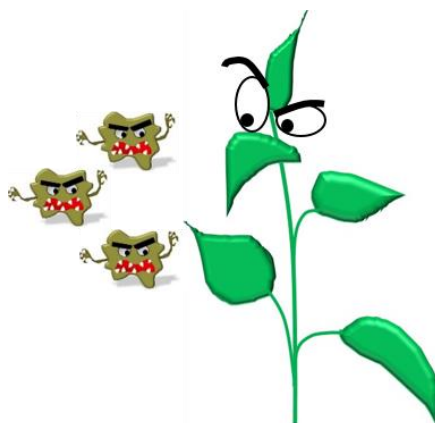


La boîte à innovations d'Objectif Végétal

Protection des plantes : vers des SDP plus efficaces

- > SDP (Stimulateurs de Défense des Plantes)
- > Inhibiteurs de la réponse adaptative des bio-agresseurs
- > Phénotypage



- > Epigénétique
- > Outils d'aide à la décision
- > Efficacité en conditions de production

Edito



Philippe Simoneau,

Vice-Président recherche [Université d'Angers](#)
Coordinateur scientifique du [RFI Objectif Végétal](#)

Le programme régional « [Objectif Végétal](#), Recherche Formation & Innovation en Pays de la Loire » (2014-2019) a pour objectif d'amener le pôle ligérien à devenir dans cinq ans un pôle d'excellence international de formation, de recherche et d'innovation sur le végétal spécialisé.

Il est mené par les forces locales d'enseignement et de recherche, déjà regroupées en une Structure Fédérative de Recherche : la [SFR Quasav](#) (Qualité et Santé du Végétal), et travaille en lien étroit avec [VEGEPOLYS](#) pour renforcer les synergies entre la recherche et l'innovation. Dans ce cadre, il contribue à la construction et à la promotion d'une offre de la recherche académique aux entreprises.

Cette lettre, originale par son entrée thématique, permet de mettre en relief les résultats marquants de la recherche ligérienne, les projets en cours, les compétences mobilisées ainsi que les opportunités de partenariat avec le privé.

Ce premier numéro s'inscrit dans le contexte de la mise en place par l'[INRA](#) d'un consortium public-privé de recherche et innovation sur le bio contrôle. Il montre l'implication croissante des chercheurs ligériens dans ce domaine, comme en témoigne la création du projet [LabCom ESTIM](#), laboratoire commun à l'[IRHS](#) (Institut de Recherche en Horticulture et Semences) et à la [SAS AREXHOR Pays de la Loire](#) (station d'expérimentation et de R&D). Les techniques alternatives de protection des végétaux sont très attendues des législateurs et des consommateurs. Les chercheurs sont conscients qu'un travail de fond doit permettre aux professionnels de proposer et d'utiliser de nouveaux intrants qui garantissent la réduction de l'usage des produits phytosanitaires.

A la recherche d'un partenariat ?

Deux contacts pour vous aider à construire vos projets et à les soutenir :

ENTREPRISES

Projets
collaboratifs
innovants

FORMATION

RECHERCHE



Emeline Defosse, contact pour accompagner vos projets de R&D et vous mettre en relation
emeline.defosse@vegepolys.eu



Tanegmart Redjala, interface de proximité avec les laboratoires de la Structure Fédérative de Recherche Quasav.
tanegmart.redjala@univ-angers.fr

RAPPEL DES CONCEPTS

Les plantes se défendent contre leurs bio-agresseurs

Elles sont capables de percevoir les attaques des champignons, bactéries, insectes, et mettent en place des mécanismes de défense, comme par exemple la production de phytoalexines, molécules à actions anti-microbienne et insecticide.

1. Barrières physiques :

Renforcement local des parois cellulaires

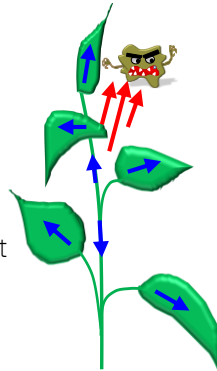
Ex.: **épaississement**, **rigidification**

2. Barrières chimiques:

Emission locale de composés à action anti-microbienne et insecticide

Ex.: **Phytoalexines**

↑ **Espèces réactives de l'oxygène (ROS)**
↑ **Protéines de défense contre les agents pathogènes**



3. Voies de signalisation :

Emission de signaux qui activeront les défenses dans toute la plante

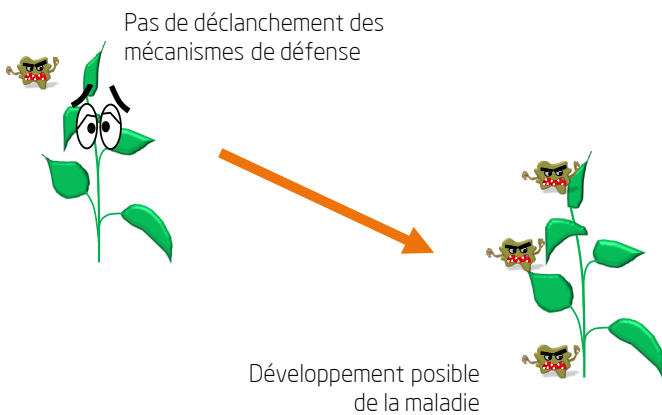
Ex.: **Acide jasmonic**

↑ **Ethylène**
↑ **Acid salicilique**

Pourquoi certaines plantes tombent-elles malades ?

→ Soit parce que les molécules de défense sont produites en trop petites quantités ou trop lentement pour être efficaces.

Default dans la perception du danger

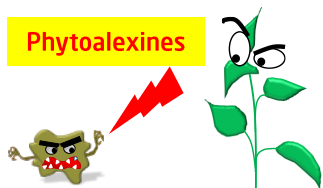


→ Soit parce que les bio-agresseurs sont capables de tolérer l'effet toxique des molécules de défense de la plante.

1. Attaquée par le bio-agresseur, **la plante induit des défenses**, dont la production de phytoalexines (activité antimicrobienne)

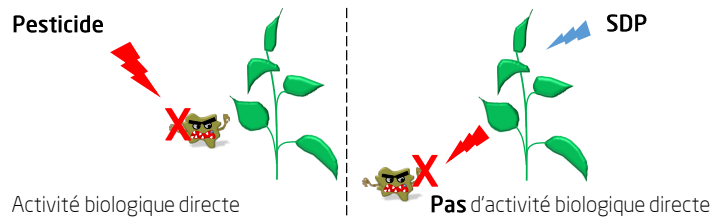
2. Réponse adaptative du bio-agresseur :

- > Détoxification
- > Renforcement des parois
- > Rejet des phytoalexines



Une nouvelle génération d'intrants agricoles

→ **Concepts de SDP** (Stimulateurs des Défenses des Plantes). A l'image d'un vaccin, les SDP miment l'attaque d'un bio-agresseur et forcent ainsi la plante à activer ses défenses de façon temporaire.



Les SDP visent avant tout la protection contre des agressions biotiques.

Les **SDP directs** déclenchent immédiatement des mécanismes de défense, même en l'absence de bio-agresseurs.

Les **SDP potentialisateurs** préparent la plante à déclencher ses défenses en cas de bio-agression ultérieure.

→ **Concept d'inhibiteur de la réponse adaptative des pathogènes aux défenses des plantes.**

Action biocide des phytoalexines produites par la plante

Phytoalexines



Inhibiteur de la réponse adaptative du bio-agresseur

Le bio-agresseur perd sa tolérance aux phytoalexines

RESULTATS DE LA RECHERCHE

Evaluation du pouvoir SDP de produits candidats et utilisation au champ

► En laboratoire : développement de deux niveaux de crible

La **qPFD®** (puce quantitative faible densité) permet de cribler les produits capables d'activer 28 indicateurs de défense de la plante visée.

> Test fonctionnel sur pommier, vigne, tomate, pomme de terre

Des **tests de protection** permettent de cribler les produits sur leur capacité à contrôler une maladie ou un ravageur en conditions contrôlées.

> Test fonctionnel sur différents pathosystèmes, ex:
Pommier / *Venturia inaequalis* (tavelure)
Pommier / *Erwinia amylovora* (feu bactérien)

Transfert de technologie à Angers :

Les deux niveaux de crible sont effectués en routine, sur prestation, au sein du [Centre R&D de VEGEPOLYS](#).



► En conditions de production : analyse de facteurs influant sur l'efficacité des SDP et étude de leur intégration dans les itinéraires techniques

Les résultats du projet **DEFI-STIM** (2010-2013) étaient prometteurs sur pommier, et les recherches se poursuivent dans l'actuel projet Casdar **PEPS***

marie-noelle.brisset@inra.fr



Inhibiteurs de la réponse adaptative des bio-agresseurs aux phytoalexines

Les pathologistes des semences angevins ont caractérisé les mécanismes de la réponse adaptative des champignons aux phytoalexines. Ils ont co-breveté, avec le laboratoire SONAS, des molécules naturelles capables d'inhiber la voie du renforcement pariétal du champignon, par exemple la chélérythrine (alcaloïde naturel). Seuls les bio-agresseurs en contact avec les phytoalexines sont affectés par la chélérythrine.

Le concept a été validé *in vitro* sur plusieurs pathosystèmes et avec différentes phytoalexines. Il a été également validé *in planta*, par exemple sur le pathosystème Chou / *Alternaria brassicicola* (image ci-contre).

sans chélérythrine

Les défenses de la feuille ne suffisent pas à combattre le champignon



avec chélérythrine

Le champignon est fragilisé ce qui permet à la feuille de se défendre efficacement



thomas.guillemette@univ-angers.fr

PROJETS RECENTS



LabCom ESTIM (2015-2018) – *projet financé par l'ANR*

Laboratoire commun à l'**IRHS** (Institut de Recherche en Horticulture et Semences) et à la SAS **AREXHOR Pays de la Loire** (station d'expérimentation et de R&D), visant à développer à Angers un savoir-faire dédié à l'évaluation des **STIMulateurs des plantes (SDP et biostimulants)** sur espèces végétales d'intérêt.

Sorties attendues pour les **professionnels** :

- Des **outils d'aide à la décision** variés (moléculaires, immunologiques ou d'imagerie) pour cribler les biostimulants et SDP en fonction de leur mode d'action,
- Des additifs **favorisant l'effet des SDP** en inhibant la réponse adaptative des bio-agresseurs aux défenses des plantes.

***PEPS** (projet CASDAR 2014-2018) :

Evaluation et optimisation de SDP dans les stratégies de protection phytosanitaire en verger de pommiers.

THESES DE DOCTORAT



Romain Warneys, Etude des mécanismes épigénétiques impliqués dans la potentialisation des défenses du pommier par les SDP (projet **Pomme d'Epi**)

alexandre.degrave@agrocampus-ouest.fr



Kay Gulli, Implication des régulations épigénétiques dans la mémorisation du traitement par un éliciteur chez la pomme et *Arabidopsis*.

etienne.bucher@univ-angers.fr

Exemples de sujets de collaboration



Applications potentielles des travaux sur les **SDP** :

- Mise au point du test **qPFD®** sur **d'autres espèces cultivées**
- Optimisation de l'utilisation des SDP en **conditions de production**
- Identification de **marqueurs épigénétiques** de l'action des SDP
- Impact des SDP sur les **microorganismes non cibles** (détection de façon non ciblée de microorganismes associés aux semences)

Applications potentielles des **inhibiteurs de la réponse adaptative des bio-agresseurs** :

- Evaluer les inhibiteurs sur de **nouveaux pathosystèmes** (champignons & bactéries)
- Evaluation de **l'action synergique** de SDP et d'inhibiteurs de la réponse adaptative des bio-agresseurs
- Encapsulation de semences dans une **formulation contenant des inhibiteurs de la réponse adaptative**

➔ **Renforcez votre R&D** en recrutant un **doctorant CIFRE** (soutien financier de l'**ANRT** et du **CIR**), un **jeune docteur** (aide financière du **CIR**) ou un **étudiant en alternance** (en contrat de professionnalisation ou d'apprentissage)



Formations à destination des entreprises

Nouveau module dispensé par Agrocampus Ouest et l'Université d'Angers, **du 8 janvier au 12 janvier 2018**

- **Bio-contrôle** d'origine microbienne et métabolique : exploitation des micro-organismes et des stimulateurs de défense pour la protection des plantes



Catalogue en ligne d'**Agrocampus Ouest**

> agrocampus-ouest/formation-tout-au-long-de-la-vie



Catalogue en ligne de l'**École Supérieure d'Agriculture**

> groupe-esa/formation-tout-au-long-de-la-vie



Catalogue en ligne de l'**Université d'Angers**

> universite-angers/formation-continue/Offre-de-formation

Ou faites-nous part de vos besoins !

Licences de brevets

- **WO/2011/161388** : Dispositif pour déterminer ou étudier l'état de stimulation des défenses naturelles de plantes ou parties de plantes
> Contact INRA transfert: claire.lemontey@paris.inra.fr
- **WO/2014/012766A1** : Agents inhibiteurs de la réponse adaptative des champignons, pour la protection des plantes contre des infections fongiques
> Contact SATT Ouest Valorisation: herve.le-deit@ouest-valorisation.fr
> www.ouest-valorisation.fr/la-map-des-technologies-proposees-par-ouest-valorisation



Objectif Végétal. Recherche, Formation & Innovation en Pays de la Loire est un programme régional (2014-2019) impulsé par la Région Pays de la Loire qui implique les établissements d'enseignement supérieur et de recherche ([Université d'Angers](http://Universite-d-Angers), porteuse du projet, [Agrocampus Ouest](http://Agrocampus-Ouest), ESA, Inra, [Université de Nantes](http://Universite-de-Nantes)) ainsi que le pôle de compétitivité [Végépolys](http://Vegépolys).
Objectif Végétal a pour objectifs de renforcer la visibilité de la recherche amont, d'accroître l'attractivité du pôle de formation et ses liens avec les entreprises, de développer les collaborations avec les entreprises et de renforcer la valorisation économique des résultats de la recherche académique.

Contact **La boîte à innovations d'Objectif Végétal** :

Tanegmart Redjala, Chargée de détection & d'affaires Objectif Végétal - tanegmart.redjala@univ-angers.fr - www.objectifvegetal.univ-angers.fr

Maison de la Recherche, Campus du Végétal, 42 rue Georges Morel - CS 60057, 49071 Beaucouzé Cedex - 02 49 18 04 59