR GenHort comme la Charte d'expérimentation fruitière Niveau II pilotée par le CTIFL, et la DHS (Distinction Homogénéité Stabilité) pilotée par le GEVES. L'interfaçage des activités à l'aval existe et est indispensable à l'équilibre de l'UE Bois l'Abbé - La Rétuzière comme à son bon positionnement par rapport aux filières de production. Au plan technique, deux points méritent attention, l'amélioration des compétences dans le domaine ornemental, et la place de l'UE (en partenariat avec ses UMR de proximité) dans un réseau « Production Fruitière Intégrée » fruit à pépins (UERI Gotheron), notamment au regard des investissements scientifiques et techniques associés. Dans ce cadre, le renforcement de l'unité par un cadre de niveau ingénieur mérite débat.

Les modalités d'animation, de gestion et d'organisation de l'UE Bois l'Abbé - La Rétuzière bénéficient de l'adhésion des personnels et des 2 UMR de proximité en ce qui concerne la mobilisation des moyens humains, matériels et financiers. Le Conseil Scientifique d'Utilisation fonctionne mais sa composition mériterait d'être consolidée par une ouverture sur l'extérieur et élargie avec une participation formelle du département Santé des Plantes et Environnement.

La commission a été interrogée sur l'impact de l'implantation de l'UE Bois l'Abbé - La Rétuzière sur 2 sites. Elle a constaté que la configuration actuelle en deux sites n'était pas un obstacle à la qualité des expérimentations et au bon fonctionnement de l'unité. En préalable à toute décision de regroupement de l'unité en un seul site, une analyse fine de l'impact du rapprochement aux plans scientifiques, administratifs, humains, et budgétaires serait à étudier.

Concernant les aspects sanitaires, en parallèle à la démarche de traçabilité « Assurance Qualité Recherche » engagée sur l'UE Bois l'Abbé - La Rétuzière, la commission estime qu'un élargissement de la démarche aux aspects sanitaires serait à engager en partenariat avec le Service Régional de la Protection des Végétaux et avec une attention particulière aux 2 maladies de quarantaine aujourd'hui négligées : 'pear decline' et 'apple prolifération'.

Enfin, la commission tient à féliciter le personnel de l'UE Bois l'Abbé - La Rétuzière pour la qualité de son travail, pour sa mobilisation constructive et sa participation active autour du projet d'évaluation.

En conclusion, l'UE Bois l'Abbé - La Rétuzière est bien positionnée dans ses domaines d'activité et de compétences. Elle remplit les missions attendues d'une unité expérimentale en bonne harmonie et complémentarité avec ses partenaires. L'organisation et le fonctionnement interne de l'UE Bois l'Abbé - La Rétuzière sont adaptés et efficaces et font l'objet d'une adhésion du personnel de l'unité.

Rubrique libre (suite)

Mise en place de l'opération maîtrise des risques

L'UE s'est engagée en 2007 dans une opération initiée au niveau nationale par l'INRA intitulée «Maîtrise des risques dans les Unités Expérimentales».

Un diagnostic a donc été réalisé par la Société PRAXO Aquitaine sur la période 2007-2008 avec pour double objectif de cerner les améliorations permettant de diminuer les risques d'accidents et de maladies professionnelles, et de permettre aux agents de s'approprier des éléments d'analyse ergonomique pour qu'ils deviennent des acteurs de la prévention et de la gestion des risques. Ce diagnostic repose donc sur l'analyse ergonomique des conditions d'exposition aux risques. Il est global, l'ergonome ne dissociant pas la santé et la sécurité du fonctionnement de l'Unité et il est participatif au travers de la mise en œuvre de groupe de travail et d'une «Formation Action » concernant l'analyse ergonomique des situations de travail.

Les conclusions finales de cet audit et de ce diagnostic nous ont amené à la mise en place d'un plan d'actions pour deux thématiques spécifiques : les risques différés (maladies professionnelles) pour lesquels de nouvelles organisations et de nouveaux outils ont été mis en place en 2008, et l'accompagnement de la réflexion de l'Unité pour la conception d'une nouvelle plate-forme phytosanitaire sur le site de la Rétuzière (fin des travaux prévue en mars 2009).

Reconduction de l'agrément Production Fruitière Intégrée pour la 8^{ème} année consécutive

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

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

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

Dans le cadre de cette démarche PFI, l'UE fait réaliser depuis 2003 des analyses de résidus de produits phytosanitaires sur fruits par un laboratoire agréé indépendant. L'objectif de ces analyses est de démontrer via le produit final qu'un itinéraire technique phytosanitaire raisonné a été respecté. Ainsi en 2008, seules 2 matières actives ont été détectées, et ce dans des limites 10 à 100 fois inférieures aux limites maximales en résidus définies par la réglementation française.

Contact

Arnaud LEMARQUAND, Unité Expérimentale Horticole, INRA, 42 rue Georges Morel, BP 60057, 49071 Beaucouzé cedex. Tél. 02 41 22 56 90. Mél : arnaud.lemarquand@angers.inra.fr



Figure 1. Bouquets d'orobanche rameuse (*P. ramosa*) au pied d'un colza d'hiver

Variabilité génétique de l'orobanche rameuse à l'échelle du territoire.

Contexte

La plante parasite *Phelipanche ramosa* (Orobanchaceae) est recensée depuis très longtemps en France comme une adventice majeure du chanvre textile et du tabac. La mise en place d'itinéraires agronomiques avec le colza d'hiver comme tête de rotation s'est accompagnée dans certains bassins de production, notamment en région Poitou Charente depuis les années 1990, d'une expansion incontrôlée du parasite dans les parcelles de colza (Figure 1). Le CETIOM estime que *P. ramosa* infeste à ce jour 7% de la sole française de colza d'hiver (soit 70,000 ha) et que les pertes occasionnées sur le rendement grainier se chiffrent à une hauteur annuelle de 13 millions d'Euros. Des attaques de *P. ramosa* sur tournesol et sur melon sont également constatées, avec un impact qui est à ce jour plus discret sur ces cultures.

Objectifs

Cette diversité d'hôtes s'accompagne chez *P. ramosa* d'une grande variabilité phénotypique. Des études préliminaires menées au LBPV (Université de Nantes) ont fait part, sur la base d'études moléculaires (marqueurs ISSR) et de tests d'agressivité sur un spectre d'hôtes interspécifiques, de l'existence d'au moins deux pathovars français de *P. ramosa* : le pathovar C qui semble spécifique du colza et le pathovar T plus agressif sur chanvre et tabac (Benharrat et al. 2002, 2005). Toutefois, le nombre d'individus et de marqueurs moléculaires utilisés dans ces travaux est trop limité pour une analyse de la dynamique et de la diversité des populations du parasite. Un programme de recherche a donc été initié en 2008 au LBPV visant à mieux caractériser la diversité et la structure génétique des populations françaises de *P. ramosa*, et ce à l'aide de nouveaux marqueurs ISSR et d'échantillons prélevés dans plusieurs régions et sur une large gamme d'hôtes.

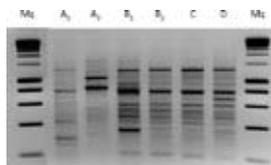


Figure 2. Profil de migration obtenu avec le marqueur ISSR (AG)₈YA d'individus de *P. ramosa* prélevés sur colza (var. Shakira) cultivé sur une même parcelle. Les échantillons ont été prélevés sur 4 pieds de colza distincts (A à D). Les indices 1 et 2 correspondent à deux individus d'orobanche prélevés sur un même pied de colza.

Résultats

Ces marqueurs mettent en évidence un polymorphisme intra-populationnel ; en particulier pour les populations de *P. ramosa* prélevées en Charente Maritime et en Vendée sur colza (Figure 2). C'est la première fois que des marqueurs moléculaires, polymorphes à l'échelle de la population, sont mis au point pour ce parasite.

Les analyses confirment l'existence d'au moins deux groupes génétiquement différenciés (pathovars C et T, tels que décrits par Benharrat et al., 2005 ; voir Figure 3). Ainsi, très peu de bandes sont communes aux orobanches prélevées sur colza en Charente Maritime et Vendée (pathovar C) et à celles prélevées sur chanvre, melon, tournesol et colza dans le reste de la France (pathovar T ; Figure 3). Toutefois, ces nouveaux résultats ne rejoignent qu'en partie les résultats de Benharrat et al. (2005) et de Brault et al. (2007), qui suggéraient une ségrégation des pathovars de *P. ramosa* en fonction de l'hôte. Il apparaît en effet que les cultures de colza sont attaquées à la fois par le pathovar C et par le pathovar T (Figure 3B).

Perspectives

La mise au point de marqueurs moléculaires, polymorphes au sein des populations, permettra, à terme, d'évaluer le lien entre la diversité génétique du parasite et sa capacité d'évolution. La caractérisation des groupes génétiquement différenciés devra être complétée par des tests d'infections croisées pour juger de l'existence, ou non, d'une agressivité variable de ces groupes. La disponibilité de populations de *P. ramosa* de niveau d'agressivité différent aidera également à une meilleure caractérisation des résistances.

Partenaires

Travaux partiellement financés par le CETIOM et l'ITC.

Bibliographie

- Benharrat, H., Boulet, C., Theodet, C., and Thalouarn, P. (2005). Virulence diversity among branched broomrape (*O. ramosa* L.) populations in France. *Agronomic sustainable development* 25, 123-128
- Brault, M., Betsou, F., Jeune, B., Tuquet, C., and Sallé, G. (2007). Variability of *Orobanche ramosa* populations in France as revealed by cross infestations and molecular markers. *Environmental and experimental botany* 61, 272-280.

Contacts

- Philippe DELAVault ■ Philippe SIMIER, LBPV, 2, rue de la Houssinière, BP 92208, 44322 Nantes. Mels : philippe.simier@univ-nantes.fr Philippe.Delavault@univ-nantes.fr

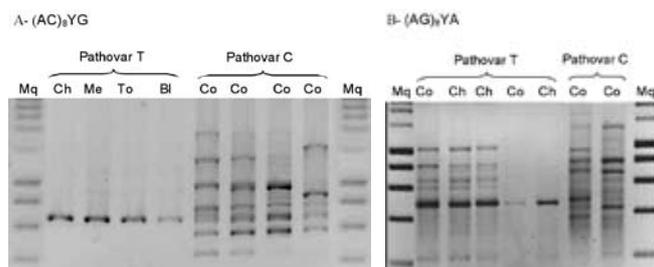


Figure 3. Profils de migration obtenus avec les marqueurs ISSR A-(AC)₈YG et B-(AG)₈YA de *P. ramosa* prélevés sur chanvre (Ch), melon (Me), tournesol (To) blé (Bl) et colza (Co).

Revue scientifique à comité de lecture

■ Santos-Izquierdo B., Pageau K., Fer A., Simier P. and Robins R.J. 2008. Targeted distribution of photo-assimilate in *Striga hermonthica* (Scrophulariaceae) parasitic on *Sorghum bicolor* L. *Phytochemistry Letters*, 1: 76-80.

Mémoires de thèse

■ Jessica Normand 2008. Purification et clonage d'une rhamnogalacturonase tolérante à un substrat acétylé. Thèse de Doctorat de l'Université de Nantes.
■ Axel de Julien de Zélicourt 2008. Les défensines de tournesol : implication dans la résistance à la plante parasite *Orobanche cumana* et mode d'action. Thèse de Doctorat de l'Université de Nantes.

Mémoires de stage

■ Andrea Obella 2008. Criblage de lignées transgéniques d'*Arabidopsis thaliana* en vue de l'étude fonctionnelle des gènes *HaDef* codant des défensines de tournesol. Directeur de stage : Grégory Montiel. Master 2 Mécanismes et Optimisation de la Bioproduction Marine (Université de Nantes).
■ Benjamin Bréhéret 2008. Lutte contre l'orobanche rameuse en France : recherche de plantes faux-hôtes et d'autres stratégies non chimiques. Directeur de stage : Christian Boulet. M1 Bioproduction des écosystèmes aquatiques et terrestres (Université de Nantes).
■ Julien Chénel 2008. Criblage de lignées transgéniques d'*Arabidopsis*

thaliana L. en vue d'une étude fonctionnelle des gènes *HaDef* codant pour des défensines d'*Helianthus annuus* (tournesol). Directeur de stage : Grégory Montiel. Master 1 Biologie de la Plante et Produits du Végétal (Université de Nantes).

■ Simon Saucet 2008. Caractérisation de la résistance du colza à l'orobanche rameuse. Directeur de stage : Philippe Delavault. Master 1 Biologie de la Plante et Produits du Végétal (Université de Nantes).

■ Cécile Tartare 2008. Etude du comportement de l'orobanche rameuse vis à vis de divers hôtes. Directeur de stage : Christian Boulet. M1 Sciences de la Terre, de l'Univers et de l'Environnement (Université de Nantes).

Rubrique libre

Intégration du LBPV à l'IFR 149 QUASAV

Fin 2008, le Laboratoire de Biologie et Pathologie Végétales (EA 1157, Université de Nantes) a intégré l'IFR 149 QUASAV. Cette intégration, dont la possibilité avait été formulée dès la création de l'IFR, repose sur des expertises communes sur deux axes structurants de l'IFR englobant la recherche et la caractérisation des résistances aux bioagresseurs et la biologie des semences. Par ailleurs, ce rapprochement est en adéquation avec la structuration régionale de la Recherche (PRES) et de la Formation (Master BioVIGPA) en Sciences du Végétal.

Mise en place d'un partenariat scientifique entre l'Université de Nantes, l'INRA et le CETIOM

La prise de conscience du problème agronomique occasionné par *P. ramosa* est réelle, tant pour la filière professionnelle (centres techniques et semenciers) que pour la filière recherche. L'année 2008 a vu la mise en place d'un partenariat scientifique entre le LBPV, l'UMR APBV de l'INRA du Rennes et le CETIOM. Dans ce contexte, la demande du LBPV d'une contractualisation de ses activités de recherche par l'INRA est en cours d'évaluation par l'INRA. Ce partenariat scientifique devrait permettre un essor très significatif des connaissances, tant sur la variabilité génétique du parasite que sur la caractérisation génétique et moléculaire des résistances chez le colza.

Une thèse, financée par le CETIOM et l'ONIDOL, a été initiée au LBPV en 2008 et porte sur la caractérisation de l'interaction colza-orobanche rameuse et l'analyse moléculaire des résistances. Une seconde thèse, également financée par le CETIOM et l'ONIDOL, devrait être initiée en 2009-2010 à APBV sur la caractérisation génétique des résistances.

Le partenariat scientifique entre le LBPV et les centres techniques (CETIOM et ITC) s'est concrétisé en 2008 par la signature d'une convention de collaboration de recherche (2008-2012).

Partenariats industriels et contrats

Les partenaires semenciers ont subventionné en 2008 deux projets de recherche portés partiellement ou totalement par le LBPV :

- l'un, dans le cadre de l'appel à projet Promosol (2008-2010, LBPV / APBV) visant d'une part à caractériser la variabilité génétique au sein du pathovar C de l'orobanche rameuse (voir faits marquants) et d'autre part à rechercher et à caractériser des résistances parmi les ressources génétiques *Brassica* (napus et espèces apparentées).
- l'autre, dans le cadre de l'appel à projet Sofiproteol (2008-2009, LBPV) visant à élaborer une méthode qPCR de détection et de quantification des graines d'orobanches dans des lots de semences de colza et de tournesol, et dans les sols. Ce contrat finance le salaire et les activités de recherche d'un chercheur post-doctorant au LBPV.



Figure 1 : Étude de l'impact de différentes conduites azotées sur le fonctionnement des associations blé-pois d'hiver : expérimentations de plein champ (C. Naudin)

Modélisation du fonctionnement des associations blé-pois d'hiver : pilotage de la fertilisation azotée.

Contexte

Une culture associée se définit comme la culture de deux (ou plusieurs espèces) sur une même surface pendant une période significative de leur croissance (Fig. 1). Les cultures associées « céréales-protéagineux » semblent être des combinaisons innovantes permettant de réduire le niveau d'intrants azotés tout en maintenant une productivité équivalente. Aujourd'hui surtout présente en agriculture biologique, cette pratique pourrait avoir des applications intéressantes en agriculture conventionnelle pour différentes finalités de production.

L'étude des mécanismes de compétition pour l'azote minéral du sol et du rôle tampon joué par la fixation symbiotique montre qu'il doit être possible d'optimiser la productivité et la durabilité de ces associations en maîtrisant mieux la nutrition azotée des deux partenaires. Cependant, peu de références existent à l'heure actuelle pour piloter la fertilisation azotée de l'association (essentiellement fourrages, grains). La modélisation est un outil pertinent afin (i) de tester les formalismes de partage des ressources et (ii) de simuler une large gamme de scénarii visant à améliorer la stratégie de fertilisation azotée. Ce travail de recherche a été financé par Angers Loire Métropole.

Résultats

La construction du modèle original de partage dynamique des ressources dans le système «sol-cultures associées» (AZODYN-IC) est issue du couplage de deux modèles de croissance, AZODYN pour le blé et AFISOL pour le pois. L'originalité d'AZODYN-IC est la prise en compte dynamique et simultanée de l'acquisition et du partage des ressources (souterraines et aériennes) du milieu entre les deux espèces. Ce modèle a été testé dans des conditions pédo-climatiques variées, pour différentes

variétés et stratégies de fertilisation azotées (Fig. 1). Il ressort de cette étape de validation que les hypothèses de fonctionnement retenues permettent de rendre compte du développement et de la croissance d'une culture associée type « blé-pois d'hiver » en simulant tout au long du cycle de culture de façon optimale toutes les variables clés (biomasses, azote exporté, surface foliaire) impactant sur l'élaboration du rendement, et ce quel que soit le niveau de fertilisation considéré.

D'un point de vue fonctionnel, ces résultats valident (i) l'hypothèse de partage des ressources souterraines par les demandes respectives par chaque espèce (ii) la prise en compte de niches écologiques différentes pour chaque espèce étudiée (graminées et légumineuses) (iii) le formalisme simple de partage du rayonnement en fonction de la surface foliaire de chaque espèce en raison des dynamiques proches de croissance en hauteur. D'un point de vue appliqué, cette étape de validation suggère que le fonctionnement d'une culture associée blé-pois est principalement sous la dépendance des ressources puisqu'aucune adaptation des modèles de cultures pures n'a été nécessaire (stade de développement, progression racinaire, efficacité conversion du rayonnement similaires) pour l'élaboration d'AZODYN-IC.

Perspectives

La vocation finale du modèle est de proposer des règles d'aide à la décision afin d'optimiser la fertilisation azotée. C'est pourquoi AZODYN-IC est en cours d'utilisation pour déterminer l'impact de différents stratégies de conduites azotées croisant des pratiques culturelles différentes susceptibles de faire varier la disponibilité en azote du sol (quantité d'engrais azoté, date d'apport, densité de semis, azote au semis) sur les performances finales de chaque espèce dans la culture associée (rendements, qualité de la graine).

Partenaire

UMR Agronomie INRA-AgroParisTech, Grignon.

Contacts

■ P. MALAGOLI, C. NAUDIN et G. CORREHELLOU, Groupe ESA, LEVA, Ecole Supérieure d'Agriculture, 55, rue Rabelais, 49007 Angers cedex. Mél : p.malagoli@groupe-esa.com.

Revue scientifique à comité de lecture

- Bockstaller C., Guichard L., Makowski D., Aveline A., Girardin P. and Plantureux S. 2008. Agri-environnemental indicators to assess cropping and farming systems. *Agronomy for Sustainable Development*, 28: 139-149.
- Doré T., Clermont-Dauphin, C., Crozat Y., David C., Jeuffroy M.H., Loyce C., Makowski D., Malézieux E., Meynard J.M. and Valentin-Morison M. 2008. Methodological progress in on-farm regional agronomic diagnosis. *Agronomy for Sustainable Development*, 28: 151-161.
- Fustec J., Gayraud P. and Coutard J.P. 2008. Intérêts des mélanges et des associations en agriculture biologique. *Fourrages*, 194: 175-187.
- Gooding M.J., Kasynova E., Ruske R., Haugaard-Nielsen H., Jensen E-S., Dahlmann C., von Fragstein P., Dibet A., Corre-Hellou G., Crozat Y., Pristeri A., Romeo M., Monti M. and Launay M. 2008. Intercropping with pulses to concentrate nitrogen and sulphur in wheat. *Journal of Agriculture Science*, 145(5): 469-475.
- Moreau-Valancogne, P., Coste, F., Crozat, Y. and Dürr C. 2008. Assessing emergence of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed lots in France: field observations and simulations. *European Journal of Agronomy*. 28: 309-320.

Ouvrage et chapitre d'ouvrage

- J. Fustec and F. Bernard. 2008. Comparison of yields and biological nitrogen fixation of two legumes grown in different silt soils. In: Biodiversity and Animal feed. Future Challenges for Grassland Production. Eds. A. Hopkins et al.. European Grassland Federation, 9-12 June 2008, Uppsala, Sweden. *Grassland Science in Europe*, 13: 245-247.

Communications colloques

Communications orales

- Cannavacciuolo M., Bellido A., Cluzeau D., Rougé L., Pérès G., Jolivet C., Mateille T., Fargette M., Lermercier B., Dubs F., Mercier V., Arrouays D., Cortet J., Villenave C., Ruiz N., Ranjard L., Chaussod R., Martin-Laurent F., Velasquez E., Guernion M. and Ponge J.F. 2008. DONECOSOL - A software tool to manage biodiversity's data. In Eurosoil congress, 25-29 August 2008, Vienna, Austria.
- Cannavacciuolo M., Bellido A., Cluzeau D., Rougé L., Pérès G., Jolivet C., Mateille T., Fargette M., Lermercier B., Dubs F., Mercier V., Arrouays D., Cortet J., Villenave C., Ruiz N., Ranjard L., Chaussod R., Martin-Laurent F., Velasquez E., Guernion M. and Ponge J.F. 2008. DONECOSOL - A software tool to manage biodiversity's data. In 15th International Colloquium on Soil Zoology 25-29 August 2008, Parana, Brazil.

- Cluzeau D., Pérès G., Cannavacciuolo M., Bellido A., Guernion M., Fargette M., Ruiz N., Cortet J., Martin-Laurent F., Velasquez E., Mercier V., Bispo A., Villenave C., Ranjard L., Chaussod R., Rougé L., Jolivet C., Lermercier-Foucault B. and Ponge J.F. 2008. How to manage and analyse a large biodiversity data set: the data mining approach of the regional "RMQS BioDiv" experience. In Eurosoil congress, 25-29 August 2008, Vienna, Austria.
- Cluzeau D., Pérès G., Cannavacciuolo M., Bellido A., Guernion M., Fargette M., Ruiz N., Cortet J., Martin-Laurent F., Velasquez E., Mercier V., Bispo A., Villenave C., Ranjard L., Chaussod R., Rougé L., Jolivet C., Lermercier-Foucault B. and Ponge J.F. 2008. How to manage and analyse a large biodiversity data set: the data mining approach of the regional "RMQS BioDiv" experience. In 15th International Colloquium on Soil Zoology, 25-29 August 2008, Parana, Brazil.
- Cluzeau D., Pérès G., Mercier V., Bispo A., Arrouays D., Walter C., Cortet J., Villenave C., Ruiz N., Ranjard L., Chaussod R., Cannavacciuolo M., Bellido A., Rougé L., Jolivet C., Fargette M., Mateille T., Lavelle P., Lermercier-Foucault B., Dubs F., Martin-Laurent F., Velasquez E., Guernion M. and Ponge J.F. 2008. Procedures and protocols for soil biodiversity monitoring: RMQS BioDiv, a french pilote area experience. In Eurosoil congress, 25-29 August 2008, Vienna, Austria.
- Cluzeau D., Pérès G., Mercier V., Bispo A., Arrouays D., Walter C., Cortet J., Villenave C., Ruiz N., Ranjard L., Chaussod R., Cannavacciuolo M., Bellido A., Rougé L., Jolivet C., Fargette M., Mateille T., Lavelle P., Lermercier-Foucault B., Dubs F., Martin-Laurent F., Velasquez E., Guernion M. and Ponge J.F. 2008. Procedures and protocols for soil biodiversity monitoring: RMQS BioDiv, a french pilote area experience. In 15th International Colloquium on Soil Zoology, 25-29 August 2008, Parana, Brazil.
- Coste F., M.P. Raveneau, I. Lejeune and C. Dürr. 2008. Germination and Emergence response of Pea (*Pisum sativum* L.) to low Temperature: Comparison of Winter and Spring genotypes. In 10th Congress of the European Society for Agronomy, 15-19 September, Bologna, Italy.
- Fustec J. and Bernard F. 2008. Yield and N₂ fixation of two grassland legumes grown in different silt soils. In European Grassland Federation, 9-12th June, Uppsala, Sweden.
- Fustec J., Gayraud P. and Coutard J.P. 2008. Valeur agronomique de mélanges et d'associations conduits en agriculture biologique. In Journées AFFF, Prairies multisécifiques. Valeur agronomique & environnementale, 26-27 mars 2008, Paris.
- Pain G., Beaujouan V., Daniel H., Montembault D., Pithon J. and Sigwalt A. 2008. Biodiversity and its interactions with viticulture in

a wine-growing area in the west of France : case study of a local initiative in a controlled origin appellation (AOC Saumur-Champigny). In Landscape Management for Functional Biodiversity, IOBC, 14-17 May, Bordeaux, France. wprs Bulletin Vol. 34, pp.81-84.

- Peigné J., Aveline A., Cannavacciuolo M., Giteau J.L. and Gautronneau Y. 2008. Soil tillage in organic farming: impacts of conservation tillage on soil fertility, weeds and crops. In 16th IFOAM Organic World Congress, June 16-20, Modena, Italy.
- Péres G., Cluzeau D., Chaussod R., Cortet J., Fargette M., Mateille T., Ponge J.F., Ranjard L., Ruiz N., Villenave C., Mercier V., Bispo A., Arrouays D., Walter C., Cannavacciuolo M., Bellido A., Rougé L., Jolivet C., Lavelle P., Lermercier-Foucault B., Dubs F., Martin-Laurent F., Velasquez E. and Guernion M. 2008. Relevance of different soil fauna and microflora groups in the monitoring of soil biodiversity: RMQS BioDiv, a french pilot area experience. In Eurosoil congress, 25 - 29 August 2008, Vienna, Austria.
- Péres G., Cluzeau D., Chaussod R., Cortet J., Fargette M., Mateille T., Ponge J.F., Ranjard L., Ruiz N., Villenave C., Mercier V., Bispo A., Arrouays D., Walter C., Cannavacciuolo M., Bellido A., Rougé L., Jolivet C., Lavelle P., Lermercier-Foucault B., Dubs F., Martin-Laurent F., Velasquez E. and Guernion M. 2008. Relevance of different soil fauna and microflora groups in the monitoring of soil biodiversity: RMQS BioDiv, a french pilot area experience. In 15th International Colloquium on Soil Zoology 25-29 August 2008, Parana, Brazil.

Posters

- Raveneau M.P., Coste F., Benamar A., Wagner M.H., Crozat Y. and Macherel D. 2008 - The impact of desiccation rate on pea seed storage ability, germination and energy metabolism. In 9th ISSS conference, 6-11th July, Olsztyn, Poland.

Mémoire de thèse

- Mahieu S. 2008. Assessment of the below ground contribution of field grown pea (*Pisum sativum* L.) to the soil N pool. Thèse de Doctorat. de l'Université d'Angers. 164 p.

Mémoires de stage

- Kolopp J. 2008. Validation de SIMPLE (SIMulation of Plant Emergence) pour les variétés d'hiver et de printemps du pois protéagineux. Mémoire de fin d'études Ingénieur, SupAgro Montpellier 25 p.
- Duval G. 2008. Conception et réalisation d'un outil de gestion de laboratoire. Mémoire de fin d'études Ingénieur, ISTIA Angers. 40 p.



Recherche de méthodes multicritères pour suivre la qualité globale du raisin de Cabernet Franc pendant sa maturation.

Contexte

Dans un contexte de concurrence à l'échelle internationale, le développement de la qualité du vin est une forte préoccupation de la filière vitivinicole en Val de Loire. Elle débute dès le vignoble par la détermination de la qualité du raisin et suppose de pouvoir adapter les itinéraires technologiques de vinification afin de proposer des vins irréprochables sur le marché et répondant aux exigences des consommateurs actuels. Deux types d'indicateurs sont traditionnellement utilisés pour contrôler la maturité du raisin: le rapport sucre/acide qui traduit la maturité technologique des baies de raisin et la teneur en composés phénoliques (anthocyanes et polyphénols totaux) qui détermine la maturité phénolique. Cependant, les professionnels de la filière ont pris conscience des limites de ces approches traditionnelles. En effet, chaque indicateur de maturité requiert une méthode d'analyse spécifique, souvent longue et coûteuse. De plus, les méthodes actuelles ne permettent pas suffisamment d'anticiper ou de prédire la qualité du raisin à la vendange et plus globalement de définir la maturité « optimale ».

Dans ce contexte, le principal objectif du travail de thèse de Marine Le Moigne a été de rechercher des méthodes sensorielles et instrumentales, rapides et innovantes, pour suivre la maturation des baies de raisin de Cabernet Franc provenant de différents terroirs.

Méthodologie

L'originalité de ce travail de thèse repose sur l'utilisation, en parallèle et sur les mêmes baies, de plusieurs méthodes d'analyse pour suivre la maturation du raisin à différents stades de maturité. Ces méthodes ont permis de caractériser l'ensemble des différentes maturités : technologique, phénolique, aromatique et « texturale ». Elles regroupent des analyses classiques (rapport sucre/acide et composés phénoliques), deux techniques spectroscopiques rapides (le visible proche infrarouge-VisNIR et la fluorescence de surface), l'analyse des propriétés mécaniques des baies par des mesures de compression et de pénétration et enfin l'analyse sensorielle des baies considérée dans ce travail comme étant la méthode la plus représentative de la qualité globale du raisin.

Résultats

Six méthodes ont donc été comparées pour suivre la maturation des raisins de Cabernet Franc provenant de différentes parcelles du Val de Loire et prélevés de la véraison à la date de vendange. Les analyses sucre/acide et les analyses des polyphénols étant les plus utilisées de la filière ont servi de référence « professionnelle » dans ce travail. Ces analyses ont permis de suivre la maturité du raisin de manière très performante pour plusieurs parcelles et deux millésimes, en termes de maturités technologique et phénolique. La précision du suivi de maturité par ces analyses classiques a été estimée à cinq jours. Cependant, chacune de ces analyses ne permet de déterminer qu'un seul aspect de la qualité globale du raisin. La double compression à 20 % n'a pas permis d'effectuer un suivi satisfaisant de la maturité des baies de raisin. Elle a cependant mis en évidence un ramollissement de la baie de raisin pendant la véraison et a néanmoins permis une différenciation des baies selon l'origine des parcelles, le type de terroir et les millésimes. La spectroscopie VisNIR a permis un suivi de maturité des raisins performant pour chacune des parcelles, en terme de maturités technologique et phénolique, les spectres VisNIR permettant de suivre l'évolution des anthocyanes et des sucres des baies de raisin. La spectroscopie de fluorescence a permis d'effectuer un suivi de maturité pour les baies du millésime 2005, en terme de maturité phénolique. Globalement, ces 2 techniques spectroscopiques sont apparues comme étant des méthodes rapides pour caractériser la maturation de baies de raisin sur plusieurs parcelles. Elles pourraient devenir des outils pertinents pour la

filière afin de réaliser des mesures directes dans les parcelles de vigne. Les profils sensoriels se sont révélés d'une grande efficacité pour déterminer la qualité globale du raisin en terme de maturités technologique, phénolique, aromatique et « texturale » pendant la maturation des baies de raisin. Les descripteurs relatifs aux maturités technologique et aromatique ont principalement permis de suivre les baies pendant la maturation. Les descripteurs des maturités « texturale » et phénolique ont pour leur part révélé à la fois des effets date et parcelle. Ces descripteurs apparaissent donc d'autant plus pertinents pour la filière qu'ils permettent également de prendre en compte le terroir d'origine des baies de raisin.

À l'issue de ce travail de thèse, la spectroscopie VisNIR, l'analyse des propriétés mécaniques du raisin et l'analyse sensorielle des baies sont apparues comme les techniques pouvant être les plus prometteuses pour caractériser la qualité globale du raisin.

Perspectives

Dans une perspective à plus ou moins long terme, au travers de l'extension des connaissances acquises au cours de ce travail de thèse sur d'autres terroirs et d'autres variétés, le développement d'outils de mesure, en lien avec la qualité, non destructifs, plus performants et directement utilisables à la parcelle pourrait être envisagé afin d'aider les professionnels de la filière à une meilleure détermination de la maturité optimale des raisins. Ces travaux ont également permis de démontrer l'intérêt d'appréhender la maturité texturale du raisin, à la fois par une approche sensorielle et instrumentale de la variation des propriétés mécaniques. Ces résultats ont abouti à l'hypothèse de l'existence d'un lien entre la variation de l'extractibilité des composés phénoliques du raisin et des propriétés mécaniques de la baie, appréhendées à travers le terme général de « texture ». Afin de confirmer cette hypothèse, un travail de thèse est en cours de réalisation au Laboratoire GRAPPE (ZOUID Imen, Septembre 2007-Septembre 2010), les objectifs étant de définir et de valider un nouvel indicateur d'estimation de la maturité du raisin en prenant en compte d'une part les variations de texture de la pellicule et des pépins du raisin (évalués de manière instrumentale) et d'autre part la variation des teneurs en composés phénoliques ainsi que leur extractibilité.

Partenaires

INRA Angers-Nantes UEV, IFVV Angers et Tours, INRA-AgroParisTech, ENITA Clermont Ferrand, Université de Turin (Italie), Université de Stellenbosch (Afrique du Sud).

Bibliographie

- Le Moigne M. 2008. Recherche de mesures innovantes pour suivre la qualité du raisin de Cabernet Franc pendant sa maturation. Thèse de doctorat de l'Université d'Angers.
- Le Moigne M., Maury C., Letaief H., Siret R., Jourjon F. 2008. Intérêt de la maturité texturale des raisins comme nouvel indicateur de caractérisation des raisins issus de différents terroirs - Application au Cabernet Franc en Vallée de la Loire. VIIème Congrès International des Terroirs Viticoles 2008, Nyon (Suisse), 19-23 mai 2008 (communication orale).
- Zouid I., Siret R., Letaief H., Maury C., Jourjon F. 2008. Variation de la texture du raisin Cabernet Franc au cours de la maturation. Colloque International de l'OIV, Vérone, Italie, 15-20 juin 2008 (communication orale).

Contact

■ Frédérique JOURJON, Laboratoire GRAPPE-UMT Vinitera, Groupe ESA, 55 Rue Rabelais, BP 30748, 49007 Angers cedex 01, France. Tél : f.jourjon@groupe-esa.com



Figure 1 : Réalisation d'un «Napping» sur des Cabernet Franc par un dégustateur

Des méthodes de caractérisation sensorielle mises à l'épreuve pour la filière vin.

Contexte - Objectifs

En œnologie, la caractérisation sensorielle des vins est de plus en plus utilisée, pour définir l'impact de différents itinéraires techniques, ou pour mettre en évidence des différences sensorielles entre vins issus de différents terroirs. En agro-alimentaire, la référence d'usage en terme de caractérisation sensorielle est le profil conventionnel. Cette méthode fait appel aux compétences d'un panel de juges entraînés. Dans le cas particulier du vin, les professionnels ne sont pas été entraînés ensemble mais ils ont l'habitude de déguster les vins et de les décrire. Chaque professionnel possède une expertise propre mais celle-ci s'accompagne généralement d'un vocabulaire qui lui est spécifique et qui correspond plus ou moins aux notions des autres dégustateurs. Certains sont très attentifs à certaines caractéristiques ou qualités du vin quand d'autres vont s'arrêter sur d'autres éléments. Les méthodes dites «spontanées» comme le « napping » partent de cette hypothèse et utilisent la complémentarité entre les dégustateurs en leur offrant une liberté totale dans la caractérisation des vins. Elles ne nécessitent pas de mise en commun préalable et laissent une grande liberté au dégustateur, notamment dans le choix des critères.

L'objectif de ce travail est de confronter et d'évaluer des méthodologies d'évaluation sensorielle en faisant intervenir des professionnels de la filière vin. Le travail est appliqué à la caractérisation des vins du Val de Loire et de leur typicité. Ces travaux sont menés dans le cadre de l'UMT VINITERA en lien avec la recherche de méthodes sensorielles pour aider à la définition la typicité des vins. Ce travail a fait l'objet d'une thèse CIFRE financée par l'Interprofession des vins de Loire avec l'appui de l'Union des Œnologues, soutenue en avril 2008

Résultats

Les différentes méthodes évaluées se distinguent par le degré de liberté laissé aux juges pour réaliser leur caractérisation. La comparaison repose sur différents critères de fiabilité

des méthodes (reproductibilité, « répétabilité »,...etc.), sur leur « interprétabilité » et sur la concordance des méthodes.

Le « napping » qui consiste à positionner, à trier des vins en fonction de leur proximité sensorielle donne des résultats contrastés en fonction de l'espace-produit étudié. Cette méthode impose des répétitions pour valider la pertinence de la caractérisation obtenue.

Les profils libres (chaque dégustateur utilise les descripteurs de son choix) ou les profils conventionnels (la liste des descripteurs est imposée à tous les juges) réalisés par des professionnels donnent des évaluations très cohérentes et répétables des produits.

Par ailleurs, pour évaluer la typicité des vins, le protocole établi centré autour d'une simple question : «Ce vin est-il un bon exemple de l'appellation X» permet d'étudier l'existence d'un consensus entre les dégustateurs. De là, il est possible d'évaluer l'existence d'une typicité sensorielle liée à telle ou telle appellation.

Perspectives

Concernant les outils de caractérisation, des méthodes mixtes combinant les avantages des différentes méthodes expérimentées doivent être étudiées pour permettre à la fois une caractérisation précise mais laissant un degré de liberté suffisant aux dégustateurs. Pour l'évaluation de la typicité, des travaux sont en cours pour étudier l'impact de l'espace produit et des caractéristiques du groupe de dégustateurs sur le consensus obtenu et donc sur la typicité perçue par les professionnels d'une appellation donnée.

Partenaires

Agrocampus Ouest-Rennes, Laboratoire de Mathématiques Appliquées - Angers.

Bibliographie

- Perrin, L., Symoneaux, R., Maitre, I., Asselin, C., Jourjon, F., & Pagès, J. 2007. Comparison between a free profiling carried out by wine professionals and a conventional profiling. *American Journal of Enology and Viticulture*, 58(4), 508-517.
- Perrin, L., Symoneaux, R., Maitre, I., Asselin, C., Jourjon, F., & Pagès, J. 2008. Comparison of Three Sensory Descriptive Methods for use with the Napping® procedure: Case of Ten Wines From Loire Valley. *Food Quality and Preference*. 19 (1), 1-11.
- Perrin L. 2008. Contribution méthodologique à l'analyse sensorielle du vin. Thèse de doctorat d'Agrocampus Ouest - Rennes.

Contact

■ Ronan SYMONEAUX - Laboratoire GRAPPE, Groupe ESA, UMT Vinitera, 55 rue Rabelais, BP 30748, 49007 Angers cedex 01, France.
Mél : r.symoneaux@groupe-esa.com

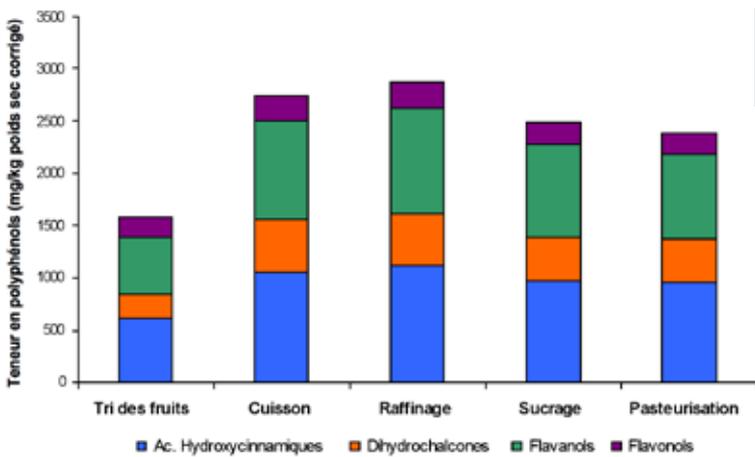


Figure 1 : Evolution de la teneur en composés phénoliques de 4 familles de composés aux étapes clés de la fabrication de la compote.

Comportement de deux familles de composés d'intérêt nutritionnel (fibres et polyphénols) au cours de la transformation des pommes.

Objectif

L'objectif de ce travail est de suivre l'évolution des composés d'intérêt nutritionnel présents dans les pommes au cours des différents procédés de transformation, en essayant d'identifier les étapes critiques du procédé et d'agir sur celui-ci en vue d'une préservation des composés étudiés.

Contexte

Les pommes et leurs produits transformés (compotes, purées, jus...etc.) sont une source importante de fibres et de composés au fort pouvoir antioxydant tels que les composés phénoliques. Leur consommation est considérée par de nombreuses instances comme un enjeu de santé publique et fait l'objet de recommandations nutritionnelles au niveau mondial. La consommation de fruits augmente depuis le début des années 90, surtout grâce aux produits transformés. Si l'intérêt nutritionnel des fruits frais est aujourd'hui largement reconnu, peu de données cohérentes sont rassemblées pour les produits transformés.

Les travaux de recherche réalisés au GRAPPE, portent donc sur le suivi de l'évolution de deux familles de composés d'intérêt nutritionnel au cours des procédés de transformation: Les fibres et les composés phénoliques, naturellement présents dans les fruits, en vue d'une meilleure préservation de ces composés par le biais de deux leviers :

- soit en agissant sur la matière première (eg par la sélection de la variété adaptée au procédé) ;

- soit en agissant sur des étapes identifiées du procédé de transformation lui-même (optimisation de paramètres ou recherche de méthodes plus douces de transformation).

Ce travail a fait l'objet de la thèse de Muriel Colin (soutenue en avril 2008) et se poursuit dans la cadre du projet régional Nutripomme (volet Dynamique des filières) soutenu par la Région des Pays de Loire et les collectivités locales.

Résultats

Dans le cadre du travail de thèse de M Colin, deux produits transformés à base de pomme ont été étudiés : la pomme quatrième gamme et la compote. La pomme quatrième gamme a été choisie comme modèle de transformation « douce », susceptible de préserver les polyphénols et les fibres du fruit. La compote est à l'inverse supposée être un modèle de transformation « dure », dégradant ces composés. Dans le cas du procédé compote, l'originalité de l'approche adoptée est le suivi étape par étape des composés d'intérêt nutritionnel. En effet pour suivre le devenir des fibres et des polyphénols, des prélèvements sont effectués à cinq étapes de la transformation : tri des fruits, cuisson, raffinage, sucrage (stockage de la purée dans un bac tampon) et pasteurisation. Cette approche permet de mesurer l'impact des étapes du procédé en combinaison les unes avec les autres. Les teneurs en polyphénols totaux détectés (estimées par CLHP et dosage Folin-Ciocalteu) augmentent entre la pomme fraîche et la pomme cuite (Figure 1).

Cette augmentation provient de l'ensemble des composés dosés, bien qu'une chute marquée des teneurs en polyphénols soit visible après sucrage (stockage en cuve tampon). Elle est à l'origine d'une diminution des teneurs en polyphénols totaux. Ces teneurs restent supérieures à celles observées sur fruits frais. Enfin après pasteurisation, la teneur en polyphénols reste globalement constante.

L'augmentation de la teneur en polyphénols de la pomme à la compote provient donc de l'étape de cuisson et l'hypothèse émise est que ce phénomène serait dû à l'extraction facilitée de composés auparavant liés aux constituants cellulaires et donc non détectés. Cette extraction par la cuisson permet toutefois de maintenir les polyphénols dans ce produit malgré la perte de l'épiderme, tissu concentré en composé phénoliques.

Perspectives

La poursuite du projet vise à étudier, pour une dizaine de variétés de pommes, présélectionnées pour leurs potentiel phénolique variable, l'impact d'une des étapes clés du procédé, la cuisson, sur ces composés et sur leur extractabilité à partir des matrices solides (fruit frais) et déstructurées par la transformation. Ce travail est poursuivi en partie dans le cadre du projet Nutripomme et pourrait également faire partie des thématiques de recherche développées dans la cadre de l'axe émergent de l'IFR QASAV « Qualité et typicité du végétal » (une bourse de thèse a été demandée pour la rentrée 2009 en collaboration entre le laboratoire Sonas, GenHort et Grappe).

Partenaires

Faculté de pharmacie (laboratoire SONAS),
Université d'Angers.

Valorisation

Utilisation par les industriels (eg. Vergers de Chateaubourg pour les compotes) des informations sur leurs produits.

Meilleure connaissance de l'impact des différentes étapes de fabrication des produits à base de pommes sur leurs teneurs en fibres et polyphénols.

Bibliographie

■ Colin-Henrion M. 2008. De la pomme à la pomme transformée : impact du procédé sur deux composés d'intérêt nutritionnel (co-encadrée avec SONAS). Thèse de doctorat de l'Université d'Angers

Contacts

■ Frédérique JOURJON Laboratoire GRAPPE-UMT Vinitera, Groupe ESA, 55 Rue Rabelais, BP 30748, 49007 Angers Cedex 01, France. Mél : f.jourjon@groupe-esa.com

Revues scientifiques à comité de lecture

- Arvisenet G., Billy L., Poinot P., Vigneau E., Bertrand D. et Prost C. 2008. Effect of Apple Particle State on the Release of Volatile Compounds in a New Artificial Mouth Device. *Agric. Food Chemistry*, 56(9), 3245-3253.
- Ballester J., Patris B., Symoneaux R., Valentin D. 2008. Conceptual vs. perceptuel wine spaces : does expertise matter. *Food Quality and Preference*, Vol. 19, pages 267-276.
- Billy L., Mehinagic E., Royer G., Renard C., Arvisenet G., Prost C., Jourjon F. 2008. Relationship between texture and pectin composition of two apple cultivars during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 47(3), 315-324.
- Le Moigne M., Maury C., Bertrand D. & Jourjon F. 2008. Sensory and instrumental characterisation of Cabernet Franc grapes according to ripening stages and growing location. *Food Quality and Preference*, 19(2), 220-231.
- Perrin L., Symoneaux R., Maître I., Asselin C., Jourjon F., Pages J. 2008. Comparison of Three Sensory Descriptive Methods for use with the Napping® procedure: Case of Ten Wines From Loire Valley. *Food Quality and Preference*. 19(1), 1-11.

Communications colloques

Communications orales

- Huché-Thélier L., Canet A., Boumaza R., Symoneaux R., Demotes S., Guérin V. 2008. Effets d'une diète azotée sur les bourgeons axillaires et sur le qualité esthétique du rosier. Journée du groupe national ROSE, Poitiers-10 juin 2008.
- Jourjon F. Invitée comme présidente de session sur la caractérisation des vins et membre du comité scientifique. The Third International Symposium on Sangiovese. *Terroir model for fine Wine*, 3-5 décembre 2008, Florence, Italie : Napping® : a spontaneous method to determine the relative importance of various factors on sensory properties.
- Jourjon F., Wilson D. 2008. Identifying a way to use the unique selling point of terroir. Colloque International de l'OIV, Vérone, Italie, 15-20 juin 2008.
- Le Moigne M., Maury C., Letaief H., Siret R., Jourjon F. 2008. Intérêt de la maturité texturale des raisins comme nouvel indicateur de caractérisation des raisins issus de différents terroirs - Application au Cabernet Franc en Vallée de la Loire. VII^{ème} Congrès In-

ternational des Terroirs Viticoles, 2008, Nyon (Suisse), 19-23 mai 2008.

- Madieta E., Zouid I., Siret R., Jourjon F. 2008. Extraction of phenolic compound from grape fruit. A Comparison between a 3D FEM model and experimental results. COMSOL 2008, Hannover, Allemagne, 4-6 novembre 2008.
 - Mehinagic E. 2008. The impact of processing on the nutritional value of apple fruits : polyphenols and antioxidant capacity, IUFOST, 19-23 October 2008, Shanghai, Chine.
 - Mehinagic E. et al. 2008. The impact of processing on the nutritional value of apple fruits : polyphenols and antioxidant capacity. IUFOST, 19-23 October 2008, Shanghai, Chine.
 - Siret R., Madieta E., Symoneaux R., Jourjon F. 2008. Mesures rhéologiques de la texture et de la viscosité des vins. Corrélations avec l'analyse sensorielle. Colloque International de l'OIV. Vérone, Italie, 15-20 juin 2008.
 - Wilson D., Renaud C., Jourjon F. 2008. Evaluation de l'utilisation du concept de Terroir comme critère d'achat du vin. VII^{ème} Congrès International des Terroirs Viticoles, 2008, Nyon (Suisse), 19-23 mai 2008.
 - Wilson D. 2008. The international Syrah Market. Current situation and future outlook. International Syrah Symposium, 2008, 13 et 14 mai 2008. ISARA-Lyon.
 - Zouid I., Siret R., Letaief H., Maury C., Jourjon F. 2008. Variation de la texture du raisin Cabernet Franc au cours de la maturation. Colloque International de l'OIV, Vérone, Italie, 15-20 juin 2008.
- ### Posters
- Bourles E., Mehinagic E., Patron C., Courthaudon J.L., Jourjon F. 2008. Impact of vacuum pasteurization on textural attributes of various apples cultivars. IUFOST, 19-23 October 2008, Shanghai, Chine.
 - Le Bourvellec C., Guyot S., Le Quere J.M., Bauduin R., Symoneaux R., Baron A., Renard C. 2008. Modulating polyphenol composition and sensorial properties of apple juice by manipulating pressing conditions. XXIV International Conference on Polyphenols, Salamanque, Spain.
 - Le Moigne M., Maury C., Symoneaux R., Siret R., Bertrand D. et Jourjon F. 2008. Interest in VisNIR spectroscopy for the global characterisation of the ripeness of Cabernet franc. Colloque International de l'OIV, Vérone, Italie, 15-20 juin 2008.

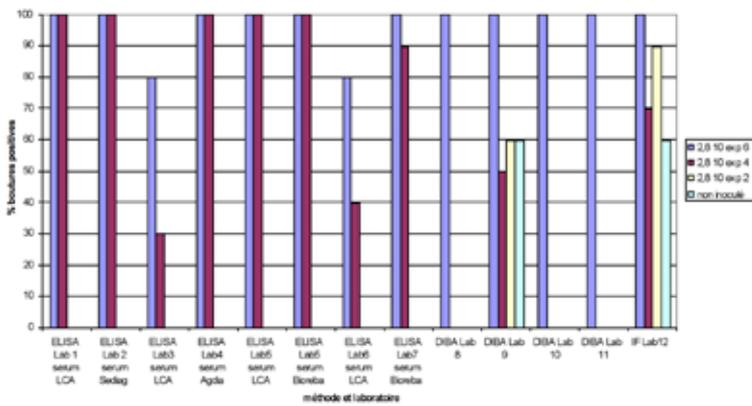
- Renaud C., Paineau A., Maury C., Jourjon F. 2008. Appropriation de la notion de terroir et d'AOC par des futurs professionnels des filières viticoles internationales. VII^{ème} Congrès International des Terroirs Viticoles, 2008, Nyon (Suisse), 19-23 mai 2008.

Revues techniques

- Jourjon F., Maury C., Symoneaux R., Brossaud F., Zouid I., Letaief H., Renaud C., Siret R. 2008. Maturité du raisin... vous avez dit texture ? *Le Vigneron du Val de Loire*, n°287, 11 septembre 2008, p.20-21.
- Siret R., Madieta E., Symoneaux R., Jourjon F. 2008. Mesures rhéologiques de la texture et de la viscosité des vins. Corrélations avec l'analyse sensorielle. *Infowine*, septembre 2008, newsletter n°13.
- Wilson D. And Boursiquot J.M. 2008. The market for Marsanne and Roussanne : a goldmine or white elephant ? *The Australian and New-Zealand Wine Industry Journal*. January/February 2008, volume 23, number 1.
- Wilson D. 2008. France's challenge in adopting a New World marketing orientation. *The Australian and New Zealand Wine Industry Journal*. www.winebiz.com.au. July/August 2008, volume 23, number 4.
- Wilson D. 2008. Identifying successful marketing practices for wine packaging innovations. *Le Bulletin de l'OIV*. Janvier-Mars 2008, vol. 81, n°923-924-925, p.113-119.
- Zouid I., Siret R., Letaief H., Maury C., Jourjon F. 2008. Variation de la texture du raisin Cabernet Franc au cours de la maturation. *Infowine*, newsletter n°15, novembre 2008.

Mémoires de thèse

- Colin-Henrion M. 2008. De la pomme à la pomme transformée : impact du procédé sur deux composés d'intérêt nutritionnel (co-encadrée avec SONAS). Thèse de doctorat de l'Université d'Angers.
- Le Moigne M. 2008. Recherche de mesures innovantes pour suivre la qualité du raisin de Cabernet Franc pendant sa maturation (co-encadrée avec SONAS). Thèse de doctorat de l'Université d'Angers.



Résultats du test inter-laboratoire pour la détection de *Xanthomonas* sur boutures de *Pelargonium*

Mise en place en pathologie d'essais de comparaison inter laboratoires au sein de l'ISTA avec les semenciers français.

Contexte

Depuis 2007, le laboratoire de pathologie de la SNES (Station Nationale d'Essais de Semences) a renforcé l'organisation des essais de comparaison inter-laboratoires pour la FNPS (Fédération Nationale des Producteurs de Semences et de Plants) ou des acteurs de la filière semences et plants et les a mis en place au sein de l'ISTA (International Seed Testing Association). Ces essais ont pour but de comparer les résultats des différents laboratoires afin de garantir la validité des analyses réalisées pour vérifier l'état sanitaire des lots de semences ou plants au niveau du commerce national et international.

La reproductibilité des analyses de détection de pathogènes est un facteur important pour s'assurer de la validité des analyses réalisées par les différents acteurs de la filière. Les résultats d'analyses doivent être comparables d'un laboratoire à un autre pour garantir l'état sanitaire des lots au niveau du commerce international. Pour garantir cette homogénéité de résultat, des essais inter-laboratoire sont organisés afin de comparer sur des mêmes lots de semences, les résultats de différents laboratoires.

La SNES organise en pureté spécifique et germination des essais d'aptitude des laboratoires dans le cadre de la certification et pour l'ISTA depuis plus de 20 ans. En pathologie, ces essais n'étaient pas développés ni à la SNES, ni à l'ISTA. En 2007, le laboratoire de pathologie de la SNES a donc décidé d'initier cette activité qu'il a développée en 2008.

Résultats

Le laboratoire de pathologie de la SNES a organisé le premier test d'aptitude (Proficiency Test : PT) du SHC (Seed Health Committee) de l'ISTA sur *Botrytis*/tournesol. Ce PT a permis d'identifier le fait que de nombreux laboratoires sous-estiment la contamination par *Botrytis* ou la surestiment par confusion avec des saprophytes. Il a été décidé

d'organiser un workshop sur ce sujet en 2010 à la SNES pour permettre aux laboratoires d'entreprise et à nos homologues de mieux apprécier la qualité sanitaire des semences de tournesol.

Le Laboratoire de pathologie organise maintenant un Essai Inter Laboratoire (EIL) par an pour les entreprises de la FNPS. Cet EIL a pour but d'évaluer l'aptitude des laboratoires à détecter un même pathogène avec sa propre méthode. Le choix du couple hôte/pathogène est décidé en concertation avec les entreprises, en commission pathologie de la FNPS. En 2008, l'EIL Lettuce Mosaic Virus/laitue a été analysé et a montré des problèmes de détection pour des lots très faiblement contaminés. La validité des différents sérums a été confirmée. Un EIL sur *Alternaria*/carotte a été mis en place et a montré qu'un laboratoire surévaluait les taux de contamination. La méthode employée est la piste privilégiée pour expliquer ce résultat.

Dans le cadre d'une collaboration avec l'Astredhor, nous avons organisé 2 EIL pour comparer les méthodes de détection par les différents producteurs de plants, de *Xanthomonas* sur boutures de *Pelargonium*. Cet essai a mis en évidence les moins bons résultats de détection par Immunofluorescence et DIBA ELISA et a conduit certaines entreprises à changer de méthode d'analyse, pour garantir au mieux l'état sanitaire de leurs boutures.

Lors de chaque EIL, des hypothèses sont émises sur les causes possibles de différence de détection des pathogènes entre les laboratoires et nous tentons en commun d'apporter des pistes d'amélioration.

Perspectives

Une meilleure homogénéité de la détection des pathogènes entre les différents acteurs pour garantir une meilleure appréciation de l'état sanitaire des lots de semences.

Partenaires

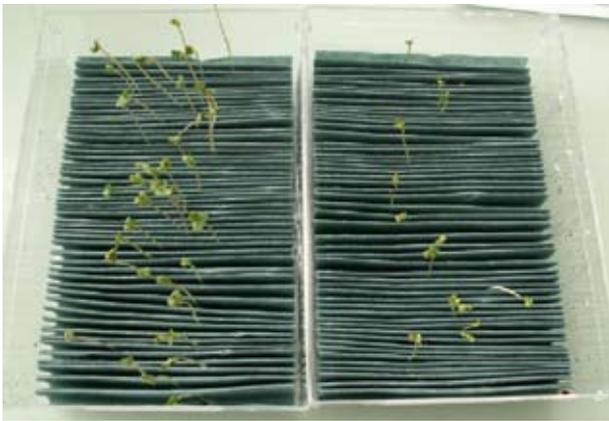
Les entreprises de la FNPS, Astredhor, nos homologues de l'ISTA, les entreprises semencières en tournesol.

Bibliographie

- Sérandat I., V. Grimault, J.L. Léchappé 2008. Proficiency test *Botrytis cinerea* on *Helianthus annuus* (ISTA method 07-003). *Seed Testing International*, 135:37-41.
- Winocq M.L., Grimault V. 2008. Fiabilité des méthodes de diagnostic sur jeune plant horticole : détection de *Xanthomonas*. *PHM* : 508: 34-37.

Contacts

- Valérie GRIMAULT, ■ Jean-Claude STEPHAN, ■ Service Clients, GEVES-SNES, rue Georges Morel, B.P. 90024, 49071 Beaucozé cedex. Mél : valerie.grimault@geves.fr



Essais de germination à 20°C : Plantules de colza avant (à gauche) et après (à droite) une détérioration contrôlée de 48 heures à 45°C sur graines ajustées à 16% de teneur en eau.

Des enzymes de détoxification cellulaire comme marqueurs de la qualité physiologique des semences oléagineuses.

Objectif

La caractérisation de la qualité physiologique des lots de semences repose essentiellement sur des essais de germination réalisés en conditions optimales. Les professionnels sont demandeurs de tests complémentaires capables de prédire le comportement des lots de semences en conditions sub-optimales de semis ou de stockage. Une collaboration avec le laboratoire de physiologie végétale appliquée de l'université Pierre et Marie Curie a permis d'étudier le rôle des enzymes de détoxification cellulaire dans le vieillissement des semences oléagineuses et de tester leur potentiel d'utilisation pour suivre cette qualité.

Contexte

Chez les végétaux, l'oxygène de l'air peut être à l'origine de la formation de composés très réactifs, aussi appelés formes actives de l'oxygène (anions superoxydes, peroxyde d'hydrogène...), pouvant conduire à la dégradation des lipides, des protéines et des acides nucléiques. Les plantes disposent toutefois de systèmes d'élimination de ces formes actives de l'oxygène, qui mettent en jeu divers enzymes, comme la catalase (CAT), la superoxyde dismutase (SOD) ou les enzymes du cycle ascorbate/glutathion (Bailly, 2004). Dans le cas des semences, le rôle des systèmes antioxydants a été mis en évidence dans divers processus physiologiques depuis leur développement sur le porte-graines jusqu'à leur conservation après récolte (Bailly *et al.*, 2003). L'aptitude à tolérer divers stress résulte souvent de la capacité à éliminer les formes actives de l'oxygène et à éviter un stress oxydatif trop poussé. C'est ainsi qu'en réponse à un appel d'offre du Ministère de l'Agriculture (contrat de branche 2005-2008), un projet a été monté pour étudier la faisabilité d'un marquage biochimique de la qualité germinative sur des espèces riches en lipides : colza et tournesol.

Résultats

Chez le colza, la catalase joue un rôle fondamental dans le vieillissement des graines et pourrait être utilisé comme marqueur de qualité (Florance *et al.*, 2008 ; Florance, 2005). Chez le tournesol, les résultats montrent que des peroxydations lipidiques influencent la réponse au froid des semences (Tiphine, 2006) sans toutefois pouvoir aller jusqu'à un marqueur biochimique de sensibilité au froid sur un grand nombre de lots (Bogucki, 2008).

Perspectives

Le développement d'un test de type ELISA pour la détection de la catalase permettrait de consolider le lien entre ce marqueur et la germination sur un grand nombre de lots de semences oléagineuses avant ou après détérioration contrôlée (Wagner *et al.*, 2008). Le dosage du malondialdéhyde (produit des peroxydations lipidiques) peut également être envisagé en routine pour vérifier le degré de vieillissement des semences à réserves lipidiques chez lesquelles le vieillissement est la source principale de perte de qualité germinative.

Valorisation

Présentation des résultats à la Commission Production Oléosem (association des semenciers de plantes oléoprotéagineuses) du 02/12/08.

Transfert en routine au laboratoire de la germination de la SNES et proposition prochaine en prestation de service aux entreprises semencières.

Partenaires

Université Pierre et Marie Curie, Paris.
Entreprises semencières (Limagrain, Monsanto, Syngenta) au travers d'Oléosem, Paris.

Bibliographie

- Florance F., Wagner M.H., Ducournau S., Corbineau F., Bailly C. 2008. Relationship between moisture content, oxidative stress and rape seed storability. 9th International Workshop on Seeds, ISSS, Olsztyn, Poland, 6-11 July 2008 (poster).
- Wagner M.H., Bailly C., Ducournau S. 2008. Utilisation des enzymes de détoxification cellulaire comme marqueurs de la qualité physiologique des semences oléagineuses. Contrat de branche C05-10, rapport de synthèse, 18 p.

Contacts

- Sylvie DUCOURNAU, GEVES-SNES, rue Georges Morel, B.P. 90024, 49071 Beaucouzé cedex. Mél : sylvie.ducournau@geves.fr
- Marie-Hélène WAGNER, GEVES-SNES, rue Georges Morel, B.P. 90024, 49071 Beaucouzé cedex. Mél : marie-helene.wagner@geves.fr

Rubrique libre

Un nouveau Système d'Information à la Station Nationale d'Essais de Semences du GEVES.

Depuis 2003 la SNES a initié un projet de refonte de son système d'information **de gestion des analyses sur semences**, le système en cours datant de 1989. Ce travail a été engagé afin de mettre en place un outil moderne permettant d'améliorer le service aux clients, d'optimiser le fonctionnement des laboratoires. Les utilisateurs ont été impliqués à toutes les phases du projet dès le début. Une attention toute particulière a été portée sur la communication interne et externe, notamment avec les clients.

Le 12 février 2008 nous avons démarré l'utilisation de la nouvelle application en routine. Nous avons choisi de démarrer progressivement au cours de l'année en introduisant les espèces une à une, pour le client principal (le GNIS-SOC¹). 4 979 échantillons ont ainsi été traités en 2008, représentant 25 395 prestations d'analyses des semences, portant sur 14 espèces, soit 12% environ des activités d'analyses.



Equipe de conception

Un système s'appuyant sur un progiciel.

L'outil mis en place utilise un progiciel LIMS (Laboratory Information Management System) de gestion de données des laboratoires de la société Labware. Le progiciel utilisé dans le monde entier et principalement dans le domaine pharmaceutique, a fait l'objet d'adaptations au métier de l'analyse des semences et à la gestion commerciale.

Des fonctionnalités d'une réelle valeur ajoutée.

Il répond à nos besoins d'amélioration du Service aux clients : Choix des prestations directement en lien avec le barème de prestations du GEVES, possibilité de choix des méthodes en fonction de critères (ex. catégorie de semences,...), échanges par interface entrante et sortante avec le SOC, meilleure lisibilité des résultats sur le nouveau rapport d'essais, facturation rapide et simplifiée dès la fin des analyses.

Il répond à nos besoins de fonctionnement : Optimisation du déroulement des processus (information disponible instantanément dès qu'elle est validée, gain de temps), intégration des exigences réglementaires (International Seed Testing Association, Règlement technique de Contrôle et de Certification, COFRAC), très bonne fiabilité (calculs), traçabilité complète des matériels et des opérateurs, bonne ergonomie construite et acceptée par les utilisateurs (50 personnes actuellement), évolution constante, suppression de l'archivage papier.

Un second volet à venir.

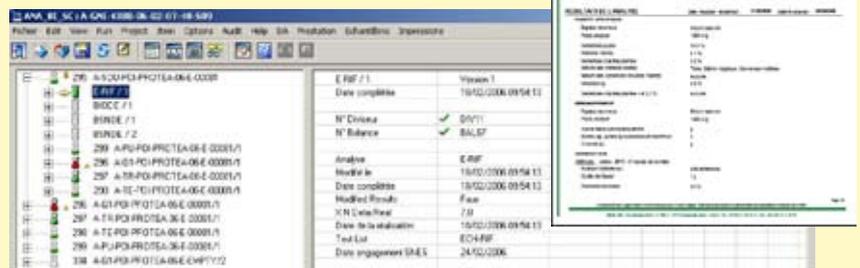
Il est prévu en 2009 de développer l'utilisation de l'outil à toutes les espèces et les analyses correspondantes et pour tous les clients de la station.

Partenaires :

Sté SPC Consultants, Labware, Euriware.

Contact :

Jean-Claude STEPHAN - Pilote du projet, GEVES-SNES, rue Georges Morel, B.P. 90024, 49071 Beaucouzé cedex



Rapport d'essais et copie d'écran utilisateurs du Lims

¹GNIS-SOC : Groupement National Interprofessionnel des Semences et plants – Service Officiel de Contrôle et certification

Rubrique libre

Transfert et adaptation à la SNES de protocoles dans le cadre de la relocalisation du GEVES en Anjou : prise en compte des conditions d'hygiène et sécurité et du respect de l'environnement.

Contexte de la réalisation

Le GEVES délocalisant sa station de La Minière en Anjou, il a été décidé de transférer la production d'inoculum pour les essais de VAT bioagresseurs des céréales à paille au laboratoire de pathologie de la SNES à Beaucouzé. Dans un souci de développement durable et de la sécurité des manipulateurs, ces protocoles ont été adaptés. Ainsi, la technique de production de *Fusarium graminearum* réalisée sous UV, dangereuse pour le manipulateur, a été adaptée en comparant différentes conditions de lumière : obscurité, NUV en alternance avec l'obscurité et UV. La production sous NUV en alternance avec l'obscurité a été validée comme présentant une production équivalente à celle sous UV mais garantissant des conditions de sécurité supérieures pour le manipulateur.



Inoculation de plantules de blé par *Puccinia striiformis*

La production de rouille jaune et brune a nécessité la construction de nouveaux modules climatiques. Le retraitement des déchets liquides de ces modules climatiques a été prévu par pasteurisation pour ne pas déverser d'hypochlorite dans l'environnement. Le protocole a été adapté en modifiant la technique d'inoculation par suppression d'une huile dérivée du pétrole (forte odeur pour le manipulateur entraînant des maux de tête et pollution de l'environnement) et mise au point d'une inoculation avec eau, tween et talc.

Des protocoles plus respectueux de la sécurité du manipulateur et de l'environnement sont maintenant en place au GEVES.

Partenaires :

SEV La Minière ; équipe bioagresseurs du SEV.

Contact :

Valérie Grimault , GEVES-SNES, Rue Georges Morel, BP90024, 49071 Beaucouzé Cedex
Mél : Valerie.grimault@geves.fr

Rubrique libre

Le GEVES vient renforcer le Pôle Végétal

L'année 2008 a été marquée par la préparation du transfert de la Direction et de l'Unité du Service d'Etudes des Variétés de la Minière-Guyancourt (78), à Angers-Beaucouzé et à La Pouëze (49).

Le Conseil d'Administration a retenu les architectes suivants : M. Frédéric Roland pour le siège et J.M. Lépinay pour le bâti de La Pouëze. Les projets architecturaux ont été retenus et les travaux ont débuté en fin d'année 2008.

Les premiers agents sont arrivés en 2008 en Anjou, soit venant de la Minière, soit recrutés sur place, dans le cadre des campagnes des concours INRA et du GIP-GEVES.

Fabrice Marty, Directeur du GEVES, a quitté cette responsabilité l'été 2008 pour rejoindre le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche. Joël Guiard a assuré l'intérim avant l'arrivée de Mme Sylvie Dutartre, en mars 2009.

Georges Sicard assure la direction de l'Unité SEV de la Minière et de la Pouëze. Il assurait avant la direction de l'Unité FNAMS de Brain-sur-l'Authion.

Le site de l'Anjouère (La Pouëze) est cultivé dorénavant par l'équipe du GEVES, en vue de son utilisation future pour l'expérimentation. L'équipe doit mener de front son travail sur les deux domaines (La Minière et L'Anjouère).



Schéma 3D de la future direction du GEVES, près de la SNES - Beaucouzé

Contact :

Mél : contact@geves.fr; tél : 02 41 22 58 03



Esquisse du bâti de l'Anjouère - La Pouëze

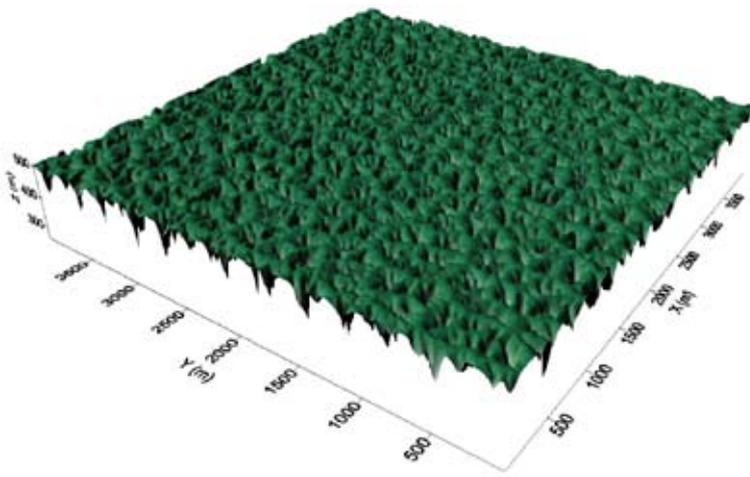


Figure 1 : Exemple d'un paysage de karst en cockpit simulé. Pour cette simulation, le facteur climatique est de 2 et le temps de simulation est de quatre millions d'années. Le MNT simulé, peut ainsi être analysé : calculs de la pente moyenne, du relief relatif moyen, des propriétés d'échelle.

Modélisation du paysage : modèle numérique de la morphologie des karsts en cockpits à une échelle étendue (Jamaïque).

Objectif

L'objectif de ce travail est d'étudier les conditions topographique, hydrologique et géochimique nécessaires au développement des formes de paysages en cockpits à une petite échelle (16 km^2). Une étude précédente (voir Faits Marquants 2007) a exposé une méthodologie de simulation à l'échelle d'un seul cockpit (0.01 km^2). Nous utilisons le modèle CHILD en y intégrant les processus liés à la dissolution chimique des carbonates. CHILD est un modèle numérique géomorphologique qui simule l'évolution des formes de la topographie dans le temps. Ces formes sont la résultante de l'interaction et d'un feed-back positif entre les écoulements, l'érosion et la sédimentation. De nombreuses études montrent que ce sont les processus de dissolution qui sont principalement à l'origine des formes de ces paysages de karst en cockpits. CHILD fonctionne sur le principe d'une discrétisation spatio-temporelle qui permet de résoudre les équations aux dérivées partielles suivant un schéma numérique explicite. L'évolution de la topographie est fondée sur une hypothèse explicitée par les principes de fonctionnement de l'épikarst. Dans ce cas, l'érosion de la topographie est indirectement liée à la dissolution de la roche de la zone épikarstique.

Contexte

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

La géométrie initiale adaptée de notre zone d'étude est une surface lisse et légèrement ondulée de 16 km^2 ($X = Y = 4000 \text{ m}$). L'altitude moyenne de ces ondulations est $Z_0 = 600 \text{ m}$. Ces ondulations représentent une succession de sommets ($Z_0 + 10 \text{ cm}$) et de dépressions ($Z_0 - 10 \text{ cm}$) qui sont destinées à guider les écoulements en début de simulation. Cette surface lisse et ondulée que nous pouvons assimiler à un plateau est discrétisée en 40000 cellules de Voronoï. Chaque nœud, centré sur la cellule de Voronoï, est donc représentatif d'une zone de l'ordre de 400 m^2 .

L'objectif des simulations est de tester l'approche du modèle afin de savoir si les processus géomorphologiques mis en équation permettent de recréer les formes typiques des karsts en cockpit. Pour cela nous avons comparé les paysages simulés aux paysages réels grâce à trois indices morphométriques : la pente moyenne, le relief relatif (hauteur entre les dépressions et les sommets des cockpits) et les propriétés d'échelle du relief. Ces trois indices sont discriminants pour caractériser, dans la région des « cockpits country » de Jamaïque, les paysages de karst en cockpits. Trois simulations ont été menées en faisant varier le facteur climatique. Les simulations donnent des paysages numériques (Fig. 1) qui sont analysés et comparés aux paysages réels par le biais d'indices morphométriques.

Résultats

Les résultats de cette étude amènent donc à mettre en avant plusieurs points. Les similarités morphologiques entre les paysages simulés et réels offrent dans un premier temps une étape essentielle de notre étude, en termes de validation de la modélisation des processus. Le fonctionnement de l'épikarst révèle, à travers ses hypothèses, une idée originale en ce qui concerne les karsts en cockpits : leur forme extérieure, et donc visible, est fortement influencée par les processus souterrains de dissolution, donc invisibles. C'est cet aspect que nous avons mis en équations dans le modèle et qui semble être une hypothèse validée par les résultats.

Les résultats montrent que, pour simuler la genèse de paysages de karst en cockpit ressemblant à ceux de la réalité, les précipitations doivent avoir une intensité au moins supérieure à 1.5 m/an, ce qui est parfaitement cohérent avec les études antérieures de nombreux auteurs. Le facteur climatique donne une image de l'intermittence des précipitations à l'échelle des temps géologiques (Fig. 2). Ce facteur tend vers 1 lorsque la fréquence des précipitations augmente. Les résultats des simulations montrent clairement l'impact fort de ce facteur climatique sur la morphologie des paysages de karst obtenus. Pour les valeurs des paramètres du modèle, nous pouvons conclure que des paysages de karst en cockpits n'ont pu se former que pour des précipitations intenses et très fréquentes.

Perspectives

Cette étude a conduit au développement d'un code de calcul numérique permettant de modéliser les processus de dissolution des roches carbonatés et de visualiser les formes qui en découlent. Ce code de calcul est aujourd'hui impliqué dans un autre projet de recherche avec le laboratoire de Planétologie et de Géodynamique de l'Université de Nantes pour répondre à la question suivante : les processus de formation des Pans de Namibie sont-ils identiques à ceux qui forment les lacs sur Titan (le plus gros satellite de Saturne) ?

Le modèle sera d'abord validé par comparaison avec les formes et le fonctionnement hydrologique observés en Namibie (les paramètres thermodynamiques régissant la dissolution/précipitation des carbonates dans l'eau sur Terre étant connus). Puis, le modèle sera utilisé pour contraindre les paramètres thermodynamiques que doivent posséder les matériaux de la surface de Titan pour obtenir les formes qu'on y observe.

Notre approche devrait permettre, par une méthode indirecte et grâce à cet analogue terrestre, à la fois de comprendre la mise en place de ces formes et de donner un ordre de grandeur des composants géochimiques sur Titan.

Bibliographie

■ Fleurant C., Tucker G. and H.A. Viles 2008. A model of cockpit karst landscape, *Géomorphologie, Relief, Processus, Environnement*, 1, p. 3-14.

Contact

■ Cyril FLEURANT, U.R. Paysage, Agrocampus Ouest, 2 rue le Nôtre, 49045 Angers cedex 01.
Mél : cyril.fleurant@agrocampus-ouest.fr

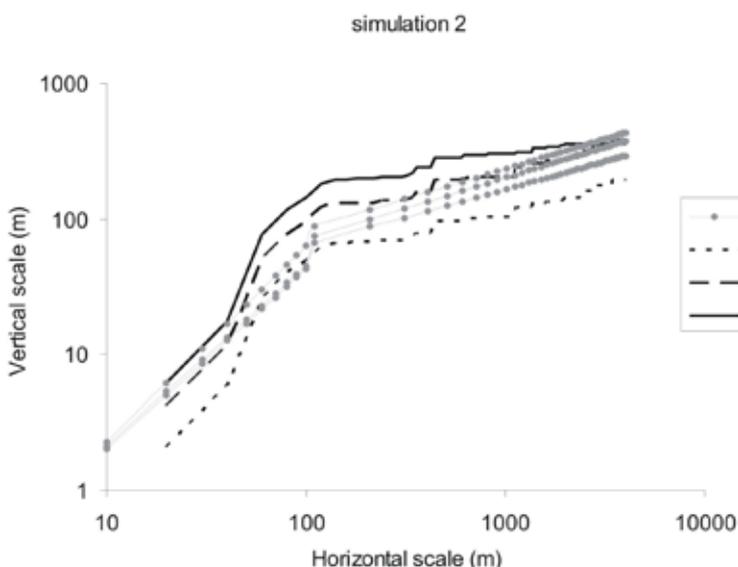


Figure 2: Les propriétés d'échelle des paysages simulés. Ces paysages virtuels sont simulés pour différentes valeurs du facteur climatique : (A) : intermittence des précipitations = 0 an, (B) : intermittence des précipitations = 500 ans et (C) : intermittence des précipitations = 900 ans.



Ecologie du Paysage : quelle biodiversité végétale dans les espaces boisés péri-urbains ? Exemple des villes d'Angers et de Rennes.

Objectif

L'objectif est de comprendre la distribution de la flore des espaces boisés en réponse à l'urbanisation, tout d'abord en caractérisant les patrons de richesse et la composition des communautés en terme d'espèces indigènes et exotiques, et ensuite en étudiant plus particulièrement la réponse des espèces indigènes à l'urbanisation. Nous avons ainsi pu tester si les espèces qui semblent préférer les bois urbains sont des espèces caractéristiques d'autres types d'habitats forestiers anthropisés.

Contexte

L'étalement urbain est un phénomène toujours croissant sur nos territoires. Ainsi, entre 1982 et 2002, en France métropolitaine, l'augmentation de la population a été de 11% tandis que celle des surfaces urbanisées a été quatre fois plus forte (43%). Cette transformation durable des territoires pose de très nombreuses questions dont celle de ses impacts sur la biodiversité, et c'est l'objet du programme de recherche pluri-disciplinaire Ecorurb (Ecologie à l'interface rural-urbain, <http://w3.rennes.inra.fr/ecorurb/>). Dans le cadre de ce programme, nous avons choisi d'échantillonner un type d'habitat le long de gradients d'urbanisation sur deux agglomérations : Angers et Rennes. Nous avons donc étudié la flore de petits espaces boisés caducifoliés d'environ 1 ha qui ont l'avantage d'être présents aussi bien en milieu urbain que rural.

Résultats

L'urbanisation n'affecte pas de façon significative la richesse totale en espèces végétales des espaces boisés. Comme on l'attendait, la richesse en espèces exotiques est supérieure dans les bois urbains : les villes sont en effet reconnues comme étant des centres importants d'introduction d'espèces exotiques que ce soient des introductions volontaires ou involontaires. Cependant, on peut remarquer que ces espèces exotiques représentent une faible part des espèces présentes dans les bois urbains et que la majorité du pool d'espèces dans les bois urbains reste composé d'espèces indigènes.

Les espèces exotiques rencontrées le plus fréquemment sont donc des espèces introduites par l'horticulture pour l'ornement.

La richesse des espèces indigènes n'est pas affectée de façon significative par l'urbanisation. Cependant, près de 60 % des espèces étudiées sont significativement indicatrices de conditions urbaines ou rurales avec autant d'espèces indicatrices dans chacun des deux groupes. Le gradient d'urbanisation modifie donc de façon marquée la distribution des espèces indigènes.

Différents phénomènes d'anthropisation des espaces boisés semblent donc sélectionner un même pool d'espèces ; la réponse des espèces répondant négativement à l'anthropisation semble être particulièrement cohérente entre les différents phénomènes d'anthropisation étudiés. Deux facteurs semblent particulièrement importants dans cette distribution : la qualité de l'habitat et en particulier des sols (le pH, le taux de saturation en bases, les teneurs en phosphate et azote etc. sont plus élevés dans les forêts récentes) ainsi que les faibles capacités de colonisation des espèces de forêt ancienne.

A l'aide des valeurs d'Ellenberg, nous avons voulu tester si nos listes d'espèces présentaient ces mêmes caractéristiques pour le pH et l'azote du sol. 80% des espèces à préférence urbaine ont une préférence pour des valeurs de pH de niveau 7 (correspond à une préférence pour des sols faiblement acides à faiblement basiques (jamais trouvées sur sols très acides)) alors que 80 % des espèces à préférence rurale ont une préférence pour des valeurs de pH inférieures. Quant aux préférences pour l'azote du sol, les espèces à préférence urbaine ont des préférences pour des sols riches tandis qu'une partie des espèces à préférence rurale montrent une préférence pour des sols très pauvres et l'autre partie une préférence pour des sols mésotrophes. Des analyses de sols ont permis de confirmer que le pH et l'azote du sol présentent des niveaux plus élevés dans les bois urbains étudiés que dans les bois ruraux.

Perspectives

Ce travail doit ensuite permettre de hiérarchiser les différents facteurs impliqués, à l'échelle du bois ou à l'échelle du paysage (évaluation de l'influence de l'occupation du sol au voisinage du bois sur l'arrivée de graines). Il sera complété par une analyse plus détaillée des modes d'évaluation de la biodiversité et des possibles processus d'homogénéisation biotique en contexte périurbain.

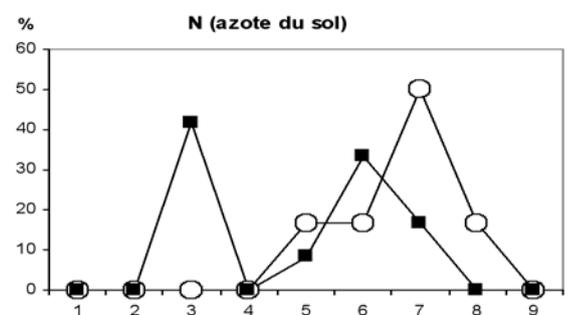
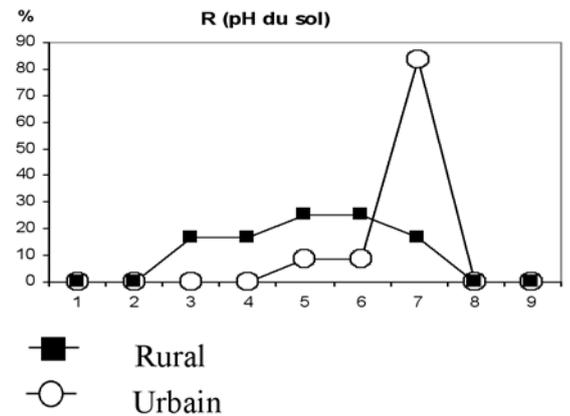
Bibliographie

■ Vallet, J., H. Daniel, V. Beaujouan, & F. Rozé 2008. Plant species response to urbanization: comparison of isolated woodland patches in two cities of North-Western France. *Landscape Ecology* 23 (10):1205-1217.

■ Vallet J., Daniel H., Beaujouan V. & Rozé F. 2008. Quelles relations entre la distribution des espèces exotiques et les patrons de richesse et de similarité des communautés végétales ? Analyse de la végétation d'espaces boisés le long de gradients d'urbanisation. In: *Actualité de la recherche en écologie des communautés végétales* - (ed. Bonis A), Lavoisier, Tech & Doc, Paris, pp.183-189.

Contacts

■ Hervé DANIEL, U.R. Paysage, Agrocampus Ouest, 2 rue le Nôtre, 49045 Angers cedex 01.
Mél : herve.daniel@agrocampus-ouest.fr



Fréquence de distribution des valeurs indicatrices d'Ellenberg pour le pH (à gauche) et l'azote (à droite) du sol pour le groupe des espèces urbaines (n=12) et des espèces rurales (n=12)



(source orthophoto IGN)

Revue scientifique à comité de lecture

- Bouvier, V. 2008. L'étude du suivi du regard : un nouvel outil pour le projet de paysage ?, *revue en ligne Projet de Paysage*.
- Fleurant C., Tucker G. and H. Viles 2008. A model of cockpit kart landscape, Jamaica, *Géomorphologie, Relief, Environnement*, 1, p. 3-14.
- Fleurant C., Tucker G. and H. Viles 2008, A cockpit karst evolution model, Geological Society, Special Publication. *Landscape Evolution : Denudation, Climate and Tectonics over Different Time and Space Scales*, 296, p. 47-62.
- Fleurant C., Tucker G. and H. Viles 2008. Modèle d'évolution de paysages, application aux karsts en cockpit de Jamaïque. *Karstologia*, 49, p. 33-42.
- Joliet F. et Gourbilière C. 2008. Le patrimoine paysager de Lac-Tremblant-Nord, revue en ligne *Encyclopédie du Patrimoine Culturel de l'Amérique Française*.
- Joliet F. et Oulès-Berton S. 2008. La vigne, antithèse de naturalité, *Historiens et géographes*, 404, p. 161-166.
- Vallet J., Daniel H., Beaujouan V. et Rozé F. 2008. Plant species response to urbanization: comparison of isolated woodland patches in two cities of North-Western France. *Landscape Ecology* 23, p. 1205-1217.

Ouvrages et chapitres d'ouvrage

- Davodeau H. 2008. Des conflits révélateurs de la territorialisation du projet de paysage. Exemples ligériens, dans *Territoires de conflits, analyses des mutations de l'occupation de l'espace*, Kirat, Torre (dir), L'Harmattan, p. 49-61/322.

Communications colloques

- Bourgeois O., Lopez T., Le Mouélic S., Fleurant C., Tobie G., Le Core L., Le Deit L., Sotin C., and Bodeur Y. 2008. A surface/precipitation model for the development of lakes on Titan, based on arid terrestrial analogue : the pans and calcretes of Etosha (Namibia) 39th Lunar and Planetary Sciences Conference, League City, Texas, March 10-14.
- Daniel H., J. Vallet, V. Beaujouan, and F. Roze 2008. Effect of rural-urban gradient on the distribution of woodland flora. in N. Müller, D. Knight & P. Werner (eds.) 3th Conference of the competence network urban ecology : Urban biodiversity and design, Implementing the convention on biological diversity in towns and cities, 21-24 May, Erfurt. BfN publisher, Bonn p. 57
- Davodeau H. 2008. La boîte noire du projet de paysage, actes des journées d'étude en sciences sociales, colloque SFER INRA, Paris 13-14 décembre 2007.
- Davodeau H. 2008. La tension esthétique / politique dans l'action publique sur les paysages, colloque « Paysage et politique : le regard de l'artiste » des 5 et 6 juin 2008 à l'Université d'Angers.
- Fleurant C., Burley J.B., Loures L., Lehman W. and J. Mchugh 2008. Inverse box-counting method: a fractal-based procedure to create biospheric landscape patterns, Panagopoulos, T. and J.B. Burley, (eds.) in : *New Aspects Of Landscape Architecture Proceedings Of The 1st WSEAS International Conference On Landscape Architecture (La '08) Algarve, Portugal*, p. 86-91.
- Oulès-Berton S., Bouvier V., Cormier L., Duchesne J., Joliet F. 2008. Vers de nouveaux outils d'analyse visuelle des paysages viticoles ? Actes du VIIe

Congrès International des terroirs viticoles, Nyon, Suisse, 19-23 mai.

- Pain G., Beaujouan V., Daniel H., Montembault D., Pithon J. and Sigwalt A. 2008. Biodiversity and its interactions with viticulture in a wine-growing area in the west of France : case study of a local initiative in a controlled origin appellation (AOC Saumur-Champigny). In *Landscape Management for Functional Biodiversity*, 14-17 May, Bordeaux, France. *IOBC/WPRS Bulletin* Vol. 34, pp.81-84.
- Vallet J., Hervé D., Beaujouan V., Rozé F. 2008. Influence des espèces exotiques sur la richesse et la similarité des communautés végétales d'espaces boisés le long de gradients d'urbanisation in *Actualités de la recherche en écologie des communautés végétales*, p 183-189. Actes du quatrième colloque ECOVEG, Rennes, 12-14 mars 2008, Editions TEC&DOC, Lavoisier.

Mémoires de stage

- Blanchard D. 2008. Création d'un outil de mesure d'intensité visuelle d'un objet dans l'espace, M1 Paysage, Agrocampus Ouest, 28 p.
- Guerveno S. 2008. Etat de l'art des trames vertes, M1 Paysage, Agrocampus Ouest, 30 p.
- Piron T. 2008. Analyse de la végétation des espaces non productifs du territoire de l'AOC Saumur-Champigny. M2 Sciences de la Vie et de l'Environnement (Université de Rennes 1).
- Taïle Manikom D. 2008. Elaboration d'une méthode d'extraction automatique des éléments boisés à partir de photographies aériennes. M1 Géographie (Université d'Angers), 45 p.

Rubrique libre

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

L'Unité de Recherche a organisé les premières journées doctorales en Paysage : <http://recherche-paysage.inh.fr/news/anciennes/colloqs/journeesdoctorales1/index11.html>

Sélection dans le cadre du PIR « Ville et environnement » (CNRS, MEEDDAT) du projet de recherche porté par l'UP et intitulé : *Quelle place des espaces boisés dans la construction des villes ? Approche comparative sur trois agglomérations de l'ouest de la France* (projet accepté).

Sélection dans le cadre de l'ANR « Ville durable » du projet de recherche intitulé : *Evaluation des trames vertes urbaines et élaboration de référentiels : une infrastructure entre esthétique et écologie pour une nouvelle urbanité*. Ce projet est labellisé par Végépolys (projet accepté).

Arrivée

Hervé Davodeau, Maître de Conférences de l'Ecole du Paysage de Versailles (ENSP) a été recruté en septembre 2008 par mutation (discipline : géographie humaine et sociale).



Site expérimental de sols urbains reconstitués Agrocampus Ouest, centre d'Angers - INHP

Stockage et dynamique de la matière organique apportée en grande quantité dans les sols urbains reconstitués.

Objectif

En milieu urbain, de nombreux sols sont reconstitués à partir de terre végétale de décapage le plus souvent mélangée à un matériau organique pour en améliorer les propriétés agronomiques. La matière organique peut être incorporée, avant la plantation, à des taux allant jusqu'à 50 % du volume total du mélange. L'objectif de ce projet était d'étudier les évolutions quantitatives et qualitatives de la matière organique dans ces conditions d'apport massif et unique, et leurs influences en termes de structuration et de propriétés hydriques du sol.

Contexte

Ce projet a été réalisé avec l'aide financière de l'ADEME. Un site expérimental de suivi à long terme de mélanges terre-matière organique placés en bac de 600L a été installé avec et sans arbres plantés. Trois produits organiques différents (compost de déchets verts, compost de boue de station d'épuration et de broyat de palette, tourbe blonde) ont été testés et incorporés à 20 ou 40% dans le sol reconstitué. Ce projet a en partie été le support d'une thèse cofinancée ADEME-Région Pays de Loire (Grosbellet, 2008).

Fractionnement physique de la matière organique pour des mélanges à base de tourbe (TB 20 et 40), compost de boues-palettes (BP 20 et 40) et déchets verts (DV 20 et 40). A 5 mois, dans les mélanges à base de composts (DV, BP), 30 à 50% du carbone est présent dans les fractions grossières (>0.2mm), provenant des composts. Entre 5 et 24 mois, la diminution observée des teneurs en carbone (minéralisation) correspond à une disparition du carbone dans ses fractions grossières. Elle est associée à une légère augmentation du carbone dans les fractions fines (réorganisation sous une forme plus stable).

Résultats

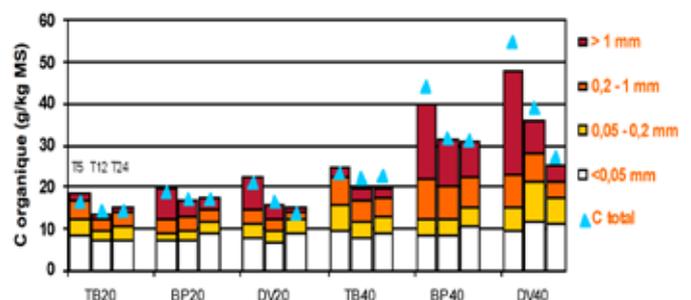
Des prélèvements effectués 5, 12 et 24 mois après la mise en place du site ont montré la première année une évolution rapide de la matière organique et des modifications importantes de sa composition biochimique (fractionnement Van Soest): augmentation de la fraction soluble, et diminution de la fraction lignine dans les fractions granulométriques de matière organique les plus grossières. Ces changements s'accompagnent dans les mélanges à base de compost d'une diminution du potentiel de minéralisation de la matière organique. Un modèle d'évolution de la matière organique apportée à deux compartiments a été proposé et ses paramètres ont été ajustés sur les valeurs expérimentales mesurées dans les conditions contrôlées et naturelles.

En se dégradant, la matière organique agit fortement sur la structuration des mélanges à base de compost, avec notamment une augmentation de la stabilité structurale, associée à une réorganisation de l'espace poral. L'apparition d'une macroporosité est d'autant plus importante qu'elle est majoritairement constituée de pores allongés et tortueux, impliqués dans le fonctionnement hydrodynamique et corrélés à la disparition des fractions grossières.

Cette structuration des mélanges s'accompagne pour les mélanges à base de compost d'une augmentation de la capacité de rétention d'eau, et d'une légère amélioration de la conductivité hydraulique à saturation.

La disparition de la matière organique est d'autant plus forte que le produit organique apporté est peu stable biologiquement. Pour les composts, elle correspond à une minéralisation du carbone contenu dans les fractions granulométriques grossières, qui semble être associée à une incorporation de carbone plus stable dans les fractions plus fines.

Si les effets immédiats de l'incorporation de matière organique sur les propriétés hydriques sont similaires pour les composts et la tourbe, les composts induisent en 24 mois une importante structuration du sol, contrairement à la tourbe. Les résultats les plus intéressants en terme de structuration sont obtenus pour les doses de 40% de compost.



Ces résultats montrent que la matière organique introduite en grandes quantités améliore la structuration des sols en terme de porosité et de stabilité. L'apport de matière organique compostée crée une modification de l'organisation de l'espace poral avec l'apparition d'une nouvelle porosité grossière. La formation de cette porosité grossière pourra être reliée avec l'évolution des propriétés de transfert des mélanges mesurées au laboratoire et en conditions réelles sur le site expérimental.

Perspectives

Cette étude a montré que les composts sont des matières organiques bien adaptées aux objectifs de la reconstitution de sol, et que malgré la dégradation de la matière organique une importante macroporosité se crée améliorant très nettement les propriétés physiques du mélange et ouvrant des perspectives intéressantes à la valorisation des matières organiques en aménagements urbains.

Pour confirmer ces résultats, une ultime observation sera réalisée à 60 mois après la mise en place.

Partenaire

ADEME

Bibliographie

■ Grosbellet C., Vidal-Beaudet L., Caubel V. 2007. Influence de l'introduction de grandes quantités de matière organique sur les propriétés physiques des mélanges de plantation urbaine. *Milieux poreux et transferts hydriques*, 53, 167-170.

■ Grosbellet C., Vidal-Beaudet L., Caubel V. 2008. Influence of organic products incorporation on reconstituted anthropogenic soil physical properties. *Acta Horticulturae*, 779, 347-354.

■ Grosbellet C., 2008. Evolution et effets sur la structuration du sol de la matière organique apportée en grande quantité. Thèse de doctorat de l'Université d'Angers, 210p.

Contacts

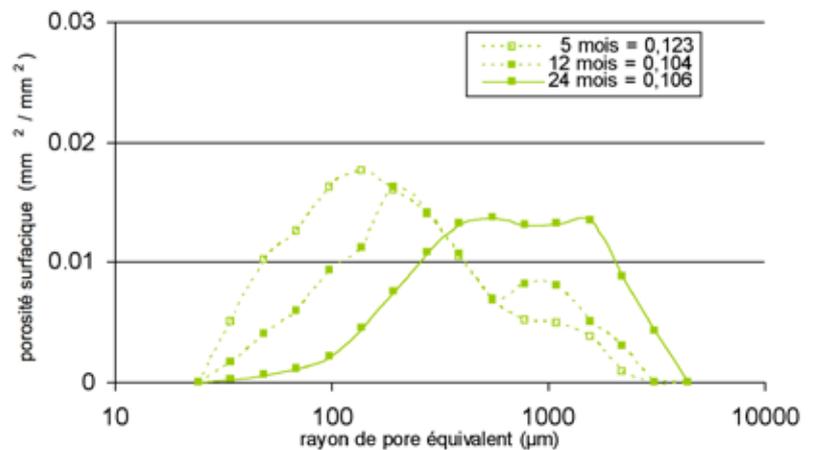
■ Laure VIDAL-BEAUDET, Ephor, Agrocampus Ouest, Centre d'Angers INHP, 2 rue le Nôtre, 49045 Angers cedex 01.

Mél : Laure.Beaudet@agrocampus-ouest.fr;

■ Virginie CAUBEL, Ephor, Agrocampus Ouest, Centre d'Angers INHP, 2 rue le Nôtre, 49045 Angers cedex 01.

Mel : Virginie.Caubel@agrocampus-ouest.fr

Evolution de la porosité surfacique totale et répartition des pores dont le rayon est compris entre 35 et 3000 μm pour les mélanges à 40% (v/v) de déchets verts prélevés 5, 12 et 24 mois après la mise en place. Ces spectres de porosité mettent en évidence une diminution globale de la porosité puis une stabilisation au bout de 12 mois. La distribution porale évolue avec une augmentation des pores grossiers de diamètre $> 1\text{mm}$.



Revue scientifique à comité de lecture

- Cannavo, P., Recous, S., Parnaudeau, V., Reau, R. 2008. Modeling N dynamics to assess environmental impacts of cropped soils. *Advances in Agronomy*, 97(4), 131-174
- Naasz R., Michel J.C., Charpentier S. 2008. Water repellency of organic growing media related to hysteretic water retention properties. *European Journal of Soil Science*, 59(2), 156-159.
- Riadi R., Tawegoum R., Rachid A., Chassériaux G. 2008. Commande Prédictive Généralisée Adaptative d'une Unité de Conditionnement d'Air Passif. *Sciences et Technologie de l'Automatique e-sta*, 5(2), 40-46.

Ouvrages et chapitres d'ouvrage

- Michel J.C. 2008. Proceedings of the International Symposium on Growing Media (ISHS-IPS), Ed. Michel J.C. *Acta Horticulturae*, 779. ISBN 978 90 6605 015 0, 704 p.
- Tawegoum R., Riadi R., Rachid A., Chassériaux G. 2008. Adaptive GPC structures for temperature and relative humidity control of a nonlinear passive air conditioning unit, *Frontiers in Robotics Automation and Control*, Edition ITECH, Chapter 12, pp 201-220, October 2008, ISBN 978-953-7619-17-6.

Communications colloques

- Bournet P.E., Ould Khaoua S.A. 2008. Predicted effects of roof vent combinations on the climate distribution in a glasshouse considering radiative and convective heat transfers, *Acta Horticulturae*, 801 (2), 925-932.

■ Grosbellet C., Vidal-Beaudet L., Caubel V. 2008. Influence of organic products incorporation on reconstituted anthropogenic soil physical properties. *Acta Horticulturae*, 779, 347-354.

■ Grosbellet C., Vidal-Beaudet L., Caubel V. 2007. Influence de l'introduction de grandes quantités de matière organique sur les propriétés physiques des mélanges de plantation urbaine. *Milieux poreux et transferts hydriques*, 53, 167-170.

■ Kichah A., Bournet P.E., Chassériaux G. 2008. Predicting crop transpiration heterogeneity in a glasshouse using Computational Fluid Dynamics, *Acta Horticulturae*, 801 (2), 933-940.

■ Michel J.C., Naasz R., Charpentier S., Caron J., Rivière L.M. 2008. Water repellency and its influence on hydrodynamic properties of substrates: state of the art & recent developments (special lecture). *Acta Horticulturae*, 779 121-130.

■ Michel J.C. 2008. Understanding growing media. 2nd Workshop on Water and its measurement in Controlled Environments, September 7-10 2008, SCRI, Dundee, Scotland (invited lecture).

■ Michel J.C. 2008. Contexte de la substitution & intérêt de la tourbe et de certains matériaux alternatifs : opportunités et limites. XI^{èmes} rencontres professionnelles de la fertilisation organique, 27 Mai 2008, Colmar (conférence invitée).

■ Morel P., Guillemain G., Michel J.C. 2008. Control of the moisture content of growing media by three different probes. *Acta Horticulturae*, 779, 393-400.

■ Naasz, R.; Michel, J.C.; Charpentier, S. 2008. Microbial respiration and its consequence on air availability in substrates. *Acta Horticulturae*, 779, 91-96.

■ Naasz, R.; Michel, J.C.; Charpentier, S. 2008. Modeling oxygen and water flows in peat substrate with root uptakes. *Acta Horticulturae*, 779, 191-198.

■ Riadi R., Tawegoum R., Rachid G., Chassériaux G. 2008. Centralized & Decentralized Temperature Generalized Predictive Control of a Passive-HVAC Process. 17th IFAC World Congress, July 6-11 2008, Seoul, Korea, 10869-10874.

■ Riadi R., Tawegoum R., Rachid G., Chassériaux G. 2008. Commande Prédictive Adaptative Directe d'un Groupe de Conditionnement d'Air Passif. 5^{ème} Conférence Internationale Francophone d'Automatique, Bucarest (Roumanie), 3-5 septembre 2008. Code 398.

■ Rivière L.M., Morel P., Michel J.C., Charpentier S. 2008. Growing media for Horticulture in France. *Acta Horticulturae*, (779) 33-38.

■ Tawegoum R. 2008. Fast prototyping and indirect adaptive GPC temperature control of a class of passive HVAC. Applied Computing Conference, Istanbul, Turkey, May 27-30. 418-424. ISBN 978-960-6766-67-1.

Mémoires de thèse et HDR

■ Bournet P.E. 2008. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches, Université d'Angers. *Contribution à la modélisation des écoulements et transferts en mécanique des fluides : Analyse de quelques mécanismes de couplage*, 111 p. + annexes.

■ Grosbellet C. 2008. Thèse de doctorat de l'Université d'Angers. *Evolution et effets sur la structuration du sol de la matière organique apportée en grande quantité*. 210p.

Rubrique libre

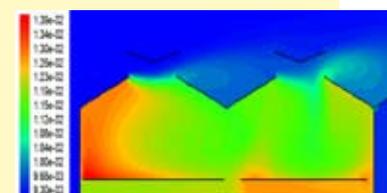
Pierre-Emmanuel Bournet, MCF au sein de l'Unité EPHOR a soutenu le 25 juin 2008 une Habilitation à diriger des recherches avec un mémoire intitulé « Contribution à la modélisation des écoulements et transferts en mécanique des fluides : Analyse de quelques mécanismes de couplage ».

Les travaux entrepris par P.E. Bournet depuis une quinzaine d'années concernent la description et l'analyse des mécanismes qui régissent les écoulements pour toute une gamme d'objets d'étude : lacs, ponts, palettes de fruits réfrigérées ou bien encore système bio-physique serre. Les recherches ont porté principalement sur la description et l'analyse des mécanismes de transferts suivants : courants de densité, ondes internes, couplage fluide-structure, écoulements en milieux (macro-)poreux, couplage convectif-radiatif, interaction végétal-aéroulque-climat.

L'approche mise en œuvre combine modélisation et expérimentation. P.E. Bournet mène actuellement ses recherches au sein de l'unité propre EPHOR (Environnement Physique de la Plante Horticole). Son projet vise à mettre au point un modèle du climat distribué sous serre incluant les transferts radiatifs et les interactions avec le végétal. Une thèse a déjà été soutenue sur cette thématique et une autre est en cours. Le contexte du développement durable invite aujourd'hui à recentrer les activités de l'équipe sur l'optimisation de la gestion des ressources hydriques et énergétiques sous abri.



Dispositif expérimental



Distribution de l'humidité absolue dans une serre en présence de culture d'Impatiens (kg.kg-1)

Rubrique libre

UMR GRANEM

L'activité de recherche de l'équipe Agrocampus Ouest de l'UMR GRANEM s'est caractérisée notamment par l'organisation d'un colloque sur l'économie du paysage à l'Ecole Nationale Supérieure du Paysage à Versailles (mai 2008) et la valorisation de trois actions de recherche.

Recherches en économie du paysage

1. Evaluation économique des aménités paysagères liées à un espace vert urbain

Cet travail a proposé une évaluation contingente des services esthétiques et récréatifs rendus par un parc urbain. Les dispositions à payer d'un échantillon d'usagers d'un parc urbain dans la ville d'Angers (le parc Balzac) ont été révélées sur la base de deux scénarios reflétant des changements d'attributs paysagers. Les attributs retenus correspondent au degré d'ouverture et à l'effort de fleurissement. Le support de paiement proposé repose sur une carte de paiement retraçant des augmentations dans la taxe d'habitation. Nous avons évalué les facteurs qui augmentent la probabilité de donner une disposition à payer positive. Nos résultats montrent que les aménités paysagères recherchées par les visiteurs de deux scénarios du parc Balzac ne sont pas les mêmes. Dans le premier scénario, seul l'usage lié à une activité de loisirs est exprimé tandis que dans le deuxième une appréciation esthétique des aménités est également envisagée.



Parc Balzac

Publication liée

W. Oueslati, N. Madariaga et J. Salanié 2008. Évaluation contingente d'aménités paysagères liées à un espace vert urbain. Une application au cas du parc Balzac de la ville d'Angers ». *Revue d'Études en Agriculture et Environnement*, n°87(2), pp.77-99.

2. Analyse des politiques publiques de création des espaces verts urbains

La demande sociale des espaces verts urbains connaît une évolution concomitante à l'extension des villes. Pour assurer une efficacité des dépenses publiques, les décideurs peuvent faire appel aux instruments de l'analyse économique. Nous avons dans ce travail recenser les critères économiques et les problèmes afférents à la coordination des politiques publiques en matière de création des espaces verts. Nous avons montré dans ce travail comment la décision de création d'espaces verts urbains peut résulter d'un choix sous optimal traduisant ainsi un défaut de coordination entre différents centres de prise de décision.

Plus généralement, nous avons analysé le rôle des politiques publiques d'aménagement et de protection des paysages dans les stratégies du développement local.

Publications liées

Choumert J. et J. Salanié 2008. Provision of urban green spaces: some insights from economics. *Landscape Research*, Vol°33, n°3, pp.331-345.

Oueslati W. et N. Turpin 2008. Landscape in the dynamics of local economies. *Landscape Research*, Vol 33, N°3 p 259-262.



Rubrique libre (suite)

3. Veille sur l'évolution des tendances de consommation en végétaux d'extérieur et sur l'évolution des demandes de protection de variétés végétales.

Nous avons mis en place un outil de veille documentaire sur les végétaux d'ornement d'extérieur. Cet outil est en accès restreint à l'adresse (<http://futurahorti.inh.fr>) sur le site que nous avons créé pour diffuser et discuter des résultats de nos travaux sur la pépinière avec le comité de pilotage que nous avons formé en 2005 et qui a rassemblé professionnels, institutionnels et chercheurs du domaine. Cet outil a été financé par la Région des Pays de la Loire dans le cadre du programme de recherche 2005-08 sur «la filière du végétal spécialisé et le paysage» (VEGESPE). L'outil doit aider notamment à anticiper les tendances de consommation en produits de pépinières.

Nous avons montré, à partir d'une étude de l'évolution depuis 1995 des demandes de protection de variétés végétales auprès de l'Office Communautaire des Variétés Végétales (OCVV), que la France protège moins ses variétés que d'autres pays comme les Pays Bas ou l'Allemagne. A terme cette tendance risque de créer une dépendance pour certaines espèces et un moindre accès aux innovations variétales.

Cette recherche prend appui sur le travail de deux stagiaires d'Agrocampus Ouest que nous avons co-encadré avec l'appui d'Alain Cadic (Chercheur INRA) et Gilles Galopin (MCF Agrocampus Ouest). Il est financé par la Région des Pays de la Loire sur le programme de recherches sur «le végétal» (COSAVE 2005-08).



Photos de jeunes plants (Entreprise ABJP)

Publication liée

Cheminat G., Doyen J., Widehem C., Plottu B. 2009. Végétaux de pépinière : du déficit du commerce extérieur français au défaut d'innovation. *PHM, Revue horticole*, à paraître, 2009.

Organisation de colloque

L'UMR GRANEM a organisé le troisième workshop du Consortium européen sur l'économie du paysage (CEEP) qui s'est tenu à Versailles les 29 et 30 mai 2008. Avec 18 communications et trois conférenciers invités, plusieurs chercheurs sur la dimension économique du paysage ont pu échanger leurs résultats et discuter sur les conséquences des politiques publiques sur l'évolution du cadre de vie. Le colloque a été l'occasion de confronter des expériences de différents pays européens et nord-américains. La participation de collègues géographes aux travaux du colloque a permis d'enrichir le débat et identifier des questions communes de recherche. L'ensemble des communications est disponible sur le site du consortium (www.ceep-europe.org).

Le CEEP est un réseau de chercheurs européens financé par le ministère français de l'écologie dans le cadre du programme de recherche « Paysage et développement durable ». Il est coordonné par Walid Oueslati, Professeur d'économie à Agrocampus Ouest, Centre d'Angers INHP.

Certains travaux présentés lors des trois colloques organisés par le CEEP ont fait l'objet d'un numéro spécial sur l'économie du paysage de la revue *Landscape Research*, Vol 33, n°3, 2008.



Rubrique libre

Actualités

En 2008, les premières étapes de la construction du futur plateau technique INEM ont été entamées avec entre autre la réalisation du programme de construction des nouvelles installations expérimentales.

Celles ci accueilleront les activités de l'IFR Quasav mais aussi celles de Valinov et d'Agrocampus Ouest. Elles seront situées sur le site d'Agrocampus Ouest à proximité des installations existantes (cf. schéma extrait du programme).



Schéma extrait du programme →

Comme chaque année le domaine pédagogique et expérimental a accueilli plus d'une centaine d'essais dans ses installations expérimentales dont les trois-quarts sont réalisés par des UMR de l'IFR QUASAV (UMR GENHORT, SAGAH, PMS et PaVé).

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

- Programme ITK en collaboration avec l'Astredhor : Il s'agit de l'application de la technique de microbouturage aux arbres d'alignements avec un transfert technologique vers les professionnels via le Lycée Horticole de Romans sur Isère. Expert scientifique : Gilles Galopin, MCF-Agrocampus Ouest, Département STPH et UMR Sagah.

- Développement différentiel du FORC (*Fusarium oxysporum* f. sp. radicum) entre un substrat de référence et un substrat à base de bois défibré (Hortifibre®) en collaboration avec l'entreprise La Florentaise-Pro : Après l'inoculation du champignon, le développement du FORC sur les plants cultivés sur Hortifibre® est inférieur à celui des plants cultivés sur fibre de coco. Expert scientifique : Michel Tharaud MCF-Agrocampus Ouest département Sciences Biologiques et UMR PaVé.

En 2008 le domaine pédagogique et expérimental a loué ses services (suivi cultural et surface de serre) à des partenaires extérieurs : SNES GEVES, ITEPMAI, Fleuron d'Anjou, GIE IFO, BHR.

Accueil de stagiaires

Dinh-Michel Deguyenne, étudiant de l'Institut des Sciences et Techniques de l'Ingénieur d'Angers en Master 1^{er} année Ingénierie Automatique & Informatique d'Entreprise: « développement de l'interface de pilotage d'un système d'acquisition et de transmission de données pour cultures sous serre », 3 mois.

Chloée Patrier, Etudiante d'Agrocampus Ouest, Master 1^{er} année option Horticulture : « microbouturage sur *Ostrya* et *Tilia* (projet ITK) »



Participation colloque

Rémi Gardet 2008. Un enjeu écologique : la récupération de l'eau de pluie ; l'eau & les jardins en Anjou : imaginaire, paysage et savoir-faire. Conseil général Maine et Loire, 22 et 23 mai.

Contact

Rémi GARDET, responsable du domaine pédagogique et expérimental, Agrocampus Ouest centre d'Angers - INHP, 2, rue Le Nôtre, 49045 Angers cedex 01, tél. 02 41 22 54 65 -



Photos des deux types de tailles sur *Tilia platyphyllos* et *Ostrya carpinifolia* conduit dans le cadre de l'essai ITK Astredhor (taille à deux et trois métamères) – Chloée Patrier, Agrocampus Ouest 2008.

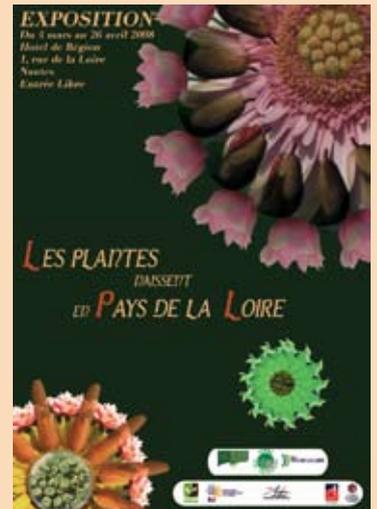
CULTURE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

■ Exposition : « Les plantes naissent en Pays de la Loire ».

L'innovation dans le végétal représente un atout stratégique en Pays de la Loire. Qu'il s'agisse de l'évolution des techniques de culture, des tactiques commerciales ou de la création variétale, la quête de nouveauté est constamment présente dans l'activité des entreprises.

Cette exposition, centrée sur l'innovation variétale depuis 1800, apporte un regard historique sur le premier axe de développement du Pôle de compétitivité à vocation mondiale, Végépolys. Conçue à l'intention du grand public, elle vise à renforcer les liens entre les acteurs du pôle et la population, de mettre en évidence l'ancrage traditionnel des entreprises du végétal et de la recherche dans la Région. L'objectif est de donner la possibilité aux ligériens de s'approprier la science en train de se faire et l'économie de leur territoire.

L'exposition aborde le végétal comme un objet culturel, à la fois esthétique et porteur de sens. Le rapport de l'homme avec les plantes cultivées reflète l'évolution des usages sociaux des végétaux et la préoccupation continue d'améliorer les plantes, qu'elles soient destinées à l'alimentation ou à l'ornement. Des travaux de l'UMR GenHort sont présentés dans cette exposition.



Dans cette exposition, la création de nouvelles variétés de plantes horticoles est présentée à travers : une explication historique et pédagogique ; des plantes marquantes : « albums de naissance » des variétés ; des végétaux ; dans une scénographie composée de 4 espaces : laboratoire, serre, verger, marché.



L'exposition à l'Hôtel de Région-Nantes, printemps 2008 (V. Millot, TDS)

L'exposition a été présentée à l'Hôtel de Région à Nantes, dans les Espaces régionaux de La Roche-sur-Yon, Laval et Le Mans, au Jardin extraordinaire de La Mothe Achard (85) durant l'été, puis au Service des Archives départementales à Angers. Environ 10 000 personnes ont découvert cette exposition qui valorisait les obtentions et co-obtentions de l'INRA, le plus souvent dans des partenariats avec des pépiniéristes de la Région.

A noter la parution d'un numéro de *Têtes chercheuses* dédié au végétal dans lequel des chercheurs du centre INRA ont publié plusieurs articles

Bibliographie

- Gaignard J.L. 2008. Un siècle de recherches sur le végétal en Anjou, 303. *Arts. Recherches. Créations. Revue culturelle des Pays de la Loire*, Numéro spécial *Végétal*, 103, 268-270.
- Pavie C. 2008. « Histoire du végétal cultivé. L'horticulture en Anjou au XIX^e siècle : un terreau fertile pour l'innovation ». 303. *Arts. Recherches. Créations. Revue culturelle des Pays de la Loire*, N° spécial *Végétal*, 103, 20-28.
- Pavie C. 2008. « Culture en fleurs » et « Histoires de poires », *Têtes chercheuses*, 6, 4 et 6.
- Chevreau E. 2008. « Au crible des gènes », *Têtes chercheuses*, 6, 10.
- Foucher F. 2008. « Puzzle moléculaire », *Têtes chercheuses*, 6, 11.
- Laurens F. 2008. « Ariane, fruit de la recherche », *Têtes chercheuses*, 6, 12.
- Cadic A., Belin J. 2008. « La fabrique des mutants », *Têtes chercheuses*, 6, 12.
- Leprince O. 2008. « La graine et la levée », *Têtes chercheuses*, 6, 13.
- Huché-Thélier L. 2008. « Design végétal », *Têtes chercheuses*, 6, 13.
- Richomme P. 2008. « Trésors moléculaires », *Têtes chercheuses*, 6, 14.
- Delavault P., Simier P. 2008. « La menace de l'Orobanche », *Têtes chercheuses*, 6, 14.

Partenaires

Centre INRA Angers Nantes, UMR GenHort, Agrocampus Ouest, Centre d'Angers INHP, Université d'Angers MSH, Université de Nantes Centre F.Viète, Archives départementales de Maine et Loire, Archives de la Ville d'Angers, Muséum des Sciences Naturelles Dt Botanique, Service des Parcs et Jardins Ville d'Angers, Bureau Horticole Régional, Terre des Sciences. Le programme « Histoire, mémoire et archives du végétal » a été soutenu dans le cadre d'une action concertée intégrant le ministère de l'Enseignement supérieur et de la recherche et ANR, la Région des Pays de la Loire, le Département de Maine et Loire, la Ville d'Angers et la CCI d'Angers.

Contacts

Cristiana PAVIE, Maison des sciences Humaines, université d'Angers, 5 Boulevard Lavoisier, 49045 Angers cedex 01. Mél : cristiana.pavie@univ-angers.fr
Jean-Luc GAINARD, INRA, 42 rue G. Morel, BP 60057, 49071 Beaucouzé cedex. Mél : Jean-Luc.Gaignard@angers.inra.fr
Jean-Pierre JANDOT, Terre des Sciences, 29 Boulevardd Beaussier, 49000 Angers. Mél : jp.jandot@terre-des-sciences.org

■ Contributions de l'IFR 149 QUASAV aux activités de l'École de l'ADN des Pays de la Loire.

L'École de l'ADN des Pays de la Loire, basée à Angers, a pour vocation d'initier le grand public aux avancées technologiques concernant l'ADN et ses applications. Sous forme d'ateliers pratiques elle propose des formations adaptées au niveau des stagiaires (grand public, scolaires, formation professionnelle)

L'École de l'ADN des Pays de la Loire a sollicité des équipes de l'IFR 149 QUASAV afin de réaliser des ateliers thématiques, soit sous forme de démonstrations lors de manifestations, soit sous forme d'ateliers pratiques, afin d'illustrer le polymorphisme génétique d'une part, et la théorie de Darwin d'autre part.

Ainsi l'UMR GenHort a contribué à la création de l'atelier « Au nom de la Rose » :

L'ADN, extrait à partir de différentes variétés de rosiers, est soumis à un test d'identification variétale reposant sur une variante de la technique de PCR, appelée l'ISSR (Inter Simple Sequence Repeat). Cet atelier permet de définir et d'illustrer le polymorphisme génétique : des variétés d'une même espèce sont génétiquement très proches, mais présentent aussi des différences. Les avantages des marqueurs moléculaires sont décrits et comparés avec les marqueurs morphologiques et biochimiques. L'intérêt des marqueurs moléculaires pour l'identification et la protection variétale (détection de contrefaçon), la sélection variétale (étiquetage des caractères d'intérêts) est abordée au cours de la discussion.



Les variétés de rosiers utilisées (*Rosa wichurana*, Félicité et Perpétue, Old Blush, Westerland, Autumn sunset, mutant de westerland) ainsi que les séquences des amorces ont été fournies par l'UMR GenHort. À ce jour cet atelier a été présenté pour la première fois au grand public dans le cadre de l'expo Linné au Muséum, puis lors de la fête de la science 2007 à Angers et Le Mans, en 2008 à Saumur et dernièrement lors de la manifestation « Végétal en fête » organisé par Végépolys dans le cadre de « Made in Angers 2009 ». Cet atelier est également proposé aux scolaires et souvent choisi par les enseignants des lycées agricoles.

L'UMR Pavé a permis la création de l'atelier « La théorie de l'évolution » :

L'atelier a pour objectif de présenter les mécanismes moléculaires qui servent de support à la théorie de l'évolution proposée par Darwin. En effet, les données de la génétique, et plus récemment de la biologie moléculaire, permettent d'expliquer l'origine des variations inter-individuelles, variations susceptibles d'être transmises à la descendance et qui constituent la base de la théorie darwinienne. Cet atelier est proposé dans le cadre d'une collaboration avec le Muséum d'Histoire Naturelle d'Angers qui réalise cette année une exposition à l'occasion de l'année Darwin.

Au cours de l'atelier, les participants seront invités à mener eux-mêmes différentes expérimentations qui illustrent le propos.

Après quelques apports théoriques sur la cellule et le matériel génétique les participants observeront deux souches du champignon phytopathogène *Alternaria brassicicola* (responsables de la maladie des taches noires des crucifères) cultivées sur boîte de pétri : une souche sauvage et une souche ayant subi une mutation ponctuelle lui conférant la résistance à un fongicide. Les participants compareront l'état des deux souches, en présence ou absence de fongicide dans le milieu.

Les stagiaires disposeront d'échantillons d'ADN provenant des deux souches de champignons précédemment observées, l'une sauvage, l'autre mutante (il s'agit d'une séquence d'ADN provenant du gène sur lequel porte la mutation étudiée, qui aura été amplifiée auparavant par la technique de PCR). Les participants réaliseront individuellement un dépôt sur gel d'électrophorèse pour déterminer la taille des fragments amplifiés. D'autre part, chacun des deux échantillons sera séquencé au cours d'une manipulation collective utilisant la technique de pyroséquençage. La comparaison des deux séquences permettra de localiser et de caractériser la mutation en cause.

Contacts

Nelly BATAILLE-SIMONEAU (directrice), Sandrine LALAIN (responsable) ; École de l'ADN des Pays de la Loire, 22 rue Amsler, 49000 Angers. Tel : 02 41 73 59 63, Fax : 02 41 73 59 64.

Mél : info@ecole-adn-pdl.fr / www.ecole-adn-pdl.fr