

Phytostimulants et éliciteurs pour végétaux : propriétés et garanties réglementaires

Par Jean-Claude Fardeau (Chargé de mission INRA et Président de la CMFSC) et Monique Jonis (ITAB)

On trouve à la vente des produits nommés éliciteurs, phytostimulants, bio-stimulants, et bio-fertilisants. Pour leur très grande majorité, ils sont extraits d'organismes vivants. Ils ont pour origine le métabolisme d'organismes vivants, ou contiennent des organismes vivants. Ces produits, fréquemment commercialisés par des PME, sont destinés à une application sur les cultures ou les sols qui vont les porter. Parce qu'ils sont d'origine "naturelle", formulation qui sous-entend "fabriqués par le vivant", ces intrants biotiques sont particulièrement prisés par les producteurs des filières "biologiques".

En effet, l'utilisation de ces produits, leur emploi pourrait permettre de réduire significativement la présence de xénobiotiques dans les chaînes alimentaires.

Il s'agit *de facto* d'intrants impliqués dans le cycle de la production végétale et, in fine, dans la chaîne alimentaire. A ce titre, ces produits, comme tous les intrants à usages agricoles, ne peuvent être mis sur le marché sans contrôle et sans garantie pour l'utilisateur des intrants, comme pour le consommateur final des biens alimentaires traités avec ces produits. Sauf exception rarissime, ces produits sont commercialisés sans contrôle amont ; ils ne bénéficient donc pas de garanties réglementaires, tant pour l'utilisateur que pour le consommateur. Tel est par exemple actuellement le cas très symbolique des purins d'orties.

Intrants destinés aux productions végétales : une nécessaire réflexion complémentaire

L'absence actuelle dans la réglementation française, voire européenne, des qualificatifs "éliciteur", "phytostimulant", "bio-fertilisant" fait qu'aucun produit ne peut aujourd'hui revendiquer officiellement ces qualificatifs. Les

conséquences directes de cette situation sont que les fabricants de telles substances prennent le risque de les commercialiser sans contrôle réglementaire, ou, les commercialisent après homologation en tant que "matière fertilisante", mais présentent ensuite "sous le manteau" des propriétés non démontrées. C'est pourquoi la Commission des Matières Fertilisantes et Supports de Culture (CMFSC)¹ a décidé, à l'occasion de sa réunion d'octobre 2002, de créer un groupe de travail sur la thématique **éliciteurs et phytostimulants**.

Les raisons de cet indispensable travail de réflexion sont quadruples et complémentaires :

- la présence effective, mais souvent discrète sur le marché, d'intrants destinés aux productions agricoles n'ayant pas subi "l'épreuve de la réglementation" leurs permettant d'être commercialisées au moyen d'une autorisation de mise sur le marché, d'une autorisation provisoire de vente, d'une homologation ou d'une entrée par le biais de la normalisation ;
- des demandes de "labellisation" de ces substances émanant des fabricants
- des demandes des utilisateurs qui souhaitent une reconnaissance de leurs pratiques agricoles employant ces produits afin d'aboutir à des produc-

tions "labellisées" ;

- l'inadéquation possible entre la réglementation actuelle et les propriétés de ces produits *a priori* non biocides, mais insuffisamment fertilisants ; et en effet, ni la définition des produits phytopharmaceutiques, ni celle des matières fertilisantes ne s'appliquent vraiment stricto sensu à ces produits.

Eliciteurs et phytostimulants : quelles définitions donner ?

Les phytostimulants et éliciteurs peuvent avoir une origine animale, minérale, végétale ou microbienne, voire être élaborés par synthèse industrielle. Ils peuvent être soit l'extrait brut (préparation à base d'insectes tel les trichogrammes) ou plus ou moins purifié du matériel d'origine, soit le résultat d'une fermentation de ces extraits (purin d'orties). A l'exception des produits obtenus par synthèse industrielle (acétate de 8-dodécényl utilisé comme agent de confusion sexuelle), qui peuvent alors ne comporter qu'une seule molécule active, il s'agit de mélanges souvent extrêmement complexes, et potentiellement variables, de composés organiques dont on n'a pas forcément identifié la ou les molécules actives.

¹ Instance en charge de rendre au Ministre de l'Agriculture des avis sur des thématiques ayant trait aux problèmes de matières fertilisantes.

Définitions fonctionnelles

Un **éliciteur** est une substance capable, dans certaines conditions, de stimuler des mécanismes de défense naturelle : il garde, de facto, son sens premier et international. Ces défenses naturelles seraient dirigées soit contre des bio-agresseurs (maladies, ravageurs), soit contre des stress abiotiques, tels ceux provoqués par le gel. L'éliciteur n'étant pas, par lui-même, *a priori*, un composé biocide ou phytotoxique, une analyse écotoxicologique du type matière fertilisante devrait être suffisante.

Un **phytostimulant** est une substance qui, dans certaines conditions, va favoriser la nutrition ou la croissance et le développement de la plante. Son apport à un système de culture permettrait d'obtenir une récolte supérieure (qualitativement ou quantitativement) à ce qu'elle aurait été sans apport. Un produit peut avoir simultanément les fonctions d'éliciteur et de phytostimulant.

Potentialités admises mais pas complètement reconnues

Les producteurs, les vendeurs, et nombre d'utilisateurs des phytostimulants et éliciteurs, leur prêtent des propriétés toutes plus favorables les unes que les autres pour les plantes. Les propriétés les plus souvent citées sont :

- d'accroître la résistance des plantes à certains agresseurs biotiques ou à des stress abiotiques,
- de favoriser la croissance et le développement des cultures.

Les documents publicitaires pour ces produits "naturels" sont souvent assez vagues sur la nature des effets escomptés, affirmant seulement que leur utilisation a pour conséquence de rendre les cultures "plus belles", "plus fortes".

Les potentialités supposées de ces produits ont évolué depuis quelques années en fonction des connaissances acquises sur certains d'entre eux. Les premiers effets avérés ont été ceux illustrant une lutte contre les **stress biotiques**. C'est-à-dire des effets de type éliciteur *stricto sensu*, induits par les premières attaques des parasites. Partant de ces faits avérés dans certaines conditions, l'idée est née que ces mêmes substances, ou d'autres substances syn-

thétisées par les plantes sous condition de **stress abiotique**, pouvaient accroître également les défenses naturelles des plantes vis-à-vis de stress abiotiques. Deux types de stress abiotiques peuvent contraindre les plantes et en limiter les rendements : des contraintes nutritionnelles touchant aux éléments majeurs, secondaires et oligo-éléments et, des contraintes pédoclimatiques telles que le gel, la sécheresse ou le sel. L'accroissement des défenses naturelles vis-à-vis des stress biotiques commence à être documenté, et scientifiquement expliqué ; par contre, l'accroissement des défenses naturelles contre les stress abiotiques l'est nettement moins.

Les modalités d'action des éliciteurs et phytostimulants

Trois caractéristiques au moins permettent de les distinguer des matières fertilisantes et des phytopharmaceutiques.

- Ces substances agissent à de très faibles concentrations ; à ce titre, elles se différencient très nettement des engrais dont l'action sur le métabolisme s'explique par le prélèvement des éléments nutritifs contenus dans les engrais.
- Les mécanismes de mise en place des défenses naturelles peuvent être activés soit par des métabolites naturellement présents dans les pathogènes et "informant la plante de l'attaque", soit par des substances capables de provoquer le même effet. Autant la spécificité de réactions métaboliques est aisée à comprendre et à admettre dans le premier cas, autant elle est moins évidente dans le second. Pour être efficaces, ces substances doivent être utilisées préventivement afin que la plante puisse développer ou exacerber les mécanismes de défense avant que l'agression et/ou le stress potentiel n'ait lieu. Cette pratique de traitements préventifs pose au moins deux problèmes pratiques :
 - on peut être conduit à épandre ces produits sans raison, dans le cas où l'agresseur et/ou le stress ne se manifesterait pas. La mise en production par la plante de métabolites secondaires consomme du carbone qui n'est plus affecté à la production primaire, à l'image de ce qui advient chaque fois que l'on fait appel à la fixation symbiotique de l'azote, qui consom-

me environ 20 % du carbone fixé par la plante, proportion qui n'est *de facto* plus affectée à la production de matière sèche. Quelle est l'incidence sur le rendement effectif des produits récoltés ?

- Comment, pour des traitements préventifs, identifier les facteurs qui permettraient de déterminer, pour chaque traitement, le choix dans la date ? Il ne peut s'agir de l'apparition des premiers symptômes qui illustrent que l'attaque a déjà eu lieu. L'amélioration des "avertissements agricoles" est certainement une des voies les plus utiles.
- Ces substances n'ont *a priori* pas d'action biocide, elles n'agissent pas directement sur l'agresseur ou la cause du stress. Elles permettraient seulement à la plante soit de mettre en place ses moyens de défense (éliciteurs), soit de mieux utiliser les ressources de son milieu (phytostimulants).

Mécanismes d'action connus, ou supposés, des éliciteurs et des phytostimulants

Le déclenchement des modifications métaboliques au sein de la plante est expliqué, dans les conditions d'emploi préconisées, par la présence, au sein des mélanges "naturels", de molécules-signal reconnues par des plantes, ou des micro-organismes. Ces molécules signal, non toxiques par elles-mêmes, provoquent, sous conditions, une ou plusieurs réactions biochimiques qui modifient le métabolisme, les constituants et le comportement des plantes, ou des sols qui supportent les plantes.

- Dans le cas de stress biotiques, les éliciteurs permettraient d'activer, séparément ou non, au moins trois types de chaînons métaboliques impliqués dans :
 - les biosynthèses de petites molécules non peptidiques à activité antibiotique, telles que les composés phénoliques qui vont imprégner les pectines,
 - les biosynthèses de peptides, protéines ou enzymes anti-microbiens,
 - la création de barrières cellulaires accroissant la résistance mécanique à la pénétration des agents pathogènes.On observe par exemple la formation de gel de pectate de calcium dans les espaces intercellulaires face à des attaques du tabac par phytophthora.
- Dans le cas des stress abiotiques, de

type climatique tels que le gel, les mécanismes proposés font appel à la présence dans les parois des cellules d'oligopolymères d'un sucre, le xyloglucane, qui va accroître la résistance au gel.

- Dans le cas des stress nutritionnels, dont certains pourraient être traités par utilisation de phytostimulants selon les porteurs de ces concepts, les mécanismes proposés n'en sont encore qu'au stade des hypothèses (en effet, peu de tentatives de vérification ont été entreprises). Cependant Chen et al. (2002, 2003) ont montré que l'addition d'un produit commercial, étiqueté "soil biostimulant", contenant un produit de fermentation et des oligo-éléments, modifiait le cycle de l'azote et du carbone dans le sol. Cette modification ne peut résulter que d'une modification du fonctionnement de la biomasse du sol, dans la mesure où seule la biomasse tellurique est en mesure de modifier les cycles de N et de C. On peut comprendre que les rendements des cultures en soient alors modifiés dans des situations où l'azote serait le premier des facteurs limitants.

Dans tous les cas, les effets "accroissement des défenses naturelles" et "stimulation de croissance" résulteraient d'une modification significative de la nature et/ou de la quantité des métabolites synthétisés lorsque les plantes, ou le sol qui les supporte, sont mises en présence d'un stress.

On est en droit de se demander, surtout pour la gestion raisonnée de ces produits, si :

- un stress donné, biotique ou abiotique, conduit systématiquement à l'accroissement des défenses naturelles et/ou à une stimulation de croissance ;
- la présence de molécules de stress est la traduction biunivoque d'un stress donné.

Utilisation de la réglementation actuelle sur les phytosanitaires et les matières fertilisantes ou mise en place d'un complément de réglementation pour des produits éliciteurs ou phytostimulants ?

Il est possible de proposer cinq orientations : elles ne sont absolument pas limitatives, et leur recevabilité doit être discutée.

- 1• Il s'agit d'intrants destinés, *in fine*, à la production de biens alimentaires. Leur mise sur le marché ne peut se faire sans contrôle, tous les intrants à destination de la production agricole,

et en particulier les matières fertilisantes et les phytosanitaires, étant eux-mêmes soumis à une réglementation nationale, ou européenne. L'objet de cette réglementation est, rappelons-le, d'assurer la sécurité alimentaire des consommateurs des produits récoltés et la protection des utilisateurs contre les malfaçons (l'instabilité fonctionnelle et/ou la toxicité de ces substances). Mais le niveau de l'épreuve peut certainement changer avec le produit pour lequel on revendique un ou plusieurs effets.

- 2• La constance des produits est la seule garantie de la constance à la fois de l'innocuité et de l'efficacité. Or il ne faut pas sous-estimer la difficulté évidente d'une constance de composition, donc d'innocuité et d'efficacité, en faisant appel à des produits issus de végétaux, ou de fermentations, à coup sûr hétérogènes. On côtoie ici le problème bien connu des filières de "production biologique" inscrites dans une démarche d'obligation de moyens alors que la réglementation vise une obligation de résultats.
- 3• Des arguments, souvent entendus, voire écrits, pour justifier une utilisation sans contrôle de ces substances, tels que "ce sont des produits naturels, biologiques", "ça marche chez le voisin, et dans le temps, nos ancêtres cultivaient bien avec ça, et ça marchait", "on ne met que de petites quantités", etc., ne sont pas recevables. D'abord parce que de nombreux produits naturels sont toxiques (cela dépend de la dose), et aussi parce qu'il faut connaître les raisons de réussite chez le voisin pour étendre l'utilisation ailleurs, etc.
- 4• Les critères qu'il serait possible de revendiquer pour de telles substances peuvent correspondre à des effets tels que : stimulation de la croissance et/ou du développement des plantes, stimulations des défenses naturelles de la plante, et/ou augmentation de la résistance à des bio-agresseurs spécifiques ou à vaste spectre, amélioration de la germination, accroissement de la résistance à des stress abiotiques identifiés (gel, sécheresse), etc. Cette liste n'est pas limitative. L'important est



de garder en mémoire que tout critère revendiqué doit être démontré dans les conditions d'emploi préconisées, ce qui impose une description de celles-ci suffisamment précise.

- 5• Les mécanismes d'action, démontrés ou supposés, des éliciteurs et des phytostimulants sont totalement différents de ceux des matières fertilisantes et de ceux des phytosanitaires. Schématiquement, ces produits sont annoncés comme étant non toxiques et non écotoxiques. C'est pourquoi un contrôle du type toxicité et écotoxicité appliqué aux matières fertilisantes reste une nécessité, mais semble suffisant.

Côté matières fertilisantes : action sur la nutrition, la croissance et le développement des plantes

Ici, les mécanismes avancés pour les phytostimulants sont de deux types : modification du fonctionnement des micro-organismes du sol, ou modification quantitative, ou qualitative, des transporteurs cellulaires d'éléments nutritifs. S'il fallait à tout prix imaginer un risque lié à ces mécanismes et nécessitant une analyse particulière, ce risque pourrait se situer au niveau d'une modification de la biodiversité microbienne des sols. Ce sujet n'est pas spécifique à l'utilisation des éliciteurs et phytostimulants, et certains estiment que d'autres pratiques agricoles pourraient être plus agressives à l'égard de la biodiversité. Mais force est de reconnaître que les méthodes pour aborder systématiquement ce sujet dans les sols manquent cruellement. Cette situation conduit à des conclusions totalement opposées. En conséquence, pour une revendication avérée portant sur un effet nutrition des plantes, les démarches classiques semblent largement suffisantes pour assurer la sécurité alimentaire et la protection des utilisateurs.

Remarque : les apports des phytostimulants se traduisent par un apport de quantités d'éléments nutritifs très inférieures aux quantités exportées avec les récoltes. C'est pourquoi, des pratiques agricoles basées uniquement sur ce type d'approche ne peuvent pas se traduire par un développement durable puisque, sans autre restitution d'éléments nutritifs, la fertilité ne peut que diminuer.

Côté phytosanitaires : stimulation des défenses naturelles

Aux dires des supporteurs des éliciteurs et des phytostimulants, ces produits ne seraient pas toxiques et écotoxiques, ce qui est finalement aisé à vérifier *a priori*. Leur apport aux plantes les transforme en supports qui pour le moins limiteraient le développement de certains parasites. En fait, tout le monde s'accorde à dire que ces substances modifient des chaînons de production des métabolites secondaires des végétaux jusqu'à leur faire produire des petites molécules antibiotiques, des protéines antibactériennes, ou des polymères de sucre. C'est pourquoi on est en droit d'imaginer dans une telle situation que les tests d'écotoxicité devraient porter plus sur la récolte que sur le produit de traitement, dès lors que l'on a constaté l'innocuité du produit traitant.

En conclusion

On peut trouver sur des marchés européens des substances nommées éliciteurs, phytostimulants, bio-stimulants dont l'action semble concerner à la fois la protection et la nutrition des plantes. Tout intrant à usage agricole doit faire l'objet d'analyses toxicologiques et écotoxicologiques. Les producteurs de certaines de ces substances, non reconnues actuellement par la réglementation française sous le qualificatif d'éliciteur ou de phytostimulant, semblent en avoir mis quelques-unes sur le marché français, en ayant pris le risque d'échapper (en toute bonne foi ?) à ces réglementations, au prétexte que ces substances sont naturelles, et donc "forcément" sans risque écotoxicologique. Il est évident que, même lorsqu'elles dérivent de produits biochimiques naturels, ces substances ne peuvent être mises sur le marché sans contrôle (et nombre de praticiens de l'agriculture biologique sont demandeurs de telles évaluations). Il en va d'ailleurs de la pérennité de ces pratiques.

Les différences entre les mécanismes d'actions des matières fertilisantes et des phytopharmaceutiques, qui ont servi de support à la réglementation actuelle, et ceux de ces substances plaident pour un aménagement raisonné de la réglementation, sous réserve d'une analyse plus exhaustive des risques entreprise avec tous les acteurs concernés. On peut alors imaginer que la part de marché de ces substances ne pourra croître que si les croyances font, petit à

petit, place à la connaissance, donc à la reconnaissance de ces substances par le monde économique.

Cette analyse globale, forcément incomplète, plaide non seulement en faveur de l'utilisation de principes de la réglementation déjà acquis dans le cadre de la mise sur le marché des matières fertilisantes (constance, conditions d'efficacité, innocuité environnementale), mais aussi en faveur de l'introduction, -sous réserve d'une analyse plus exhaustive des risques-, de compléments à la réglementation qui porteraient sur une analyse toxicologique et écotoxicologique des matériaux végétaux ou des substances dont la synthèse est induite par des traitements favorisant la stimulation des défenses naturelles. ■

Bibliographie

- Bertrand B., Collaert J.P., Petiot E. (2003) *Les plantes au secours des plantes. Purin d'ortie & Cie. Editions de Terran. 31160 Sengouagnet.*
- Chen Shu-Kang, Subler S., Edwards C.A. (2002) Effects of agricultural biostimulants on soil microbial activity and nitrogen dynamics. *Applied Soil Biology* 19 : 249-259.
- Chen Shu-Kang, Edwards C.A., Subler S. (2003) The influence of two agricultural biostimulants on nitrogen transformations, microbial activity, and plant growth in soil microcosms. *Soil Biology Biochemistry* 35 : 9-19.
- Daire X., Poinot B., Boutejac M., Silué D., Pugin A. (2002) Stimulation des défenses de la vigne contre les pathogènes. Des résultats encourageants vis-à-vis du mildiou. *Phytoma. La défense des végétaux* 548 : 24-26.
- Farmer E.E. (2000) Adding injury to insult : pathogen detection and responses. *Genome Biology* 1012.1-1012.13.
- INPI (2000) Utilisation de polymères et d'oligomères de xyloglucane, et de composés dérivés, en tant que produits phytosanitaires et biofertilisants. Demande de brevet d'invention 00 12315 en date du 27 09 2000 au nom de Liénart Yvette.
- Kauffman S., Dorey S., Fritig B. (2001) Les stratégies de défenses. *Pour la Science*, janvier 2001 : 116-121.
- Klarzynski O., Fritig B. (2001) Stimulation des défenses naturelles des plantes. *C.R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la vie* 324 : 1-11.
- Kuwabara C., Takezawa D., Shimada T., Hamada T., Fujikawa S., Arakawa K. (2002) Abscissic acid- and cold-induced thaumatin-like protein in winter wheat has an antifungal activity against snow mould, *Microdochium nivale*. *Physiologia plantarum* 115, 1 : 101-110.
- Lherminier J., Benhamou N., Larrue J., Boudon-Padiou E., Milat M.L., Blein J.P. (2003) Cytological characterization of elicitor-induced protection in tobacco plants infected by *Phytophthora parasitica* or *phytoplasma*. *Phytopathology*, 93: 1308-1319.
- Pioggesi A., Pollison B.D. (2003) Biostimulants : at the border between plant protection and plant nutrition. *New AG International*, June 2003.
- Silvy C. & Riba G. (1999) Biopesticides contre les maladies, insectes, mauvaises herbes. *Dossiers de l'environnement de l'INRA - Lutte biologique* 19: 157-200.