

CONCLUSION

HIER, AUJOURD'HUI, DEMAIN : LES ÉLICITEURS DE DEFENSE DES PLANTES

par Marie-Thérèse **Esquerré-Tugayé**¹

« Eliciteur » n'est pas un mot de la langue française ; il dérive d'« *elicitor* », terme introduit pour la première fois dans la littérature scientifique par le professeur Noël Keen en 1972 pour désigner des composés de microorganismes pathogènes de plantes, capables d'induire, comme le parasite lui-même, des réactions de défense chez l'hôte (1). C'est ainsi qu'il montra la présence, chez *Phytophthora megasperma*, de composés élicitant dans le soja la synthèse de phytoalexines, parmi lesquels le mycolaminarane, un polymère ramifié de β -D-glucose apparenté à la laminarine (2).

Mais la percée la plus remarquable dans la décennie qui a suivi fut accomplie par le professeur Peter Albersheim et son équipe qui étendirent la notion d'éliciteur et, surtout, furent les premiers à isoler à l'état pur à partir du même *P.megasperma* un hepta- β - glucane actif à très faible concentration, sans doute l'éliciteur le plus actif jamais isolé (3,4).

Durant ces années-là, plusieurs équipes avaient aussi engagé des travaux sur les éliciteurs, leur diversité, leur structure, notamment en France (5,6), parfois en collaboration (7) avec des industries agrochimiques (Rhône Poulenc, Monsanto...). Il était alors apparu que les éliciteurs sont de nature chimique diverse, impliquant aussi bien des oligosaccharides, des peptides, des protéines, des lipides, provenant de microorganismes mais aussi de plantes. Bien que des essais de transposition au champ eurent lieu, c'est surtout en tant que révélateurs du potentiel de défense des plantes qu'ils furent utilisés en laboratoire.

Le regain d'intérêt auquel on assiste actuellement pour ces molécules, est porté par plusieurs faits marquants qui ont jalonné ces trente dernières années, parmi lesquels :

- la remarquable accélération de la recherche et des connaissances en biologie, permise par l'avènement de la biologie moléculaire et par les apports conjoints de la génétique, du génie génétique, du séquençage des génomes, de la génomique fonctionnelle, de l'imagerie ;
- l'avancement concomitant des connaissances dans le domaine des interactions entre les plantes et les microorganismes, qui a mis en lumière la place centrale de motifs éliciteurs (dénommés PAMP, MAMP, DAMP) dans le déclenchement de l'immunité innée (8), de manière analogue à ce qu'il en est chez les animaux (9) ;
- l'augmentation de la population mondiale, supérieure à 2 milliards d'habitants entre 1975 et 2013, d'où des besoins alimentaires accrus, actuellement et dans la perspective de la croissance démographique à venir ;
- la prise de conscience qu'il faut désormais produire davantage et mieux, tout en préservant la biodiversité, l'environnement, et en réduisant les intrants ;
- la résurgence de maladies récurrentes, telles le mildiou de la pomme de terre ou la graphiose de l'orme, et l'apparition de maladies émergentes dont le chancre coloré du platane dans le Midi de la France est emblématique, provoquées par l'introduction de nouvelles souches ou espèces de parasites, souvent liée aux migrations humaines, et contre lesquelles on ne dispose pas ou peu de lutte chimique appropriée.

¹ Membre de l'Académie d'Agriculture de France, Professeur de Physiologie-Microbiologie végétales à l'Université Paul Sabatier-Toulouse III.

Dans ce contexte, l'échéance 2018 accentue l'intérêt porté aux éliciteurs de défense des plantes dont l'utilisation permettrait, conjointement à d'autres pratiques agronomiques, sinon de se substituer totalement, du moins de réduire l'utilisation des pesticides. Cependant, il apparaît à travers les présentations de ce jour que, malgré la compréhension avancée du mode d'action des éliciteurs et leur efficacité éprouvée en laboratoire, le succès au champ n'est pas toujours garanti. Parmi les questions posées par l'auditoire, sont notamment revenues celles concernant : la transposition sur plantes de grande culture de résultats obtenus sur plantes modèles en conditions contrôlées ; l'apport potentiel du choix d'indicateurs de réceptivité de telles cultures aux éliciteurs ; l'existence d'effets sélectifs en fonction des génotypes ; leur utilisation conjointe à celle de fongicides de synthèse ; la durabilité de leur activité voire leur toxicité éventuelle...

Pour répondre à ces interrogations, il est nécessaire de multiplier les essais « au champ » sur diverses cultures, intégrant divers éliciteurs dans des itinéraires agro-écologiques, impliquant aussi le secteur de l'amélioration des plantes ; en France, des réseaux associant des laboratoires publics et privés sont constitués en ce sens. Il est également indispensable de renforcer la recherche fondamentale en génétique et phytopathologie, et d'identifier de nouveaux éliciteurs. A cet égard, on peut concevoir un apport de la chimie basé sur la structure 3D de molécules élicitrices actives et de structures apparentées afin de dégager des motifs pouvant servir de modèle pour la chimie de synthèse de molécules innovantes, comme cela est décrit dans d'autres domaines (10). L'exploration de nouvelles sources naturelles est également très prometteuse, et peut servir à valoriser une biomasse par ailleurs indésirable : ainsi en est-il des ulvanes, oligosaccharides dérivés des algues vertes *Ulva armoricana* (11).

Enfin n'oublions pas que c'est à la recherche sur les défenses des plantes que l'on doit d'avoir montré que la « bouillie bordelaise », premier produit phytosanitaire à effet antifongique introduit par Pierre Millardet à la fin du dix neuvième siècle, possède également un effet éliciteur.

Monsieur le Président, Monsieur le Secrétaire perpétuel,

La séance de ce jour concerne à la fois les scientifiques, les acteurs économiques, et les attentes de la société civile. Sous ses différents aspects, elle s'inscrit dans les axes du programme de travail désormais fixé pour l'Académie d'Agriculture.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) KEEN N.T., 1972. – Specific elicitors of plant phytoalexin production : determinants of race specificity in pathogens, *Science*, **187**, 74-75.
- (2) YOSHIKAWA M., KEEN N.T. and WANG M.C., 1983. – A receptor on soybean membranes for a fungal elicitor of phytoalexin accumulation. *Plant Physiol.*, **73**, 497-506.
- (3) SHARP J.K., MCNEIL M. and ALBERSHEIM P., 1984. – Host-pathogen interactions. XXVII. The primary structures of one elicitor-active and seven elicitor inactive hexa (β -D-glucopyranosyl)-D-glucitols isolated from the mycelial walls of *Phytophthora megasperma* var. *glycinea*. *J. Biol. Chem.*, **259**, 11321-11336.
- (4) ALBERSHEIM P. and DARVILL A., 1985. – Oligosaccharins. *Sci. Am.*, **253**, 58-64.
- (5) TOPPAN A. and ESQUERRÉ-TUGAYÉ M.T., 1984. – Fungal glycopeptides which elicit the synthesis of ethylene in plants. *Plant Physiol.*, **75**, 1133-1138.
- (6) RICCI P., BONNET P., HUET J.C., SALLANTIN M., BAUVAIS-CANTE J.M., BRUNETEAU M., BILLARD V., MICHEL G. and PERNOLLET J.C., 1989. – Structure and activity of proteins from

- pathogenic fungi *Phytophthora* eliciting necrosis and acquired resistance in tobacco. Eur. J. Biochem., **183**, 555-563.
- (7) PELISSIER B., ROBY D., TOPPAN A. and ESQUERRE-TUGAYE, 1985. – Effets des éliciteurs fongiques sur les plantes. Colloque « Recherche en Agrochimie à l'interface Chimie-Biologie », Rhône-Poulenc Agrochimie, Lyon.
- (8) BOLLER T. and FÉLIX G., 2009. – A renaissance of elicitors : perception of microbe-associated molecular patterns and danger signals by pattern-recognition receptors. Ann. Rev. Plant Biol., **60**, 379-406.
- (9) ESQUERRE-TUGAYE M.T., and HOFFMANN J., 2011. – L'immunité innée chez les plantes et les animaux, séance commune Académie d'agriculture-Académie des sciences du 14 décembre 2011. C. R. Acad. Agric. Fr. **97**, n°3, 149-154.
- (10) SANZ G., THOMAS-DANGUIN T., HAMDANI E.H., LE POUPON C., BRIAND L., PERNOLLET J.C., GUICHARD E. and TROMELIN A., 2008. – Relationships between molecular structure and perceived odor quality of ligands for a human olfactory receptor. Chem. Senses, **33**, 639-653.
- (11) JAULNEAU V, LAFITTE C, CORIO-COSTET M.F, STADNIK M.J, SALAMAGNE S., BRIAND X., ESQUERRÉ-TUGAYÉ, M.T., DUMAS B., 2011. – An *Ulva armoricana* extract protects plants against three powdery mildew pathogens Eur. J. Plant Pathol., **131**, 393–401.