

AGRICULTURE D'AUJOURD'HUI  
*Sciences, Techniques, Applications*



Volume 2

# *La production* **végétale**



5994

*“La maîtrise technique  
de la production”*

Michel VILAIN

2<sup>e</sup> édition

*lavoisier*

**TEC**  
**DOC**

Age 47

**AGRICULTURE D'AUJOURD'HUI**  
Sciences, Techniques, Applications



Collection dirigée par Paul MOATI  
Ingénieur général  
du Génie Rural des Eaux et des Forêts

# LA PRODUCTION VÉGÉTALE

DEUXIÈME ÉDITION

Volume 2

## La maîtrise technique de la production

**Michel Vilain**

Ingénieur agronome I.N.A.  
Licencié ès sciences  
Chargé de recherche à l'I.N.R.A.  
Professeur au Lycée agricole d'Arras

5994  
1  
1



LONDRES  NEW YORK

PARIS

11, rue Lavoisier  
F 75384 Paris cedex 08

# Table des matières

<i>Avant-propos</i> .....	V	4.4. Les accidents structuraux possibles lors des façons culturales ..	37
<i>Introduction à la première édition</i> .....	1	<b>5. Les façons culturales</b> .....	37
<i>Introduction à la deuxième édition</i> .....	3	5.1. Classification des interventions culturales .....	37
<hr/>		5.2. Les interventions préalables .....	38
<b>Partie I – ACTIONS SUR LES FACTEURS CLIMATIQUES</b> ....	5	5.3. Les façons culturales principales ..	41
<hr/>		5.4. Les façons culturales complémentaires .....	48
<b>Chap. 1 – LES MODIFICATIONS CLIMATIQUES ET L'AGROMÉTÉOROLOGIE</b> .....	7	5.5. Problèmes posés par la succession des façons culturales .....	50
<b>1. Les modifications d'environnement climatique</b> .....	7	<b>6. L'évolution des techniques de travail du sol</b> .....	51
1.1. Les serres .....	7	6.1. Réduction et simplification des façons culturales .....	51
1.2. Les brise-vent .....	10	6.2. Les techniques simplifiées .....	52
1.3. Lutte contre les gelées .....	12	6.3. Conséquences pour la conduite culturale .....	58
1.4. Autres modifications climatiques ..	13	<b>7. Gestion du travail du sol et aide à la décision</b> .....	59
<b>2. L'agrométéorologie</b> .....	14	7.1. La gestion parcellaire .....	59
2.1. Définition .....	14	7.2. Le choix et la gestion de l'équipement .....	60
2.2. Principaux domaines d'application	15	<b>Chap. 3 – LA MAÎTRISE DE L'EAU</b> .....	63
2.3. Les moyens agrométéorologiques	16	<b>Section 1 – Maîtrise d'un déficit hydrique</b>	64
2.4. Quelques applications agroclimatiques .....	17	<b>1. L'alimentation hydrique des cultures</b>	64
2.5. L'aide à la décision .....	21	1.1. Les besoins et les disponibilités hydriques .....	64
<hr/>		1.2. Le déficit d'alimentation hydrique	64
<b>Partie II – ACTIONS SUR LE MILIEU ÉDAPHIQUE</b> .....	25	1.3. Production en conditions hydriques limitées .....	66
<hr/>		<b>2. Les potentialités hydriques d'un milieu</b> .....	67
<b>Chap. 2 – LE TRAVAIL DU SOL</b> .....	27	2.1. L'analyse fréquentielle du déficit ..	67
<b>1. Généralités : nécessité et évolution.</b>	27	2.2. Exemple d'application .....	67
<b>2. Les objectifs du travail du sol</b> .....	28	2.3. Les situations rencontrées .....	69
2.1. Inventaire des principaux objectifs	28	<b>3. Maîtrise de l'alimentation hydrique</b> ..	69
2.2. Nécessité d'un état structural favorable .....	28	3.1. Approche générale du problème ..	69
2.3. L'enfouissement des résidus culturaux, des amendements, engrais et pesticides .....	28	3.2. Réduction de la demande culturale	70
2.4. La lutte mécanique contre les adventices .....	29	3.3. Augmentation des disponibilités en eau .....	71
2.5. Rôle à l'égard de l'eau .....	29	3.4. Les modes et techniques d'irrigation .....	72
<b>3. Le profil cultural</b> .....	30	<b>4. L'irrigation par aspersion</b> .....	73
3.1. Définition du profil cultural optimal	30	4.1. La conception d'un réseau collectif d'irrigation .....	73
3.2. Constitution du profil souhaitable.	30	4.2. Stratégies d'arrosage et modes d'apport .....	74
3.3. Profil du lit de semences .....	32	4.3. La conduite de l'irrigation .....	75
3.4. Profil de la couche arable .....	33	4.4. La pratique de l'irrigation .....	80
3.5. Profil sous la couche labourée .....	33	4.5. Les conséquences de l'irrigation ..	82
<b>4. Obtention du profil cultural recherché</b>	34		
4.1. L'itinéraire de préparation .....	34		
4.2. Importance de l'état hydrique du sol : la praticabilité .....	35		
4.3. Les modes d'actions des outils .....	36		



<b>Section 3 – Les produits organiques et leur utilisation</b> .....	173
<b>1. Diversité des produits organiques incorporés au sol</b> .....	173
<b>X2. Les produits organiques non transformés</b> .....	174
2.1. Les pailles .....	174
2.2. Les résidus culturaux .....	178
2.3. Le retournement des prairies .....	179
2.4. Les engrais verts .....	180
<b>3. Les effluents d'élevage</b> .....	183
3.1. Les fumiers .....	183
3.2. Les purins .....	186
3.3. Les lisiers .....	187
3.4. Les restitutions directes du bétail au pâturage .....	188
<b>4. Les produits d'origine externe à l'exploitation</b> .....	189
4.1. Les gadoues et les composts urbains .....	189
4.2. Les boues de stations d'épuration .....	191
4.3. Les déchets industriels et les eaux résiduaires .....	192
<b>5. Quelques techniques de transformation des produits organiques</b> .....	192
<b>6. Bioconversion énergétique des déchets agricoles</b> .....	194
 <b>Chap. 6 – L'AMÉLIORATION ET L'ENTRETIEN DES CAPACITÉS NUTRITIVES DU SOL</b> .....	197
<b>Section 1 – Les éléments nutritifs dans le sol</b> .....	199
<b>1. Le phosphore</b> .....	199
1.1. Généralités .....	199
1.2. Les principales formes de phosphore .....	199
1.3. La dynamique du phosphore .....	200
1.4. Le système sol-phosphore .....	202
1.5. Déplacements et distribution du phosphore dans un sol .....	203
1.6. Appréciation de l'état phosphaté .....	204
<b>2. Le potassium</b> .....	206
2.1. Généralités .....	206
2.2. Les formes de potassium dans le sol .....	206
2.3. Déplacements et distribution du potassium dans un sol .....	210
2.4. Appréciation de l'état potassique d'un sol .....	210
<b>3. Les autres éléments nutritifs</b> .....	212
3.1. Le magnésium .....	212
3.2. Le soufre .....	213
<b>4. Les oligo-éléments</b> .....	216
4.1. Définition et caractéristiques .....	216
4.2. Caractéristiques des oligo-éléments .....	216
4.3. Les oligo-éléments dans le sol .....	217
4.4. La dynamique des oligo-éléments .....	218
4.5. La biodisponibilité .....	218
4.6. Carences et toxicités .....	221
<b>Section 2 – La fertilisation raisonnée</b> .....	226
<b>X1. Nutrition et fertilisation</b> .....	226
<b>2. Richesse du sol et comportement des cultures</b> .....	227
2.1. Rappel de l'ancienne conception de la fertilisation .....	227
2.2. Les résultats des récents essais .....	227
<b>3. Nouvelle approche de la fertilisation</b> .....	228
3.1. Les stratégies proposées .....	228
3.2. L'élaboration du raisonnement .....	229
<b>4. Applications aux principaux systèmes culturaux</b> .....	233
4.1. Détermination des apports en grandes cultures .....	234
4.2. Les besoins des prairies permanentes .....	235
<b>Section 3 – La gestion technique et économique de la fertilisation</b> .....	243
<b>1. Le plan de fumure</b> .....	243
1.1. Établissement d'un plan de fumure .....	243
1.2. Les principales contraintes .....	244
<b>2. Modalités pratiques d'application de la fumure</b> .....	247
2.1. Les apports aux cultures .....	247
2.2. Les formes et types d'engrais à utiliser .....	248
<b>3. Exemple d'élaboration d'un plan de fumure</b> .....	253
3.1. Caractéristiques de l'exploitation .....	253
3.2. Le plan de fumure .....	254
<b>4. La rentabilité de la fumure</b> .....	256
<b>5. Contrôle de la fertilisation</b> .....	260
<b>Section 4 – Les matières fertilisantes</b> .....	264
<b>1. Quelques définitions</b> .....	264
<b>2. Aspects législatifs</b> .....	265
2.1. Les procédures de mise sur le marché .....	265
2.2. Les obligations légales .....	266
<b>3. Présentation générale des engrais</b> .....	269
3.1. Les engrais solides .....	269
3.2. Les engrais liquides .....	269
3.3. Les engrais gazeux .....	270
<b>4. Principaux engrais simples</b> .....	270
4.1. Les engrais azotés .....	270
4.2. Les engrais phosphatés .....	275
4.3. Les engrais potassiques .....	278

<b>5. Les engrais composés</b> .....	280	<b>2. Les semences et les plants</b> .....	339
5.1. Les engrais binaires.....	280	2.1. La production de semences et de plants.....	339
5.2. Les engrais ternaires.....	281	2.2. Les semences et plants certifiés ..	342
5.3. Les solutions et les suspensions..	281	2.3. Les futures semences.....	344
<hr/>		<hr/>	
<b>Partie III – ACTIONS SUR LE MATÉRIEL VÉGÉTAL</b> .....	283	<b>Chap. 9 – LES CULTURES EN MILIEU ARTIFICIEL</b> .....	345
<b>Chap. 7 – L'INSTALLATION ET LA PRÉ- SERVATION DES CULTURES</b> .....	285	<b>1. Les cultures hors sol</b> .....	345
<b>1. L'installation des cultures</b> .....	285	1.1. Technique et systèmes de produc- tion hors sol.....	346
1.1. Le choix des variétés.....	285	1.2. Les supports de culture.....	347
1.2. L'implantation des cultures.....	287	1.3. Les solutions nutritives.....	350
<b>2. Préservation du potentiel végétal</b> ....	293	<b>2. Les cultures « in vitro »</b> .....	352
2.1. Concurrence et parasitisme.....	293	2.1. Généralités.....	352
2.2. Lutte contre les adventices.....	293	2.2. Principales applications.....	353
2.3. La lutte contre les maladies et les ravageurs.....	301	<hr/>	
<b>3. Autres interventions en cours de vé-       gétation</b> .....	310	<b>Partie IV – GESTION DE L'ESPACE AGRICOLE</b> .....	359
3.1. Application de régulateurs de croissance.....	310	<b>Chap. 10 – CONNAISSANCE DU MILIEU ET VALEUR AGRONOMIQUE</b> .....	361
3.2. Correction de troubles nutrition- nels.....	311	<b>1. Fertilité, potentialités, aptitudes       culturales</b> .....	361
3.3. Activation et stimulation de la croissance.....	311	1.1. Notion de fertilité.....	361
<b>4. Gestion de la défense des cultures</b> .....	313	1.2. Les potentialités et le rendement ..	362
<hr/>		1.3. Les aptitudes culturales.....	363
<b>Chap. 8 – L'AMÉLIORATION DES PLANTES</b> .....	315	1.4. Détermination des potentialités agricoles.....	363
<b>Section 1 – Amélioration et transforma-       tion du patrimoine génétique</b> .....	317	<b>2. Les méthodes d'étude d'un espace       agricole</b> .....	365
<b>1. Rappels biologiques et génétiques</b> .....	317	2.1. La cartographie des sols.....	365
1.1. L'espèce et l'information génétique	317	2.2. Les méthodes de détection à distance.....	368
1.2. La reproduction des plantes.....	318	<b>3. La valeur agronomique</b> .....	372
<b>2. L'amélioration du patrimoine géné-       tique</b> .....	321	3.1. Les types de classement.....	372
2.1. Les objectifs.....	321	3.2. Les critères de classement.....	372
2.2. Démarche générale du sélection- neur.....	321	3.3. L'élaboration des classements.....	372
2.3. Quelques manipulations génétiques classiques.....	323	<hr/>	
2.4. Quelques stratégies classiques de sélection.....	327	<b>Chap. 11 – SYSTÈMES DE PRODUCTION       ET SYSTÈMES DE CULTURE</b> .....	375
<b>3. Transformations du patrimoine géné-       tique</b> .....	331	<b>1. Définitions</b> .....	375
3.1. Les manipulations génétiques <i>in</i> <i>vitro</i> .....	331	1.1. Exploitation agricole et système de production.....	375
3.2. Le génie génétique.....	333	1.2. Système cultural et système de culture.....	376
<b>Section 2 – La diffusion du progrès géné-       tique</b> .....	338	1.3. Itinéraire technique.....	377
<b>1. Homologation et protection des       variétés nouvelles</b> .....	338	1.4. Assolement et rotation.....	377
		1.5. Technique et pratique.....	378
		<b>2. L'assolement</b> .....	378
		2.1. Justifications de l'assolement.....	378
		2.2. Le choix des cultures.....	379
		<b>3. La rotation culturale</b> .....	382
		3.1. Aperçu historique sur les rotations	382

3.2. La monoculture .....	384	1.1. L'agriculture biologique .....	410
3.3. L'alternance des cultures .....	385	1.2. Systèmes de culture intégrés .....	414
3.4. Les effets des systèmes de culture .....	386	1.3. Les expériences hollandaises.....	414
3.5. La jachère .....	389	1.4. Perspectives des systèmes alternatifs .....	416
<b>4. Élaboration et conduite des systèmes</b> .....	391	<b>2. Les dégradations de l'environnement</b> .....	417
4.1. La problématique et les décisions ..	391	2.1. Origine de l'érosion hydrique et de la pollution .....	417
4.2. Installation d'un système de production.....	392	2.2. L'érosion hydrique .....	418
4.3. Installation et conduite de systèmes de culture.....	396	2.3. La pollution .....	421
4.4. Caractérisation et appréciation des systèmes .....	400	2.4. Incidence des techniques culturales .....	427
<b>5. Évolution et transformation des systèmes</b> .....	402	<b>3. La qualité et les techniques de production</b> .....	428
5.1. Évolution historique.....	402	3.1. Perception de la qualité.....	428
5.2. Réaction à l'égard des modifications d'environnement.....	403	3.2. Variations de composition des végétaux .....	429
5.3. Les adaptations de l'assolement ..	403	3.3. Incidence de la fertilisation sur la qualité de quelques productions ..	429
<b>6. Analyse énergétique de la production</b> 404		3.4. Incidence des techniques culturales sur la santé des consommateurs.....	432
6.1. Coût et rendement énergétique.....	404	<i>Conclusion</i> .....	435
6.2. Les voies d'amélioration possibles	406	<i>Bibliographie</i> .....	437
<i>Chap. 12 – PRODUCTION VÉGÉTALE ET ENVIRONNEMENT</i> 409		<i>Glossaire</i> .....	441
<b>1. Les systèmes de production « alternatifs »</b> .....	409	<i>Index</i> .....	445



## AGRICULTURE D'AUJOURD'HUI

*Sciences, Techniques, Applications*

Collection dirigée par P. MOATI  
*Ingénieur général  
du Génie rural des eaux et des forêts*



et ouvrage couvre les trois composantes de la production dans le cas des grandes cultures : le climat, le sol et le végétal. Cette division est retenue aussi bien dans le premier volume, consacré aux connaissances fondamentales, que dans le volume 2, " La maîtrise de la production ", où les techniques et pratiques d'optimisation des facteurs et des conditions de production sont examinées.

Regroupant un ensemble de connaissances habituellement dispersées dans des ouvrages de diverses spécialités, cette 2<sup>e</sup> édition — soucieuse de présenter une agriculture productive et respectueuse de la fertilité et de l'environnement — accorde une place plus importante à la maîtrise de l'eau, au travail du sol, aux systèmes de production alternatifs et à la préservation du milieu.

Pour chaque technique sont fournis les éléments de diagnostic face aux différentes situations susceptibles d'être rencontrées dans la pratique quotidienne, ainsi que les principaux outils d'aide à la décision.

Cette dimension synthétique de *La production végétale* en fait un ouvrage particulièrement adapté aux élèves et professeurs de l'enseignement et de la formation professionnelle agricoles, ainsi qu'aux agriculteurs.

Michel Vilain, ingénieur agronome de l'Institut national agronomique de Paris-Grignon et licencié ès sciences, est professeur au lycée agricole d'Arras et chargé de recherches à l'Institut national de la recherche agronomique.

2-7430-0127-5



9 782743 00 1538