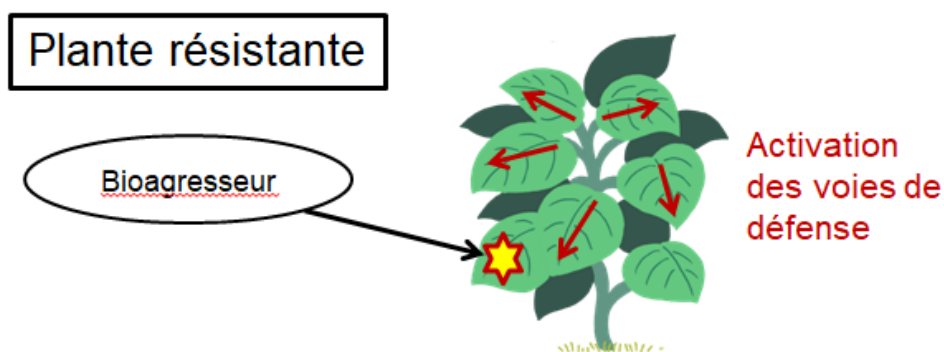


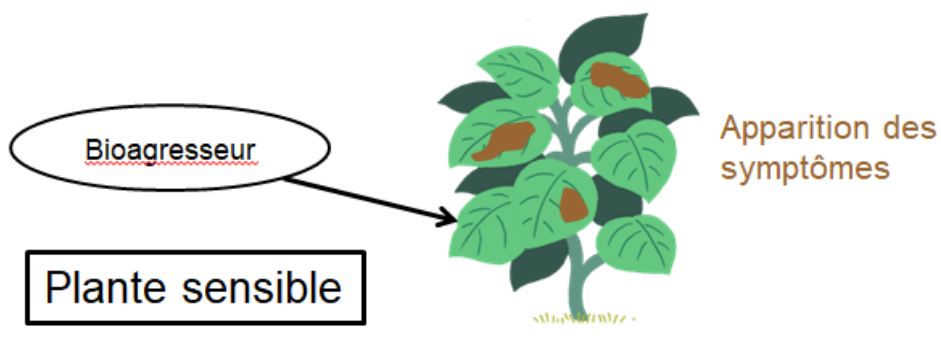
qPFD® : un outil pour étudier l'induction des défenses des plantes

Les stimulateurs des défenses des plantes (SDP) constituent aujourd'hui une solution prometteuse pour la protection des cultures. Afin de pouvoir évaluer la capacité d'un produit à activer les défenses d'une plante, l'INRA a mis au point la puce qPFD® (Puce à Faible Densité quantitative). Cet outil moléculaire permet d'évaluer rapidement le niveau d'expression de gènes des voies de défense chez une plante. Les acteurs du biocontrôle et des filières agricoles peuvent ainsi mieux connaître le mode d'action de produits en développement ou déjà sur le marché.

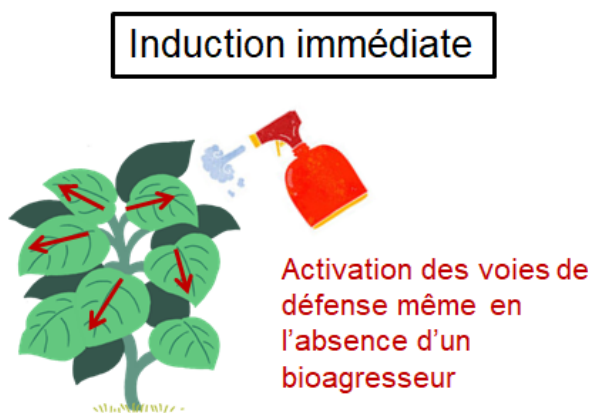
Les plantes sont capables de percevoir l'attaque d'un bioagresseur (bactérie, champignon, virus, insecte,...). Une fois cette détection réalisée, elles mettent en place des [mécanismes de défense](#). Les plantes résistent ainsi naturellement à la majorité des bioagresseurs.

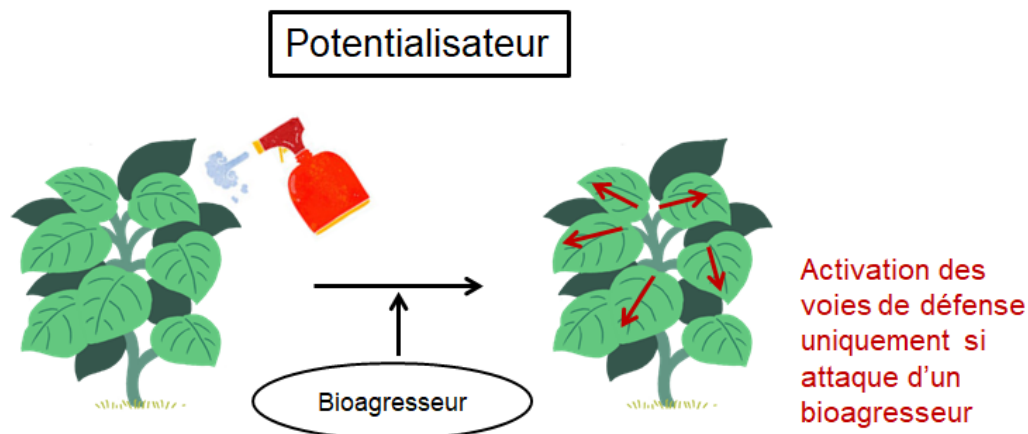


Cependant, **certains microorganismes ou ravageurs se sont adaptés et réussissent à contourner les défenses de la plante cible**. Celle-ci ne détecte pas ou détecte de manière incomplète l'attaque. Par conséquent, elle ne déclenche pas ses défenses. Le bioagresseur pourra alors s'installer, se multiplier et entraîner des symptômes de maladie, voire la mort de la plante.



Les **stimulateurs des défenses des plantes** (SDP) sont des molécules ou des microorganismes non-pathogènes qui **permettent de mimer l'absence de détection précoce des bioagresseurs par la plante**. Ils sont capables d'induire chez une plante des modifications physiologiques, locales ou systémiques, conduisant à la mise en place de mécanismes de défense. Ils fonctionnent un peu à la manière des vaccins. Il existe deux types de SDP : ceux qui activent les défenses dès leur application sur la plante et ceux qui n'activent les défenses qu'en présence ultérieure du bioagresseur (on parle alors d'effet **potentialisateur**).





Les produits de type SDP présentent de nombreux atouts dans le contexte actuel de réduction des pesticides. De par leur mode d'action indirect, sans effet délétère sur les cellules, et leur bonne biodégradabilité, **les SDP sont a priori moins toxiques pour l'homme et l'environnement que les traitements chimiques conventionnels**. Ils n'ont en effet, pour la plupart d'entre eux, pas d'action biocide directe sur les bioagresseurs. Par ailleurs, **leur spectre d'action est potentiellement plus large** car ils mettent en place une importante palette de mécanismes de défense. Enfin, **leur mode d'action indirect et varié rend plus difficile l'émergence de résistance chez les bioagresseurs**.

Avant de tester l'efficacité d'un SDP sur le terrain, il est nécessaire d'**évaluer sa capacité à activer les défenses des plantes**. Dans cet objectif, l'équipe de Marie-Noëlle Brisset à l'[IRHS](#) (UMR 1345) de l'INRA d'Angers a développé un **dispositif original permettant l'étude simultanée de différentes voies de défense chez les plantes** ([brevet WO/2011/161388](#)), impliquées dans la réponse aux stress biotiques et/ou abiotiques : **la puce « qPFD® » (Puce à Faible Densité Quantitative)**.

Il s'agit d'un **outil de diagnostic moléculaire** qui permet d'évaluer, à un instant donné, le niveau d'expression d'un ensemble de **28 gènes cibles localisés sur différentes voies de défense** dont l'expression, seule ou en combinaison, renseigne sur l'état de stimulation des défenses des plantes testées.

Liste des 28 gènes de défense étudiés par la puce qPFD®

Classes et sous-classes de défense		Code	Noms des gènes
Barrières chimiques et/ou physiques	Protéines PR	PR-1	Pathogenesis-related protein 1
		PR-2	Pathogenesis-related protein 2 (glucanases)
		PR-4	Pathogenesis-related protein 4 (hevein-like)
		PR-5	Pathogenesis-related protein 5 (thaumatin-like, osmotin)
		PR-8	Pathogenesis-related protein 8 (class III chitinase)
		PR-14	Pathogenesis-related protein 14 (lipid transfer protein)
		PR-15	Pathogenesis-related protein 15 (oxalate oxidase)
	Voie des phénylpropanoïdes	PAL	Phenylalanine ammonia-lyase
		CHS	Chalcone synthase
		DFR	Dihydroflavonol reductase
		ANS	Anthocyanidin synthase
		PPO	Polyphenol oxidase
	Voie des isoprénoïdes	HMGR	Hydroxymethyl glutarate-CoA reductase
		FPPS	Farnesyl pyrophosphate synthase
		Far	(E,E)-alpha-farnesene synthase
	Voie de la cystéine	CSL	Cystéine lyase
	Stress oxydant	APOX	Ascorbate peroxidase
		GST	Glutathion S-transférase
		POX	Peroxidase
	Modifications pariétales	CalS	Callose synthase
Pect		Pectin methyl esterase	
CAD		Cinnamyl alcool dehydrogenase	
Signalisation hormonale	Voie de l'acide salicylique	EDS1	Disease resistance protein EDS1
		WRKY	WRKY transcription factor 30
	Voie de l'acide jasmonique	LOX2	Lipoxygenase AtLOX2
		JAR	Jasmonate resistant 1
	Voie de l'éthylène	ACCO	1-aminocyclopropene-1-carboxylate oxidase
	EIN3	EIN3-BINDING F BOX PROTEIN 1	

La puce qPFD® peut être utilisée pour :

- L'**étude du mode d'action** de produits de protection des plantes ;
- L'identification et la **caractérisation de nouvelles molécules SDP** ou le criblage de produits éliciteurs déjà sur le marché ;
- L'**optimisation de l'utilisation** seule ou combinée de ces produits (dose, délai de réponses, durée d'action, etc.) ;
- L'évaluation de l'effet d'**induction immédiate** ou **potentialisateur** de chaque produit testé ;
- La **sélection de plantes réactives** à l'action de produits SDP ;

- L'**étude de l'impact variétal** dans la réponse aux produits SDP ;
- L'**étude de la régulation des voies de défense** avec différents itinéraires techniques ou différentes variétés.

Le développement de cet outil a d'abord été initié sur pommier avant d'être transposé à d'autres espèces végétales, telles que la **tomate**, la **pomme de terre**, la **vigne** et le **blé**. Aujourd'hui, la licence pour cet outil a été acquise par différents laboratoires, dont [Vegenov](#). Il permet aux entreprises développant des solutions de protection des cultures de mieux comprendre le mode d'action de leurs produits.

Référence :

Marolleau B., Staub J., Barrière Q., Indiana A., Gravouil C., Chartier R., Heintz C., Devaux M., Tharaud M., Paulin J.P., Dugé de Bernonville T., Brisset M.N.. 2013. La qPFD, un outil de criblage des SDP alias stimulateurs de défense des plantes. Phytoma, n°664

Ce billet a été rédigé conjointement par Céline Hamon, responsable biologie cellulaire et Juliette Clément, chargée de veille et recherche documentaire
Crédit photo : Super hero plant pot pointing with cape © CurvaBezier - @Fotolia