

Nourrir 10 milliards d'humains Imaginer les solutions pour demain

Contribution de la protection des plantes et biotechnologies

Jean-Pierre Decor* directeur scientifique Aventis Agriculture, membre de l'Académie d'Agriculture de France

Summary : *Feeding mankind today and tomorrow. Contribution of the chemistry to human nutrition*

The evolution of the situation can be summarized as follows :

- continuous increase of the world population with approximately 8.2 million of people in 2025,
- consumers more and more concentrated in big cities far from agricultural area of production,
- arable land in continuous decrease.

In order to face these issues, the only solution is to intensify agriculture.

Chemicals products for crop protection and application technologies are on the way to be drastically improved. Plant biotechnologies are also considered as a new tool to facilitate the fields under cultivation (input traits) and to improve the quality of the crop (output traits). A new concept for agriculture is in development.

Mots clés : *Produits de protection des plantes, techniques d'applications, biotechnologies végétales, riz, blé, vitamine A.*

Key-words : *Plant protection products, application technologies, plant biotechnologies, rice, wheat, vitamin A.*

Grandes tendances

Selon la FAO (Food and Agriculture Organization), à l'horizon 2025 la terre comptera 8,2 milliards d'habitants.

L'augmentation du pouvoir d'achat s'accompagne d'un transfert de l'alimentation humaine des protéines végétales vers les protéines animales. Or, 1 kg de protéine de porc nécessite 4 kg de protéines végétales. Pour le bœuf, le facteur est de 8.

Ainsi, si chaque Chinois augmente sa consommation de viande de 1 kg de bœuf/an, soit 10^6 tonnes, il faudra produire $8 \cdot 10^6$ tonnes de grains. Avec un excellent rendement de 10 t/ha, cela mobiliserait 800 000 ha !

Comment nourrir une telle population alors que la superficie des terres cultivables est limitée ?

En 1970, 0,5 ha de terre arable était disponible pour nourrir un humain, en 2025, cette surface ne sera plus que de 0,2 ha !

Pour résoudre le défi alimentaire du XXI^e siècle, une seule solution : augmenter le rendement et la qualité des cultures agricoles, tout en préservant durablement le potentiel des terres arables par nature limitées.

Concrètement, cela signifie imaginer de nouvelles solutions à la fois plus efficaces et respectueuses du milieu naturel.

Mais c'est aussi voir au-delà du seul produit : trouver des solutions nouvelles pour les cultures adaptées à chaque pays, à chaque région, voire à chaque parcelle.

Des solutions innovantes associent la protection chimique, le recours aux biotechnologies, de nouvelles techniques culturales, une gestion plus fine de l'ensemble des « intrants » : eau, engrais, produits phytosanitaires...

C'est la notion d'agriculture intégrée.

tinées à protéger les cultures contre les adventices, les ravageurs et les maladies.

En ce qui concerne leur mise sur le marché, les exigences réglementaires évoluent selon les trois orientations suivantes :

1 - impact de plus en plus réduit sur l'environnement, que ce soit au niveau de la présence des matières actives dans l'eau, la durée de vie dans le sol, les effets secondaires possibles sur la flore ou la faune ;

2 - des conditions d'application minimisant l'exposition des travailleurs mettant en œuvre ces matières actives ;

3 - une teneur de résidu la plus faible possible dans les produits de consommation.

Il a été possible d'augmenter le niveau de ces exigences grâce aux progrès constants qui ont été réalisés en 50 ans par la recherche. Ils sont principalement de quatre ordres :

1 - La réduction des doses appliquées :

De plusieurs kilos hier, les doses employées sont de quelques grammes aujourd'hui. Les chiffres parlent d'eux-

L'évolution des produits de protection des cultures

Les matières actives

Ces produits sont des molécules des-

Conférence

* Aventis Agriculture, 55, avenue René Cassin, 69009 Lyon.
Tél. : 04.72.85.48.03. Fax : 04.72.85.48.02.
E-mail : Jean-pierre.Decor@aventis.com

mêmes : le fipronil par exemple est efficace à partir de 6 grammes à l'hectare sur certains insectes nuisibles alors que sur ces mêmes insectes il fallait, pour les contrôler, des doses de 1 à plusieurs kilos à l'hectare.

2 - La connaissance des mécanismes biochimiques permet de sélectionner des molécules ayant un mode d'action spécifique des parasites à contrôler et de pratiquer des tests de toxicologie prédictive permettant d'éliminer à un stade précoce les molécules avec des effets potentiels indésirables.

3 - Les méthodes d'analyse de plus en plus précises permettent d'avoir une connaissance des microquantités de résidus. Les colonnes d'immuno affinité, basées sur l'utilisation d'anticorps monoclonaux, permettent de quantifier des millièmes de milligramme. Ainsi, on peut garantir et mesurer des marges de sécurité de 1 000 et plus entre la dose sans effet déterminée par les études toxicologiques et la limite maximale de résidus acceptable.

4 - Enfin, des modélisations sophistiquées prédictives permettent d'anticiper et d'éviter des effets secondaires potentiels avant la mise en œuvre effective des produits.

Le développement de la chimie combinatoire ainsi que le criblage à très haute capacité, grâce à la miniaturisation et la robotisation, contribuent à accélérer ce processus.

Les techniques d'applications

Trois progrès majeurs ont été réalisés durant cette dernière décennie pour positionner les produits là où il faut quand il faut, et juste ce qu'il faut.

Protéger les graines avant le semis

C'est un traitement approprié contre les insectes et les champignons. Les connaissances sur la germination, la mise en œuvre d'enrobages spéciaux, la découverte de pesticides adaptés permettent de réaliser cette protection et d'assurer un excellent départ de la culture.

Introduire le produit dans le « cœur » de la plante à protéger

C'est une méthode particulièrement

originale ; elle est développée par RP Agro sur bananier. Un sachet soluble d'insecticide de quelques grammes est introduit dans le tronc du bananier. Cette matière active diffuse dans la plante et la protège pendant tout le cycle de production. Les quantités de produit utilisé sont réduites de l'ordre de 80 % par rapport à un épandage de granulés. Les rendements sont accrus de 10 à 15 % et il n'y a plus de risque de pollution aquatique ni de lessivage.

Attirer l'insecte à détruire plutôt que de traiter tout le champ à protéger

Pour les insecticides, une nouvelle voie se dessine, celle de l'appât. Ainsi, chez certains insectes, on leurre le mâle par une odeur artificielle identique à celle émise par la famille. L'odeur est diffusée par un gel contenant également l'insecticide. Cet appât épargne les insectes non nuisibles. Ainsi, pour le carpocapse, papillon dont le ver se développe dans les fruits, trois gouttes par arbre suffisent...

Des études se poursuivent pour des traitements de cultures plus précis, plus respectueux du milieu naturel et plus sûr pour l'utilisateur.

Le développement du diagnostic permet de traiter le ou les parasites à combattre avec des produits spécifiques à partir d'un certain seuil de nuisibilité.

Dans toutes ces approches, on considère la plante comme un substrat inéluçable et toutes les modifications, transformations, améliorations sont faites sur la chimie.

Les biotechnologies

Appliquées au végétal, elles sont un formidable facteur de progrès et permettent de modifier cet état de fait. Celles-là, considérées il y a 25 ans seulement comme une utilisation des « êtres vivants » pour des procédés de production ont permis, durant les 2 dernières décennies, les progrès scientifiques suivants :

- l'association d'un gène à une fonction biologique dans l'organisme vivant ;
- le clonage, c'est-à-dire la multiplication de ces gènes à l'infini ;
- leur transfert d'un organisme à un autre ;

- la modification du gène à volonté par toute une série de réactions ;
- son fonctionnement « in vivo » dans un être vivant hôte.

Ces progrès ont 2 utilisations possibles :

- l'amélioration de l'efficacité de la recherche de nouvelles manières actives,
- la modification du vivant pour optimiser les matières actives disponibles par transfert de gène dans les cultures et aussi pour permettre au végétal de se protéger lui-même.

Application des biotechnologies pour la recherche de nouvelles matières actives

La connaissance du génome, de la fonction des gènes pour les plantes, les insectes ou les champignons phytopathogènes permet d'améliorer l'approche empirique.

De plus, la prédiction de la dégradation des molécules par l'utilisation d'enzymes humaines produites « ex vivo » ou par l'utilisation de souris transgéniques « humanisées » permet d'anticiper leurs effets potentiels sur l'homme et d'effectuer un tri précoce.

- Ainsi, par diverses techniques de biologie moléculaire, on peut cibler des voies métaboliques spécifiques du règne végétal pour la recherche d'herbicides parfaitement inoffensifs.

- La connaissance de la génomique des insectes (*C. elegans*, drosophile), comparée à la génomique mammifère, doit permettre un criblage différentiel insecte-mammifère « in vitro » pouvant conduire à des insecticides extrêmement sélectifs.

- En ce qui concerne le contrôle des champignons pathogènes, deux approches sont à l'étude : à partir de la génomique, l'inhibition de fonction vitale conduit à des fongicides de spectre d'activité large, alors que la perturbation de fonctions pathogènes, comme l'émission de toxine ou le blocage de la pénétration conduit à des molécules fongostatiques spécifiques.

Modification du végétal par transgénèse

C'est la grande utilisation des biotechnologies, aussi bien par les sociétés

agrochimiques que les sociétés de semences.

Elles ont un formidable potentiel de développement dans les domaines suivants :

- la protection contre les mauvaises herbes et les ravageurs,
- l'amélioration de la qualité et de la valeur d'usage des récoltes,
- leur adaptation à l'environnement comme la sécheresse, le froid ou la salinité.

L'introduction de la tolérance à un herbicide est un exemple particulièrement illustratif des progrès réalisés.

Quelques exemples

Augmentation des rendements des cultures dans leurs bassins naturels

Le riz

- Le riz est une des plus grandes cultures de notre planète. La consommation mondiale de riz est estimée à 550 millions de tonnes. Pour faire face aux besoins, elle devrait atteindre 700 millions de tonnes en 2010.

- Avec une superficie cultivée qui se stabilise à 150 millions d'hectares, l'Asie représente 90 % de la consommation mondiale.

- L'augmentation des rendements sur

le court terme sera assurée par une diminution des pertes dues aux maladies, comme la pyriculariose, par une protection plus large et par le développement d'hybrides.

Amélioration de la valeur nutritionnelle des cultures

Exemple : la vitamine A, une molécule indispensable à la vie 50 ans de progrès

1950

Extraction de l'huile de foie de poissons

1960

Synthèses industrielles totales à partir de la β -ionone, myrcène...

1980

Étude de la voie de biosynthèse du β -carotène précurseur de la vitamine A.

1990

Identification des gènes impliqués dans cette voie de biosynthèse.

Clonage de ces gènes dans les jonquilles.

Insertion des gènes de jonquilles dans le riz.

Valorisation des constituants des récoltes

Exemple : le blé, un grain qui a de multiples valeurs ajoutées

Son

Pentosanes

- Agents gélifiants
- Xylose : utilisé comme édulcorant d'arôme

Extraction de fibres

- Gels alimentaires pour crèmes glacées
- Gels pour soin des brûlures

Extraction de protéines

Farine (farines fonctionnelles)

- Substitut de matière grasse
- Substitut de stabilisant
- Effet de bouche

Amidon

Modification de l'amidon branché (amylopectine)

- Stabilité des sauces à la congélation/décongélation
- Allongement de la durée de vie des produits de panification

Gluten

Modification de l'amidon linéaire (amylose)

- Amélioration du croustillant des chapelures

Modification du gluten

- Amélioration de la panification

Germe

Extraits lipidiques (céramides)

- Crèmes cosmétiques.



D.
R.