

Table des matières

Rapport science et technologie	V
Composition du Comité RST	VII
Composition du groupe de travail	XI
Avant-propos	XIII
Résumé	XXI
Recommandations générales	XXV
Recommandations spécifiques aux chapitres	XXIX
Summary	XXXVII
General recommendations	XLI
Specific recommendations pertaining to each chapter ..	XLV
Introduction	LIII
Introduction (en anglais)	LIX

———— Chapitre 1 ————

La transgénèse végétale : de l'ADN aux protéines

Introduction	2
1 ■ Où est l'ADN dans une cellule ?	2
1.1. La cellule, l'élément de base des organismes	2
1.2. Les organites sont dans les cellules	2
1.2.1. Les chromosomes sont dans un organite : le noyau ...	2
1.2.2. Mitochondries et plastides, deux organites contenant de l'ADN	3

2 ■	De l'ADN aux protéines, implications pour la transgénèse	5
2.1.	L'ADN est transcrit en ARN par une ARN polymérase	5
2.2.	Promoteurs forts, inductibles ou spécifiques, des outils pour la transgénèse	5
2.3.	L'ARN est épissé en ARN messager (ARNm)	6
2.4.	L'ADN complémentaire (ADNc), un outil pour la transgénèse	6
2.5.	Dans le cytoplasme, les ribosomes traduisent l'ARNm en protéine	7
2.6.	L'universalité du code génétique, base du génie génétique et de la transgénèse interspèces	7
2.6.1.	De l'ARNm aux protéines, le code génétique	7
2.6.2.	Universalité du code génétique, implications pour la transgénèse	9
2.7.	De l'ADN aux protéines dans les mitochondries et les plastes	9
2.7.1.	Mitochondries et plastes ont une origine bactérienne	9
2.7.2.	Synthèse des protéines dans les mitochondries et les plastes, implications pour la transgénèse	10
3 ■	La transgénèse végétale : introduire un ADN exogène dans une plante	10
3.1.	Transgénèse stable ou transitoire ?	11
3.2.	Transgénèse stable : comment introduire le transgène dans toutes les cellules de l'organisme ?	11
3.3.	Construction du transgène	11
3.4.	<i>Agrobacterium tumefaciens</i> et le transfert de gènes	12
3.5.	La transgénèse médiée par <i>Agrobacterium tumefaciens</i>	14
3.5.1.	La technique	14
3.5.2.	Spécificité d'hôte, et techniques de transformation	14
3.6.	Autres techniques de transgénèse	15
3.6.1.	Méthodes de transformation des protoplastes	15
3.6.2.	Les virus	15
3.6.3.	La biolistique	16
3.7.	La transgénèse des organites	16

Chapitre 2

Les plantes transgéniques et la recherche fondamentale : la science et la société

	Introduction	20
1 ■	La transgénèse : des outils pour la recherche	20
1.1.	Identification et isolement d'un gène	20
1.2.	Analyse de la fonction d'un gène (ou de la protéine codée)	22

1.3. Analyse de l'expression d'un gène	25
1.4. Analyse des propriétés des protéines	27
1.5. La culture des plantes transgéniques dans un laboratoire de recherche fondamentale	28
2 ■ La transgénèse : les chercheurs et la politique	29
2.1. La perception des plantes transgéniques par les chercheurs	29
2.2. OGM, les chercheurs face à eux-mêmes	31
2.3. OGM, les chercheurs face à la société	32
2.4. OGM, les chercheurs face à la violence	33
2.5. Les chercheurs face aux impératifs économiques	34
2.6. Des initiatives nouvelles	35
3 ■ Recommandations	36

Chapitre 3

La transgénèse végétale en agriculture

Introduction	40
1 ■ Bilan des principales réalisations pratiques de la transgénèse végétale	42
1.1. Les espèces et les caractères	43
1.1.1. La résistance à un herbicide	43
1.1.2. Les résistances à des insectes	44
1.1.3. Les résistances à des virus	45
1.1.4. Modifications des qualités nutritionnelles	46
1.1.5. La maîtrise de la pollinisation pour la production de variétés hybrides	46
1.2. Les surfaces de cultures de variétés améliorées par génie génétique ne cessent d'augmenter en dehors de l'Union européenne	47
1.3. La croissance des surfaces de cultures transgéniques est la conséquence d'un choix raisonné des agriculteurs	48
1.4. L'opposition aux plantes génétiquement modifiées et en général à la génétique végétale appliquée se développe	49
1.5. La recherche en biotechnologie végétale en Europe est sinistrée	52
2 ■ Les plantes transgéniques du futur	54
2.1. Des adaptations aux contraintes physiques du milieu	54
2.2. L'amélioration de la résistance génétique aux maladies bactériennes et fongiques	55
2.3. La production de matières premières pour des applications industrielles	56
2.4. L'amélioration de la qualité des fibres végétales par modification des lignines	57

2.5.	L'exploitation des plantes comme source de molécules	57
2.5.1.	Valeur alimentaire et nutritive	57
2.5.2.	La production de molécules thérapeutiques ou « moléculture »	58
3	■ Recommandations	60
3.1	L'enseignement et la biotechnologie végétale	60
3.1.1.	La génétique végétale : une leçon de choses mal enseignée	60
3.1.2.	Réagir face à la fragilisation de la recherche et de l'enseignement supérieur en biologie végétale	61
3.2	Recherche et réglementation : urgences pour les pouvoirs publics	62
3.2.1.	Le renforcement des recherches dans le secteur public	62
3.2.2.	Une nécessaire évolution de la réglementation vers la cohérence	63
3.2.3.	La nécessité des expériences en conditions agronomiques	63
3.3.	L'écoute des recommandations des organismes internationaux	64
	Conclusion	66

———— Chapitre 4 ————

Les plantes transgéniques : les risques et la réglementation

	Introduction	70
1	■ Les risques associés aux plantes transgéniques	71
1.1.	La tolérance à un herbicide	71
1.2.	La tolérance à des prédateurs ou maladies	72
1.3.	La stérilité	73
1.4.	La résistance à des antibiotiques	74
1.5.	L'allergénicité des plantes génétiquement modifiées	74
1.6.	Autres OGM	75
1.7.	Risques spécifiques ?	76
2	■ La réglementation concernant les plantes transgéniques	77
2.1.	Le schéma de l'analyse des risques s'applique sans difficulté aux plantes transgéniques	79
2.1.1.	L'évaluation des risques est la clé de voûte de la réglementation	80
2.1.2.	Mais le gestionnaire du risque a pris en compte d'autres facteurs légitimes et a imposé des dispositifs de suivi	82
2.2.	La réglementation en Europe, en faisant des OGM un objet spécifique, ne peut-elle pas étouffer cette technologie ?	84

2.2.1. Les techniques du génie génétique conduisent-elles à des produits originaux ?	85
2.2.2. La précaution et la transparence ne nuisent-elles pas à l'application sereine des procédures relatives aux OGM ?	86
3 ■ Recommandations	89

Chapitre 5

Les plantes transgéniques : les pays en développement

Introduction	96
1 ■ Les biotechnologies végétales peuvent-elles aider les pays en développement à assurer leur sécurité alimentaire ?	98
2 ■ Quelles applications agronomiques d'intérêt particulier pour les pays en développement ?	100
3 ■ Les perspectives prometteuses ont-elles une chance de se concrétiser ?	102
4 ■ Les progrès techniques se traduiront-ils par des progrès économiques et sociaux ?	106
5 ■ Les pays en développement sont déjà entrés dans l'ère des organismes génétiquement modifiés	107
6 ■ Le débat public	110
Conclusion	112
Recommandations	113

Chapitre 6

Les levures transgéniques : outils pour l'agroalimentaire, l'industrie chimique et la pharmacie

Introduction	118
1 ■ La production de protéines	122
1.1. L'utilisation de <i>S. cerevisiae</i>	122
1.2. L'utilisation d'espèces alternatives	123
1.3. Conclusions	126
2 ■ Levures et industrie chimique	129
2.1. La production d'alcool carburant	129
2.2. La production de riboflavine et d'autres composés chimiques	130
3 ■ La mise en œuvre de levures OGM pour la production de boissons alcoolisées et d'aliments	130
3.1. Les levures de panification	131
3.2. Les levures de bière	133
3.3. Les levures œnologiques	133
3.4. Conclusions	135
4 ■ Recommandations	137

Glossaire	139
Index des mots-clés	141
Groupe de lecture critique	143
Composition du groupe de lecture critique	145
Commentaire du Muséum national d'histoire naturelle	147
Présentation à l'Académie des sciences	155
Rapport de Maurice Tubiana	157
Intervention d'André Cauderon	161
Intervention de Paul Germain	163
Intervention de Paul Malliavin	165
Intervention de Pierre Perrier	167