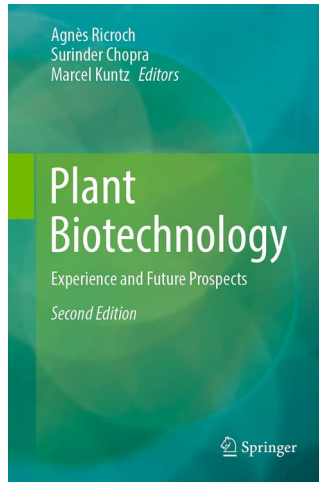


**Agnès Ricroch, Surinder Chopra, Marcel Kuntz (eds.)**

***Plant Biotechnology. Experience and Future Prospects***

**Springer, 2021, 304 pages, 87 € (numérique) 124 € (papier)**



***Présentation par André Gallais***

***Membre de l'Académie d'agriculture de France (section 1)***

Il s'agit de la deuxième édition de l'ouvrage *Plant Biotechnology*, la première ayant été publiée en 2014. Cette édition est plus complète et plus à jour, sur les outils utilisés et les résultats obtenus. C'est un livre en anglais, qui comprend 19 chapitres, pouvant être achetés séparément. Chaque chapitre est rédigé par un auteur ou un groupe d'auteurs différent, tous étant très compétents sur le sujet qu'ils traitent. Ces chapitres sont répartis en six parties.

La première partie (chapitres 1 à 6) présente les différents outils issus des biotechnologies utilisés en amélioration des plantes. Il est montré que ces outils apportent plus de puissance à l'amélioration des plantes conventionnelle, qui fait essentiellement appel à la sélection et aux systèmes de reproduction. L'évolution de ces outils va vers un gain de temps, vers l'apport d'une nouvelle variabilité génétique et une plus grande précision dans les modifications génétiques. Un gain de temps est par exemple apporté par l'utilisation des haploïdes doublés et des marqueurs moléculaires. Ces derniers permettent aussi de mieux utiliser la variabilité génétique. Grâce au séquençage des génomes, le développement des techniques d'édition du génome, par l'utilisation de la technique CRISPR-Cas9, la transgénèse et la mutagenèse deviennent complètement dirigées. Avec les techniques de *base editing* et de *prime editing*, les modifications peuvent se faire de façon très précise au niveau de la séquence des bases de l'ADN. De plus, les modifications des allèles à un locus peuvent se faire sans introduction d'ADN étranger, ce qui est complètement différent de la transgénèse. Divers exemples de l'apport de l'utilisation de CRISPR-cas9 sont donnés : redomestication rapide de certaines plantes, résistance à différents agresseurs des plantes, amélioration de la qualité, etc.

La partie suivante aborde certains aspects sociétaux des plantes génétiquement modifiées. La protection des innovations biotechnologiques est traitée dans le chapitre 6. Ces innovations sont protégées par brevet, nécessaire pour le financement de la recherche, et elles peuvent être utilisées dans la création variétale. À ce niveau, il faut distinguer deux types de réglementations. La réglementation européenne, par le Certificat d'obtention végétale (COV), laisse libre d'utilisation par d'autres sélectionneurs la variété, si la modification biotechnologique n'est pas utilisée. Pour utiliser cette modification, il faut un contrat de licence avec l'obteneur de la variété qui la porte. Avec le système américain, la variété elle-même porteuse de la modification peut être protégée par un brevet. Le chapitre 7 traite lui des impacts environnementaux de l'utilisation des plantes OGM (Organisme génétiquement modifié). Il apparaît que l'utilisation des plantes OGM (résistantes aux insectes et tolérantes à un herbicide total), depuis 1996, a permis de diminuer de 8,3 % la quantité de pesticides utilisés et de 18,5 % un indice d'impact sur l'environnement. Il en résulte aussi une diminution significative de l'émission de Gaz à effet de serre (GES). Le chapitre 8 pose la question de savoir s'il est possible de dépasser la controverse sur les OGM. L'auteur montre que cela sera difficile car le débat n'est pas que scientifique, mais aussi politique et philosophique. Une solution serait de montrer clairement que l'utilisation des technologies de modification du génome présente plus d'intérêt que leur non utilisation.

La troisième partie traite de la gestion durable des plantes génétiquement modifiées, et d'abord (chapitre 9) de celle des plantes résistantes aux insectes. Différents exemples de contournement des résistances aux insectes basées sur le système Bt (*Bacillus thuringiensis*) sont rapportés, notamment pour le cotonnier et le maïs. Il faut souligner que la résistance à la pyrale du maïs semble remplir les conditions d'une stabilité. La technique des zones refuges (sans variété OGM) apparaît efficace ; en fait, il faut placer les variétés OGM résistantes aux insectes dans un système de lutte intégrée. Le chapitre 10 aborde, pour sa part, les effets de la culture des variétés OGM sur les organismes non cibles. Dans le cas des variétés résistantes aux insectes, il n'apparaît pas d'effets significatifs sur les macro-invertébrés, et en tous cas moins qu'avec l'utilisation d'insecticides. La question reste posée pour certains herbivores invertébrés. Le chapitre 11 traite lui du développement des résistances transgéniques aux virus, avec différents exemples, notamment chez plusieurs cucurbitacées et chez le papayer. Chez ce dernier la résistance transgénique au *ringspot* virus a permis de sauver sa culture à Hawaï.

La quatrième partie aborde l'intérêt des variétés génétiquement modifiées pour la protection de l'environnement. Le chapitre 12 traite de la possibilité d'intervention au niveau du système racinaire, pour améliorer l'absorption de l'azote et limiter la pollution par les nitrates (issus des engrais apportés ou de la nitrification de la matière organique). Des gènes affectant la morphologie du système racinaire ont été identifiés et leur modification serait possible. Le chapitre suivant discute du maintien de la fertilité des sols avec une stimulation des interactions racines-microbiome, mais sans considération particulière de l'utilisation des biotechnologies. Le dernier chapitre considère la phytoremédiation, pour aider à résoudre des problèmes de pollution par les métaux lourds. Des plantes ayant la capacité d'absorber, stocker, voire dégrader des métaux lourds sont connues ; des gènes d'absorption du mercure ont été identifiés et transférés chez *Arabidopsis* et chez le tabac.

L'avant-dernière partie considère les contributions des variétés OGM à l'alimentation et à la santé humaine et animale. Le chapitre 15 traite de la production de médicaments par les plantes : vaccins (papillomavirus, cholera, influenza), anticorps monoclonaux (virus Ebola, HIV, Dengue) et même nanoparticules (contre certains cancers). Il apparaît que la production par les plantes est beaucoup plus sûre et plus économique que la production en fermenteurs. Le chapitre 16 prend l'exemple de l'utilisation des biotechnologies pour l'amélioration du blé tendre, pour la tolérance au gluten et la diminution du risque de la maladie coeliaque. La technique CRISPR-cas9 a déjà été utilisée pour diminuer la teneur en gluten, pour supprimer certains épitopes des alpha-gliadines (responsables de la réaction immunitaire). Malgré la complexité des gènes de gliadines (nombreuses répétitions en tandem), CRISPR-Cas9 a permis une suppression rapide et ciblée de nombreux épitopes en cause dans la réaction coeliaque. Les résultats sont donc très positifs. Le chapitre 17 discute de l'intérêt des lignées NIL (*Near Isogenic Lines*, qui ne diffèrent que par un ou seulement quelques gènes), pour identifier les gènes des plantes ayant un effet favorable sur la santé. Si ces gènes ne peuvent pas être transmis par voie sexuée, ils peuvent l'être par transgénération. C'est ainsi que le *Golden rice* (riz riche en provitamine A) a été développé.

La dernière partie revient sur certains aspects sociétaux des modifications génétiques des plantes, plus particulièrement par l'édition des allèles. Le chapitre 18 fait le point sur la réglementation des plantes ainsi modifiées. Dans des pays d'Amérique du Nord et du Sud, et en Australie, les variétés obtenues par édition des allèles sont considérées comme des variétés conventionnelles, alors qu'en Europe et en Nouvelle-Zélande, elles sont considérées comme l'équivalent d'OGM et soumises à la même réglementation. Pourtant, d'un point de vue génétique, ce ne sont pas des OGM. Le dernier chapitre revient sur la réaction de la société face aux plantes génétiquement modifiées, en notant qu'un espoir se profile compte tenu de la réaction des jeunes générations. Il est souligné que le blocage des plantes éditées dans certains pays, comme en Europe, va avoir un effet négatif sur la recherche et les innovations variétales.

En conclusion, voici un ouvrage qui réunit beaucoup d'informations relatives au développement des plantes transgéniques et des plantes éditées. Il est une source de références sur certains sujets. Il y a des répétitions entre chapitres, mais cela n'est pas gênant, au contraire même, car chaque chapitre peut être lu de façon quasi indépendante. C'est un ouvrage qui s'adresse plus aux chercheurs ou aux enseignants, voire aux étudiants, ayant déjà de bonnes notions sur les sujets abordés.