

Table des matières

Préface	V
Remerciements	vii
Liste des sigles	IX
<i>Introduction</i>	
Développement durable : application à la pépinière	
<i>Première partie</i>	
La culture de pleine terre	
<i>Chapitre 1</i>	
Aménagement du terrain	
1. État des lieux	11
2. Cartographie des sols de l'exploitation	13
2.1. Notions de pédogenèse	13
2.2. Charge en cailloux et profondeur du sol	15
2.3. Notion de texture	15
2.4. Notion de structure	17
2.5. Cartographie des sols	17
3. Le maillage brise-vent	18
3.1. Le rôle des brise-vent	18
3.2. Structure et orientation d'un brise-vent	19
4. Schéma général d'aménagement de la propriété	22

Retour aux bases de l'agronomie

1. Composition minérale des végétaux.	25
2. Rôle des éléments minéraux dans la plante	26
2.1. L'azote.	26
2.2. Le phosphore	26
2.3. Le potassium	26
2.4. Le magnésium	27
2.5. Le calcium.	27
2.6. Le soufre.	27
2.7. Les oligoéléments	27
3. Absorption minérale et système racinaire	28
3.1. Croissance et développement du système racinaire	28
3.1.1. Architecture générale et croissance du système racinaire	28
3.1.2. Influence de la saison et rythme de croissance	30
3.1.3. Influence de la nature physique du sol	30
3.1.4. Influence de la richesse minérale du sol.	31
3.1.5. Influence de l'alimentation hydrique de la plante	31
4. La matière organique.	31
4.1. Le rôle de l'humus dans le sol.	31
4.1.1. Rôle physique	32
4.1.2. Rôle biologique	32
4.1.3. Rôle chimique.	32
4.2. Évolution de la matière organique	32
4.2.1. Décomposition de la matière organique fraîche.	32
4.2.2. Humification.	33
4.2.3. Minéralisation	33
4.2.4. Conditions d'évolution	33
4.3. Caractérisation d'un amendement organique	34
4.3.1. Les différentes origines de la matière organique	34
4.3.2. Innocuité vis-à-vis du sol et des cultures	34
4.3.3. Conséquences agronomiques	35
5. Biologie et microbiologie du sol	35
5.1. Activité biologique globale	35
5.2. Les vers de terre.	36
5.3. Les champignons mycorrhiziens.	37
5.4. Les bactéries dites PGPR	38
6. Conséquences pratiques sur la conduite de la fertilisation.	38
6.1. Respect des trois lois fondamentales de l'agronomie	38
6.2. Prise en compte des facteurs influençant la croissance racinaire	40
7. Le cas particulier de « la fatigue des sols » en pépinière fruitière	40
7.1. Définition	41
7.2. Hypothèses sur les causes de la fatigue des sols.	42
7.3. Déroulement du programme national d'Astredhor sur la fatigue des sols	42

7.3.1. Première étape : test des hypothèses agronomiques, pathologiques et biochimiques	42
7.3.2. Deuxième étape : essai de reproduction des symptômes en pots	43
7.3.3. Troisième étape : étude de l'hypothèse microbiologique	44
7.4. Conclusions et perspectives	46

Chapitre 3

Préparation du sol pour la plantation

1. L'analyse de terre	49
1.1. Définition	49
1.2. Où faut-il prélever ?	49
1.3. Comment réaliser l'échantillon ?	49
1.4. Choisir son analyse	51
1.5. Les paramètres à retenir	51
2. L'interprétation des résultats	53
2.1. Granulométrie	53
2.2. Capacité de rétention en eau	53
2.3. Calcaire total et actif	54
2.4. La matière organique	55
2.5. Le phosphore	55
2.6. Capacité d'échange cationique	56
2.7. Le potassium	56
2.8. Le magnésium	56
2.9. Le calcium	57
2.10. Facteurs de conversion entre unités	57
3. Élaboration du plan de fumure de redressement	58
3.1. Exemple de calculs	58
3.2. Résultats de l'interprétation	59
3.3. Vers une gestion optimisée de la fertilité chimique du sol	60
3.4. Vers une gestion plus fine de la fertilité biologique du sol	61
3.4.1. Fractionnement granulométrique de la matière organique	61
3.4.2. Capacité de minéralisation de l'azote et du carbone	61
3.4.3. Détermination de la biomasse microbienne	62
3.4.4. Mesure de la « respiration spécifique » des micro-organismes du sol	62
3.4.5. Potentiel mycorhizien du sol	63
4. Le travail du sol	64
4.1. Les façons culturales précédant le labour	65
4.2. Le labour	66
4.3. Les façons culturales complétant le labour	67
4.4. Évolution des techniques de préparation du sol	68
5. Utilisation du profil cultural	69
5.1. Apprécier les potentialités agronomiques de son sol	70
5.2. Étayer un diagnostic sur le déroulement d'une culture	70
5.3. Vérifier l'action des pratiques culturales sur l'état du sol	71

Chapitre 4

La plantation

1. Réception des jeunes plants	73
2. Préparation des jeunes plants	73
3. Distances de plantation	74
4. Plantation manuelle	74
5. Plantation mécanique des jeunes plants	75
6. Arrosage et buttage	76

Chapitre 5

La gestion de l'arrosage

1. Adaptation au sol de la dose d'irrigation	78
2. Conduite de l'arrosage	80
2.1. Qu'est-ce qu'une sonde tensiométrique ?	80
2.2. Positionnement des sondes sur la parcelle	81
2.3. Suivi de l'irrigation à l'aide de tensiomètres	82
3. Rappels réglementaires sur le prélèvement d'eau dans le milieu naturel et le stockage de l'eau	84

Chapitre 6

La conduite des cultures

1. Pépinière d'alignement	87
1.1. Formation de la tige	87
1.1.1. Première année de culture	87
1.1.2. Années suivantes	88
1.2. Formation de la tête	89
1.2.1. Formation en couronne	89
1.2.2. Formation fléchée	90
1.2.3. Tête formée en rideau	92
1.2.4. Tête greffée	92
1.3. Entretien du sol	93
1.4. Cernage	94
1.5. Contre-plantation	94
1.6. Exemples de schémas de culture	96
1.6.1. <i>Albizia julibrissin</i> : formation d'une tête couronnée	96
1.6.2. <i>Platanus x acerifolia</i> : formation d'une tige avec « refléchages »	97
1.6.3. <i>Fraxinus angustifolia</i> « Raywood » : formation d'une tige greffée en pied	98
1.7. Normalisation	98
2. Pépinière fruitière	99
2.1. Conduite du porte-greffe en vue du greffage	99
2.1.1. Ébourgeonnage	99

2.1.2. Écimage	100
2.1.3. Rabattage	100
2.2. Conduite du scion	100
2.2.1. Ébourgeonnage	100
2.2.2. Tuteurage	101
2.2.3. Prétaillage	101
2.3. Production de scions préformés en axe central	102
2.3.1. Contrôle et périodicité du développement de la ramification	102
2.3.2. Développement des bourgeons axillaires	105
2.3.3. Conséquences pratiques pour la conduite de la pépinière	106
2.4. Exemples de schémas de culture	110
2.4.1. Scion de prunier : greffage d'hiver en incrustation	110
2.4.2. Scion d'abricotier : greffage d'été en écusson	110
2.4.3. Scion de pommier : greffage d'hiver sur table	111
2.5. Normalisation	111
2.6. Certification fruitière	113

Chapitre 7

Greffage

1. Évolution de l'anatomie d'une tige	115
2. Restauration de la continuité vasculaire après le greffage	119
3. Présentation de quelques méthodes de greffage utilisées en production d'arbres d'alignement et de plants fruitiers	121
3.1. Méthodes de greffage utilisables en hiver	121
3.2. Méthodes de greffage utilisables au printemps	127
3.3. Méthode de greffage utilisable en été-automne	129
4. Facteurs de réussite et causes d'échec au greffage	131
4.1. État physiologique et conditions de réalisation de la greffe	131
4.2. Incompatibilités de greffe d'origine génétique	132
4.2.1. Incompatibilité dite localisée	132
4.2.2. Incompatibilité dite de translocation	133
4.3. Incompatibilités de greffe induites par la présence de virus	134

Chapitre 8

La fumure d'entretien

1. Pépinière de jeunes plants	137
2. Pépinière fruitière	138
3. Pépinière d'arbres d'alignement	139

Chapitre 9

Arrachage

1. Effeuilage	141
2. Arrachage en racines nues	142

Chapitre 12

Les conteneurs

1. Influence du conteneur sur le développement des racines	171
2. Conséquences sur le choix du conteneur	172
2.1. Cas de la pépinière forestière	172
2.2. Cas de la pépinière d'ornement	174
2.2.1. Les conteneurs en plastique	174
2.2.2. Les conteneurs dégradables	179

Chapitre 13

Le substrat

1. Les quatre fonctions du substrat	181
2. Les trois phases d'un substrat	181
2.1. La phase solide	181
2.2. La porosité	182
3. Caractéristiques physiques des substrats	183
3.1. Notion de disponibilité en eau	183
3.2. Notion de pouvoir tampon vis-à-vis de la sécheresse	185
3.3. Représentation schématique	186
3.4. Notion de teneur en air à pF 1	186
3.5. Notion de foisonnement	188
4. Caractéristiques chimiques	189
4.1. Le pH	190
4.2. La capacité d'échange cationique	191
4.3. La conductivité électrique	192
4.4. Le rapport C/N	193
5. Les matériaux de base	194
5.1. Matériaux organiques traditionnels	194
5.2. Matériaux minéraux traditionnels	195
5.3. Matériaux alternatifs	197
6. La préparation d'un substrat	199
6.1. Généralités	199
6.2. Neutralisation du pH	201
6.3. Désinfection	203
6.4. Charte de qualité	204

Chapitre 14

L'irrigation

1. Rappels sur la circulation de l'eau dans la plante	207
2. Dose d'irrigation et substrat : un tandem indissociable	208
2.1. Ajustement de la dose d'irrigation à la capacité de stockage du substrat	209
2.2. Détermination de la dose d'arrosage en fonction du mode d'irrigation	210

2.3. Notion de coefficient de captage	211
3. Connaissance des besoins en eau des végétaux.	213
3.1. Besoins en eau des végétaux en conteneurs de 3-4 litres	214
3.2. Besoins en eau des végétaux en conteneurs de 15 litres	215
3.3. Besoins en eau des végétaux en gros conteneurs.	217
4. Arrosage par aspersion ou goutte à goutte : adaptation de la fréquence des arrosages à la consommation en eau des végétaux	218
4.1. Détermination du nombre d'arrosages quotidiens.	218
4.2. Répartition des arrosages au cours de la journée.	219
5. Automatisation de la méthode par le pilotage informatique de l'irrigation	220
5.1. Pilotage à partir des données météorologiques.	220
5.1.1. Notion d'ETP et d'ETM	221
5.1.2. La méthode PICEA	223
5.2. Pilotage à partir de l'humidité du substrat	225
5.2.1. Principe de fonctionnement	226
5.2.2. Principe du pilotage.	226
5.2.3. Utilisation et positionnement des tensiomètres	230
6. Cas de la subirrigation	232
6.1. Irrigation par nappe	232
6.1.1. Alimentation de la nappe rétentrice par gaines perforées	232
6.1.2. Alimentation de la nappe par aspersion	235
6.2. Irrigation par lit de sable	236
7. Vers une réduction de la consommation en eau grâce au recyclage	238
7.1. La désinfection chimique des eaux recyclées	240
7.2. La filtration lente.	241
7.3. Le lagunage	242
8. Conséquences pratiques pour la conception du réseau	245
9. Rappels réglementaires sur le prélèvement d'eau dans le milieu naturel et le stockage de l'eau	246

Chapitre 15

La fertilisation

1. La fertilisation de fonds.	249
2. La fumure d'entretien	250
2.1. Les engrais à action progressive.	250
2.1.1. Les différents engrais azotés organiques de synthèse	251
2.1.2. Les engrais enrobés dans une matière naturelle ou synthétique	253
2.2. Les solutions nutritives	254
2.2.1. La méthode Coïc-Lesaint.	254
2.2.2. Solutions prêtes à l'emploi	260
2.2.3. Engrais solubles	260
3. Suivi de la fertilisation	261
3.1. Dynamique de croissance des végétaux	262
3.1.1. Courbe en S	262

3.1.2. Croissance continue	262
3.1.3. Croissance par vagues	263
3.2. Suivi de la CE dans les conteneurs	264
3.2.1. Méthode de prélèvement	264
3.2.2. Préparation de l'échantillon	264
3.2.3. Exemple de courbe de suivi.	265
3.3. Utilisation du suivi de la CE dans le substrat pour la gestion de la fertilisation	265
3.3.1. Cas du Cyprés de Leyland	266
3.3.2. Cas du Laurier-rose	267
3.4. Expression en terme de « salinité volumique corrigée »	269

Chapitre 16

La conduite des cultures

1. Disposition des plants sur l'aire de culture	271
2. Pincements	271
3. Tuteurage	272
4. Ombrage	272
5. Protection contre le froid.	273
5.1. Les mécanismes d'action du froid	273
5.2. Influence des conditions culturales	274
5.3. Les possibilités de protection	276
5.4. Sensibilité au froid de quelques espèces cultivées en pépinière	277
6. Normalisation	280

Troisième partie

La protection phytosanitaire : notions de base et évolution des pratiques

Chapitre 17

Rappels sur la réglementation phytosanitaire

Chapitre 18

Connaître les produits phytosanitaires

1. Définition	291
2. Formulation commerciale	291
3. Homologation.	292
4. Lire l'étiquette	294
4.1. Identification du produit	294
4.2. Dangerosité du produit.	295
4.3. Notion de zone non traitée	296
5. Quelques définitions associées à l'utilisation des produits phytosanitaires.	297

Chapitre 19

Le stockage et la manipulation des produits phytosanitaires

1. Où stocker les produits phytosanitaires?	299
2. Comment stocker les produits phytosanitaires?	301
3. Que faire des emballages vides?	301
4. Comment se protéger au cours de la manipulation des produits?	302
5. Préparation des bouillies	304
6. Remplissage de la cuve du pulvérisateur	304

Chapitre 20

L'application des produits phytosanitaires

1. Application par pulvérisation	307
1.1. Définition	307
1.2. Le matériel	307
1.2.1. Les pulvérisateurs portatifs.	307
1.2.2. Les chariots et brouettes	308
1.2.3. Les pulvérisateurs portés ou tractés par le tracteur	308
1.2.4. Les buses.	309
1.3. Choix du matériel et modalités d'utilisation	309
1.4. Entretien du matériel	310
1.5. L'étalonnage du matériel	311
1.5.1. Vérification de l'homogénéité du débit des différentes buses	312
1.5.2. Détermination de la vitesse d'avancement	312
1.5.3. Vérification de l'étalonnage	314
1.5.4. Cas d'un pulvérisateur animé par l'applicateur	315
1.6. La préparation du traitement.	315
1.6.1. Détermination de la quantité de bouillie à préparer	315
1.6.2. Détermination de la quantité de produit à mettre dans la bouillie	316
1.7. Pendant le traitement.	318
1.8. Le retour dans la culture après le traitement	319
2. L'épandage sous forme de microgranulés	320
2.1. Les techniques d'épandage.	320
2.2. Le matériel	320
2.2.1. Les appareils à entraînement manuel	320
2.2.2. Les chariots enjambeurs	320
2.3. L'étalonnage.	320
2.4. Pendant le traitement.	321
2.5. Après le traitement	321

Raisonnement de l'emploi d'un produit phytosanitaire

1. Traiter : une nécessité ?	323
2. Comment raisonner l'utilisation d'un produit phytosanitaire ?	324
3. Connaissance des « mauvaises herbes »	324
3.1. Définition	324
3.2. Classification pratique des adventices	324
3.2.1. Les annuelles	324
3.2.2. Les bisannuelles	325
3.2.3. Les pluriannuelles	325
3.2.4. Les vivaces.	326
3.3. Conséquences pratiques	326
4. Connaissance des arthropodes	326
4.1. Caractéristiques morphologiques	326
4.2. Classification pratique des arthropodes	327
4.2.1. Les acariens.	327
4.2.2. Les insectes.	327
4.3. Conséquences pratiques	328
5. Connaissance des maladies	329
5.1. Caractéristiques des champignons.	329
5.1.1. Appareil végétatif	329
5.1.2. Mode de reproduction	329
5.2. Classification pratique des champignons responsables de maladies des plantes	330
5.2.1. Les symptômes indirects	330
5.2.2. Les possibilités d'observation directe du champignon	331
5.3. Conséquences pratiques	331
6. Modes d'action des produits phytosanitaires	332
6.1. Modes d'action et classification pratique des herbicides	332
6.1.1. Les herbicides préventifs.	332
6.1.2. Les herbicides curatifs	333
6.2. Modes d'action et classification pratique des insecticides et acaricides	333
6.2.1. Les insecticides de contact	333
6.2.2. Les insecticides agissant par ingestion	333
6.2.3. Les insecticides agissant par inhalation	334
6.2.4. Les insecticides agissant par asphyxie	334
6.2.5. Classification des insecticides et acaricides selon leur mode d'action.	334
6.3. Modes d'action et classification pratique des fongicides.	335
6.4. Durée d'action	336
6.4.1. Notion de rémanence	336
6.4.2. Notion de persistance de résidus	336
7. Le nettoyage du matériel.	336
7.1. Après le traitement : retour à la plateforme de lavage du matériel.	337
7.2. Les dispositifs de retraitement des effluents	338

Vers une autre approche de la protection phytosanitaire

1. Les bases de la protection biologique intégrée	341
2. La mise en œuvre de la protection biologique intégrée	342
2.1. Agents de lutte biologique.	343
2.1.1. Prédation	343
2.1.2. Parasitisme	343
2.1.3. Micro-organismes de lutte biologique.	344
2.2. Mode d'utilisation des auxiliaires.	344
2.3. La lutte biologique conservatrice.	347
2.4. Médiateurs biochimiques	352
2.5. Produits chimiques ciblés	353
3. Les alternatives au désherbage chimique.	356
3.1. Les disques de paillage	355
3.2. Les mulch organiques	357
3.3. L'entretien mécanique des sols.	358
4. Des pistes de recherche à plus long terme pour la lutte contre les adventices	360

Conclusion

**Développement durable : vers un système
de management environnemental**

Bibliographie	377
Liste des tableaux	385
Liste des figures	387
Liste des photographies	389
Index	391