

Les réactions de défense sont généralement induites par les « éliciteurs », composés qui sont issus soit du bioagresseur, soit de la plante attaquée. Il s'agit par exemple de composés spécifiques présents dans la salive des chenilles, de composés produits par les champignons, de phytohormones, ou bien de produits de dégradation de la paroi végétale attaquée par un champignon. Les blessures ou certaines modifications physiologiques comme la modification du pH intercellulaire due, par exemple, à la production d'acide oxalique par le pathogène, peuvent également être à l'origine d'induction de mécanismes de défense.

L'utilisation agronomique des éliciteurs et l'activation des défenses naturelles des plantes

L'application externe sur un végétal de substances élicitrices, qu'elles soient naturelles ou de synthèse, permet de stimuler les agressions extérieures, amenant la plante à activer ses mécanismes de défense, même en l'absence de tout pathogène. Certains éliciteurs agissent comme le vaccin qui stimule les défenses immunitaires chez l'homme ou l'animal.

Les éliciteurs ont essentiellement une action préventive. Pour certaines maladies, l'intérêt d'un positionnement juste après le démarrage de l'infection pourrait être une piste d'étude intéressante.

L'origine des éliciteurs testés en agriculture

Les éliciteurs qui peuvent être appliqués sur les plantes sont de nature variée. Ils ont souvent une origine naturelle (minérale, animale, végétale ou microbienne). Certains sont issus de l'extraction réalisée à partir de microorganismes pathogènes ou de plantes par exemple. Mais on utilise parfois aussi des analogues de substances naturelles, obtenus par synthèse chimique. C'est par exemple le cas de l'acide salicylique, présent naturellement chez les plantes mais vendu sous la forme d'un analogue fonctionnel de synthèse (Acibenzolar-S-Méthyl ou ASM). Par ailleurs, certains fongicides ou herbicides possèdent aussi des effets éliciteurs préventifs, en complément de leur action principale.



L'harpine, testée pour ses effets éliciteurs, est une protéine isolée à partir de la bactérie causant le feu bactérien

Exemples d'éliciteurs

En France, certaines molécules capables de stimuler les défenses naturelles des plantes sont homologuées en tant que produits phytopharmaceutiques (tableau 1). De nombreuses autres substances sont citées dans la littérature pour leurs possibles effets éliciteurs, mais ne possèdent pas d'homologation pour le moment (tableau 2).

Tableau 1 : éliciteurs homologués en France

D'après le site officiel e-phy, catalogue du Ministère de l'Agriculture concernant les produits phytopharmaceutiques homologués en France, consulté le 12/11/08

Substance	Origine	Spécialité commerciale homologuée
Laminarine	oligosaccharide extrait de l'algue brune marine <i>Laminaria digitata</i> (origine naturelle)	-IODUS 2 CEREALES Sur blé et orge (fongicide) -IODUS 2 CULTURES SPECIALISEES Sur poirier, cognassier, nashi et pommier (feu bactérien) Sur fraisier (fongicide)
FEN 560	issu de graines de fenugrec, plante légumineuse (origine naturelle)	-STIFENIA Sur vigne (fongicide)
Acibenzolar-S-Méthyl (ASM ou BTH)	analogue fonctionnel de l'acide salicylique (origine synthétique)	-BION 50 WG Sur blé (fongicide) Sur tomate (bactéricide)

En complément, on peut également citer certains fongicides classiques homologués en France, qui présentent plusieurs modes d'action biochimiques, parmi lesquels une action de stimulation des défenses naturelles. C'est le cas du fosétyl-aluminium, de l'hyméxazol ou du cymoxanil.

Tableau 2 : exemples de substances citées dans la littérature pour leurs possibles effets éliciteurs

Les données de ce tableau ne constituent en aucun cas des préconisations et ne peuvent pas non plus être utilisées en vue de préconisations

Substance / origine	Cible(s) potentielle(s)
Chitosan - Extrait de carapaces de crustacés	<i>Botrytis cinerea</i> sur vigne et tomate, Oïdium sur raisin, fraise et rose,
Harpine - Protéine isolée à partir de la bactérie pathogène <i>Erwinia amylovora</i>	Diverses maladies sur cultures légumières et fruitières,
Extrait de la plante <i>Reynoutria sachalinensis</i> (Renouée de Sakhaline)	Oïdium sur les cultures ornementales, fruitières et légumières,
Acide β -aminobutyrique (BABA) - Synthétisé par certains végétaux	<i>Phytophthora infestans</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> , <i>Botrytis cinerea</i> sur tomate, <i>Plasmopara viticola</i> sur vigne, <i>Phytophthora infestans</i> sur chou fleur, <i>Bremia lactuca</i> sur laitue, nématodes,
Cellulases produites par le champignon <i>Trichoderma harzianum</i>	<i>Fusarium oxysporum</i> sur melon, concombre, tomate,
Phosphites d'origine minérale	Diverses maladies des cultures légumières et ornementales, de la vigne et de la pomme de terre.

Pour qu'un produit soit homologué, il faut que la matière active qui le constitue soit inscrite sur une liste validée par l'Union Européenne, actuellement en cours de réévaluation (annexe I de la directive européenne 91/414/CE). La laminarine et l'ASM sont effectivement inscrites sur cette liste. Concernant le FEN 560, la matière active a reçu une autorisation provisoire en attendant que des informations complémentaires permettent l'évaluation complète de cette molécule.



Le fenugrec est une plante à l'origine d'un éliciteur



L'oidium sur blé, une des maladies contre laquelle des éliciteurs sont homologués en France

L'acide salicylique possède un rôle clé dans les mécanismes naturels de défense et est connu, avec ses dérivés, pour avoir une action préventive dans la protection des plantes. L'ASM a d'ailleurs bénéficié d'une homologation sur blé et tomate.

Par ailleurs, l'ASM entre aussi dans la composition de certains fongicides en association avec la fenpropidine ou le méfénoxam avec, respectivement, des usages autorisés sur blé et sur tabac, épinard, plantes aromatiques et médicinales.

La recherche et l'innovation

La diversité des molécules potentiellement élicitrices constitue un vaste champ d'investigation pour la recherche. Divers organismes réalisent des tests en laboratoire et au champ pour identifier les substances possédant un effet éliciteur, préciser leur mode d'action sur les plantes, évaluer leur efficacité et la durée de la protection en fonction de la dose, et définir les modalités de leur utilisation. C'est le cas notamment de BBV (Bretagne Biotechnologies Végétales), de l'Astredhor, de la FREDON Nord Pas-de-Calais, de l'université de Reims, de l'École Supérieure de Microbiologie et Sécurité alimentaire de Brest, du Centre de Recherche Agronomique de Gembloux, de l'INRA, du CNRS, du Ctifl, du GRAB... Un groupe de travail animé par BBV a été formé : il s'agit d'Elicitra. Ce groupe a pour but de partager les connaissances et les savoir-faire sur les stimulateurs de défense des plantes, de mettre en avant les limites techniques et de trouver des solutions d'optimisation.

Les études sont menées sur les différentes filières végétales : cultures légumières, cultures ornementales, arboriculture fruitière, pomme de terre, céréales, vigne, tabac...

Exemple d'un essai mené sur cyclamen par BBV

Il s'agit de protéger la plante contre la fusariose du cyclamen (*Fusarium oxysporum* f.sp.cylaminis).

De gauche à droite sur la photographie :

- Référence chimique (R)
- Eliciteur testé (E)
- Témoin traité à l'eau (T)

L'efficacité de l'éliciteur testé est proche de celle de la référence chimique. Sur le témoin, la maladie entraîne une réduction du volume de la plante et un jaunissement des feuilles.



L'intérêt et les limites des éliciteurs

- Les éliciteurs agissent souvent sur un large spectre d'agresseurs et sur un grand nombre d'espèces végétales. Cela permet d'envisager une solution nouvelle contre diverses maladies des cultures, notamment celles pour lesquelles le nombre de produits phytopharmaceutiques conventionnels disponibles est actuellement insuffisant ou nul.
- Les éliciteurs induisent des mécanismes de défense variés, limitant ainsi les risques de résistance des organismes-cibles. De plus, l'utilisation d'éliciteurs permet de réduire l'emploi des produits phytopharmaceutiques classiques et donc de retarder ou d'éviter l'apparition de résistance à ces derniers.
- L'efficacité des éliciteurs est variable car elle peut dépendre des conditions environnementales, des choix culturaux et de l'état physiologique de la plante. Au champ, l'efficacité reste souvent inférieure à celle des autres produits phytosanitaires.
- La plupart du temps, les éliciteurs correspondent à des traitements préventifs qui doivent si nécessaire être renforcés par des traitements curatifs classiques. Dans certains cas, ils sont associés avec un fongicide* et permettent de réduire la dose du produit conventionnel tout en maintenant l'efficacité de la protection (effet additif de l'éliciteur et du fongicide).
- Ainsi, même si à l'heure actuelle ils ne permettent pas, pour la plupart, de supprimer complètement l'utilisation des produits classiques, les éliciteurs sont souvent utilisés en alternance ou en association avec ces derniers et permettent d'en réduire l'emploi.
- Les effets non intentionnels sur les auxiliaires sont souvent réduits.

Perspectives

Malgré les lourdeurs réglementaires liées à l'homologation, leur efficacité variable et leur mode d'action parfois encore incomplètement connus, les éliciteurs restent des substances très étudiées en protection des plantes. Ils présentent des avantages techniques et environnementaux certains et, dans le cadre de la protection intégrée, ils arrivent en complément des autres méthodes utilisées, comme la lutte chimique raisonnée mais aussi la protection biologique, la sélection variétale, les mesures prophylactiques et culturales...

* appliquer les produits simultanément seulement si la réglementation sur les mélanges le permet.

Remerciements à Sonia HALLIER de Bretagne Biotechnologies Végétales pour la relecture de cette fiche.

Références bibliographiques sur demande

Cette fiche est financée par le Conseil Général du Nord dans le cadre du programme API'Nord "Agriculture et Protection Intégrée pour le développement durable dans le Nord"



Quelques définitions

Différents types de substances proposées en production végétale revendiquent une action stimulante sur le fonctionnement de la plante : on parle de **phytostimulant** ; ce terme large désigne une substance capable de modifier le métabolisme des végétaux et de favoriser leur nutrition, leur croissance et leur développement. L'apport d'un phytostimulant à un système de culture permet d'obtenir un gain de récolte qualitatif et quantitatif. Ainsi, sous cette dénomination, on retrouve les fertilisants, les biostimulants, les stimulateurs de la croissance aérienne ou racinaire et les activateurs biologiques. A toutes ces appellations correspondent des substances de nature variable (hormones, mycorhizes, matières fertilisantes...), ayant un mode d'action spécifique sur la plante.



La renouée de Sakhaline, une plante à l'origine d'un éliciteur

Les **éliciteurs** sont aussi des stimulateurs des plantes, mais ils **interviennent spécifiquement sur les mécanismes de défense**. Ils sont aussi appelés Stimulateurs de Défense Naturelle (**SDN**). Ces composés constituent des signaux d'alerte et peuvent, par exemple, activer la production de substances défensives, comme des molécules aux propriétés antifongiques ou antibactériennes. Les potentialisateurs sont également des éliciteurs mais le déclenchement des mécanismes de défense ne se produit pas lors du traitement mais lorsque le pathogène infecte le végétal. Ces produits présentent l'intérêt de n'entraîner un coût énergétique pour la plante que lorsqu'une agression a effectivement lieu.

Une substance peut avoir à la fois un rôle de phytostimulant et d'éliciteur.

**Les défenses naturelles des plantes contre les bioagresseurs :
comment cela se passe-t-il dans la nature ?**

Pour subsister face aux bioagresseurs (insectes, champignons, ...), les plantes ont dû élaborer, au cours de l'évolution, différents mécanismes de défenses vis-à-vis de leurs ennemis naturels.

Face aux ravageurs, elles disposent de défenses directes, comme les épines, la pilosité, la faible appétence ou la production de composés toxiques, qui leur permettent de repousser ou d'intoxiquer les ravageurs, d'inhiber leur croissance ou de perturber leur métabolisme. Les plantes disposent aussi de défenses indirectes : en cas d'attaque par des insectes ou des acariens par exemple, elles sont capables, pour se protéger, d'émettre des substances volatiles (terpénoïdes, composés soufrés...), qui constituent des signaux attractifs pour les auxiliaires prédateurs ou parasitoïdes, en leur indiquant la présence d'une proie ou d'un hôte potentiel. Après une infestation par l'acarien *Tetranychus urticae* par exemple, les plants de haricots et de concombres émettent de grandes quantités de substances qui attirent l'acarien prédateur *Phytoseiulus persimilis*.

Face aux pathogènes, les plantes sont protégées naturellement par la cuticule et la paroi cellulaire qui forment des barrières physiques. Malgré cela, si le pathogène pénètre dans la plante, celle-ci est capable de le détecter et de déclencher des mécanismes qui permettent de limiter le développement des maladies : renforcement de la paroi cellulaire (barrière mécanique), production de molécules à action antimicrobienne, mort cellulaire dans le cas de réaction d'hypersensibilité...



Fédération Régionale de Défense contre les Organismes Nuisibles

265, rue Becquerel – B.P. 74 - 62750 Loos-en-Gohelle

Tél : 03.21.08.62.90 – Fax : 03.21.08.64.95

Courriel : fredon@fredon-npdc.com – Site : www.fredon-npdc.com