

# cultures en pots et conteneurs

principes  
agronomiques  
et applications

Francis LEMAIRE  
André DARTIGUES  
Louis-Marie RIVIERE  
Sylvain CHARPENTIER  
Philippe MOREL

 **INRA**  
EDITIONS



# cultures en pots et conteneurs

principes  
agronomiques  
et applications

**ERRATUM**

**Planche I - Les substrats**

*Lire :*

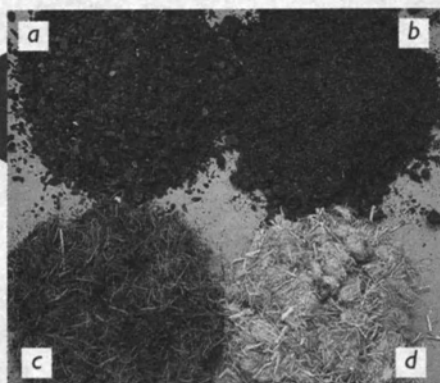
Exemples de substrats :

*a* : écorces de pin broyées

*b* : tourbe blonde

*c* : fibres de noix de coco

*d* : fibres de bois



**Tableau 38 - page 168**

**Index - page 206**

*Lire :*

Isobutylidène diurée

à la place de :

Isobutylène diurée



# **cultures en pots et conteneurs**

principes agronomiques  
et applications

2<sup>e</sup> édition revue et augmentée



# **cultures en pots et conteneurs**

principes agronomiques  
et applications

2<sup>e</sup> édition revue et augmentée

F. LEMAIRE, A. DARTIGUES  
L.M. RIVIÈRE, S. CHARPENTIER  
et P. MOREL

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE  
147, rue de l'Université – 75338 Paris Cedex 07

# du labo au terrain

ouvrages parus dans la même collection

## Combattre les ravageurs des cultures :

### enjeux et perspectives

G. Riba, C. Silvy  
1989, 230 p.

## Le canard de Barbarie

B. Sauveur, H. De Carville,  
éd.  
1990, 182 p.

## L'escargot *Helix aspersa*

### Biologie – élevage

J.C. Bonnet, P. Aupinel,  
J.L. Vrillon  
1990, 124 p.

## Les herbicides :

### mode d'action et principes d'utilisation

R. Scalla, éd.  
1991, 464 p.

## Les maladies des plantes maraîchères

### 3<sup>e</sup> édition

C.M. Messiaen,  
D. Blancard,  
F. Rouxel, R. Lafon  
1991, 552 p.

## Nutrition et alimentation

### des volailles

M. Larbier,  
B. Leclercq  
1992, 244 p.

## Les *Allium* alimentaires reproduits par voie végétative

C.-M. Messiaen, J. Cohat,  
J.-P. Leroux, M. Pichon,  
A. Beyries  
1993, 244 p.

## Agrométéorologie des cultures multiples en régions chaudes

C. Baldy, C.-J. Stigter  
1993, 250 p.

## Écopathologie animale

### Méthodologie, application en milieu tropical

B. Faye, P.-C. Lefevre,  
R. Lancelot, R. Quirin  
1994, 120 p.

## Ravageurs des végétaux d'ornement

### Arbres – Arbustes – Fleurs

D.V. Alford  
Version française :  
M.-F. Commeau, R. Coutin,  
A. Fraval  
1994, 464 p.

## Efficacité et sélectivité des herbicides

C. Gauvrit  
1996, 158 p.

## Écotoxicologie :

### théorie et applications

V.E. Forbes, T.L. Forbes  
Traduit par J.-L. Rivière  
1997, 256 p.

## Les Deutéromycètes.

### Classification et clés d'identification générique

E. Kiffer, M. Morelet  
1997, 306 p.

## Maladies à virus

### des plantes ornementales

J. Albouy, J.-C. Devergne  
1998, 492 p.

## Structure des plantes

### Atlas en couleur

B.G. Bowes  
Version française  
de L. Gauthier  
1998, 192 p.

## Nutrition et alimentation des poissons et crustacés

J. Guillaume, S. Kaushik,  
P. Bergot, R. Métailler  
1999, 490 p.

## La truffe, la terre, la vie

G. Gallot, coord.  
1999, 210 p.

## Les poules

### Diversité génétique visible

G. Coquerelle  
2000, 184 p.



# Préface

## de la 2<sup>e</sup> édition

Depuis la première édition de cet ouvrage, un certain nombre de faits nouveaux sont apparus à la fois sur le plan de la technique et sur celui des connaissances. En effet, si la surface consacrée aux cultures en conteneurs a légèrement augmenté depuis dix ans, l'apparition de problèmes nouveaux a imposé de rechercher des solutions : par exemple le respect de l'environnement nécessite de concevoir des techniques d'irrigation et d'alimentation minérale plus pointues, moins polluantes et plus économes, d'utiliser des déchets minéraux et organiques provenant des activités agricoles, industrielles et humaines et d'employer des substrats ou des contenants générant moins de déchets. Des caractéristiques hydriques et biologiques jusqu'alors peu prises en compte comme la réhumectation et la biostabilité des matériaux organiques sont des paramètres dont la connaissance est devenue indispensable à l'heure actuelle.

La gamme des produits de la pépinière s'est élargie vers la production de sujets en gros conteneurs par suite de la demande des professionnels des espaces verts, qui réalisent des aménagements à base de sujets de grande taille. De même, pour les plantes en pots, les consommateurs recherchent une durée de vie plus longue et une résistance aux stress plus importante. Ces exigences imposent des recherches sur les reprises en pleine terre des plantes élevées en conteneurs par exemple.

Ceci a amené les auteurs à compléter et à réactualiser certaines parties de l'ouvrage sans en modifier l'esprit.

Ils espèrent contribuer ainsi à une meilleure maîtrise de la gestion de l'eau, des nitrates, des produits phytosanitaires et des déchets, condition de réussite d'une Horticulture raisonnée.

Michel Brunet  
Président de l'ASTREDHOR

# Remerciements

Les auteurs adressent leurs vifs remerciements à MM. J.C. Foucard, consultant et pépiniériste et M. Tharaud, enseignant à l'INH, pour leur collaboration, ainsi qu'à MM. C. Juste, Directeur de recherches INRA, et J. Derly, pépiniériste, pour leurs conseils éclairés lors de la rédaction de l'ouvrage.

Ils expriment leur reconnaissance aux secrétaires, lectrices, dessinatrices, pour le soin apporté aux texte, schémas et photographies et au Service des Éditions de l'INRA, pour avoir proposé avec insistance la réactualisation de l'ouvrage.

# Table des matières

Préface (1 <sup>re</sup> édition) .....	1
Introduction .....	3

## **1<sup>re</sup> partie – Contraintes particulières des cultures en pots et conteneurs**

1. Les systèmes racinaires des plantes en pots et conteneurs .....	9
Particularités des systèmes racinaires des plantes pérennes ligneuses .....	9
Facteurs génétiques .....	9
Facteur mode de multiplication .....	10
Facteur mode de croissance du système racinaire .....	10
Effets de la limitation de volume sur la croissance racinaire .....	14
Conséquences d'ordre quantitatif .....	14
Conséquences d'ordre qualitatif .....	15
2. Contraintes particulières pour l'irrigation .....	21
Généralités sur l'irrigation .....	21
Demande climatique .....	21
Caractérisation de l'offre .....	21
Conditions particulières de l'irrigation des cultures en pots et conteneurs .....	22
3. Contraintes particulières pour la fertilisation .....	25
Généralités sur la nutrition minérale .....	25
Équilibre entre l'utilisation de l'eau et celle des ions minéraux .....	25
Besoins relatifs en différents ions minéraux .....	25
Particularités de la culture en pots et conteneurs .....	25
Les solutions aux problèmes de la fertilisation des cultures en pots et conteneurs .....	27
4. Contraintes particulières pour l'utilisation des plantes après culture .....	29
Généralités .....	29
Particularités des cultures en pots et conteneurs .....	29
Plantes en pots .....	29
Plantes de pépinières cultivées en conteneurs .....	29

5. Les différents systèmes de culture .....	31
Le type 1 .....	31
Le type 2 .....	32
Les types 3, 4, 5, 6 et 7 .....	32

## 2<sup>e</sup> partie = Mise en place des cultures

1. Contenants et surfaces de cultures .....	37
Nature et propriétés de la paroi du contenant .....	37
Types de matériaux utilisés .....	37
Propriétés des parois .....	38
Géométrie du contenant .....	40
Stockage des contenants .....	40
Capacité de rétention .....	40
Développement des parties aériennes .....	41
Développement racinaire .....	41
Surfaces pour cultures en conteneurs .....	44
Évacuation et récupération des eaux en excès .....	44
Circulation dans les cultures .....	45
Protection contre le vent .....	46
Protection contre le gel .....	46
Surfaces de culture sous serre .....	46
Cultures au sol .....	46
Cultures sur tablettes .....	47
2. Choix des matériaux de base pour les substrats .....	49
Caractéristiques physiques .....	49
Caractérisation des différentes phases du substrat .....	49
Propriétés physiques des principaux substrats .....	66
Caractéristiques chimiques .....	67
Capacité d'échange cationique .....	68
Immobilisation par précipitation .....	70
Le pH .....	71
Le pouvoir fixateur pour le phosphore .....	73
Le pouvoir nutritif .....	73
Propriétés biologiques .....	74
Stabilité biologique .....	74
Réceptivité des substrats aux micro-organismes .....	78
Emploi de matières organiques .....	79
Propriétés vis-à-vis de l'enracinement .....	82
Action des racines sur le substrat .....	82
Action des substrats sur les racines .....	82
Normalisation des supports de culture .....	88

<b>3. Préparation des substrats</b> .....	91
Réalisation des mélanges : objectifs .....	91
Principe des mélanges de matériaux de base .....	91
Approche théorique .....	91
Approche pratique : réalisation des mélanges .....	93
Apports d'adjuvants .....	94
Principe de la neutralisation .....	95
Approche théorique .....	95
Approche pratique .....	96
Exemple : correction du pH d'une tourbe de sphaignes .....	98
Principe de la fertilisation de fond .....	101
Conséquences d'apport d'engrais solubles à un substrat physico-chimiquement actif .....	101
Application : détermination de la fertilisation de fond N-P-K-oligo-éléments d'un substrat physico-chimiquement actif .....	104
Incorporation des engrais au substrat .....	108
<b>4. La désinfection des substrats</b> .....	109
Pourquoi désinfecter les substrats ? .....	109
Comment désinfecter les substrats ? .....	110
Désinfection par voie thermique .....	110
Désinfection chimique .....	112
Désinfection biologique .....	113
 <b>3<sup>e</sup> partie - Conduite des cultures</b>	
<b>I. Irrigation</b> .....	117
Les besoins en eau du végétal .....	117
Les principes de la circulation de l'eau au travers de la plante .....	117
Expression énergétique de la demande climatique .....	118
Application aux cultures en conteneurs .....	119
Application aux cultures en pots .....	119
Le suivi de l'irrigation .....	120
Le rôle du substrat .....	120
Moyens de contrôle de l'humidité des substrats .....	123
Mise en œuvre de l'irrigation .....	125
Irrigation localisée .....	125
Aspersion .....	126
Subirrigation .....	127
Éléments de choix d'une technique .....	128
Pilotage automatique des cultures en conteneurs .....	128
Intérêt et contraintes du pilotage automatique .....	128
Les indicateurs du pilotage .....	129
Irrigation et qualité des plantes .....	131

Gestion de la croissance par une restriction hydrique .....	132
Résistance des plantes aux stress .....	132
<b>2. Fertilisation en cours de culture .....</b>	<b>133</b>
Détermination des besoins en éléments minéraux .....	133
Exportations totales .....	133
Dynamique des exportations pendant la culture .....	134
Contrôle de l'état chimique du substrat en cours de culture .....	141
Principes de l'analyse .....	141
Base de l'interprétation agronomique des extraits .....	142
Interprétation de la salinité et application à la fertilisation en cours de culture ...	143
Correction de la salinité d'un substrat et ajustement de la fertilisation .....	143
Observations visuelles du comportement de la plante en culture .....	153
Choix du mode d'apport des engrais en cours de culture .....	153
Forme solide .....	153
Forme liquide .....	155
Formes en action lente ou progressive .....	164
Engrais foliaires .....	173
Importance du rapport azote nitrique/azote ammoniacal dans le milieu .....	176
Généralités .....	176
Conséquences de la présence d'azote ammoniacal pour les plantes ornementales .....	177
Variations du rapport azote nitrique/azote ammoniacal .....	179
Risques d'intoxication ammoniacale .....	180
Utilisation de l'effet favorable sur la rhizogenèse .....	181
Incorporation de fractions extraites de matières organiques diverses .....	182
Recyclage des solutions d'irrigation .....	182
Automatisation .....	186
Conclusion .....	187
Références bibliographiques .....	189
Glossaire .....	199
Index .....	205
Index des végétaux cités .....	209

# Préface

## de la 1<sup>re</sup> édition

Le développement explosif de la culture hors sol justifie l'intérêt considérable de la profession pour ce sujet.

Dans le secteur de la Pépinière, la culture en conteneurs de plantes ligneuses pérennes, dont les premiers essais remontent en France à 1960, représente actuellement plus de 55 millions de plantes finies en conteneurs de plus de 1 litre. L'orientation de la production vers cette voie est irréversible pour de multiples raisons :

- croissance mieux contrôlée et plus régulière,
- pour une même taille, plantes plus légères en conteneurs qu'en mottes, d'où transport moins onéreux ;
- reprise mieux assurée en toutes saisons,
- possibilité d'expéditions tardives au printemps (avantage considérable pour les pays de montagne), hâtives à l'automne (allongement de période de vente),
- présentation préférée par la clientèle.

Dans le secteur des plantes vertes ou fleuries, la culture en pots est la règle constante. Elle dépasse actuellement 115 millions de sujets finis. Ses procédés de culture ont aussi fortement évolué : depuis les procédés traditionnels jusqu'à la subirrigation...

Un ouvrage français exposant la totalité des problèmes que posent ces cultures n'existait pas, ce qui justifie la parution de ce livre, fruit d'une collaboration exemplaire entre la recherche (INRA) et l'Enseignement (École nationale d'ingénieurs des techniques de l'horticulture et du paysage - ENITHP).

Cet ouvrage vient en complément d'ouvrages spécialisés déjà parus (Henry, 1975 ; Bunt, 1976 ; Lesaint et Coic, 1983 ; Blanc, 1985). Il permet de mettre les acquis scientifiques les plus récents à la disposition des professionnels.

L'ouvrage est original dans sa conception : après avoir exposé les notions fondamentales de façon claire et pédagogique, les auteurs analysent ensuite la relation triangulaire unissant étroitement les facteurs : substrat - irrigation - fertilisation qui intervient à la fois dans les techniques de mise en place et de conduite des cultures.

De l'analyse économique et technique de chaque culture envisagée dépendront

- le choix du substrat,
- le mode d'irrigation,
- la technique de fertilisation.

La conclusion qui ressort de la lecture de cet ouvrage est son caractère d'analyse globale, sa capacité de répondre à toutes les questions que se pose un professionnel qui entreprend une culture en conteneurs.

Elle lui permettra d'élever le niveau technique de son savoir-faire et de l'adapter aux nouvelles données économiques à un moment où l'horticulture française doit affirmer sa compétitivité au plan communautaire et très bientôt international.

Cet ouvrage sera également très utile aux enseignants par son côté complet et son approche didactique, et plus généralement à tous ceux qui sont concernés par le raisonnement des bases scientifiques de l'horticulture.

Nous félicitons les auteurs et souhaitons bonne chance à cet ouvrage qui arrive à son heure.

Robert Minie  
Pépinieriste  
Membre de l'Académie d'Agriculture de France



# Introduction

En France, les pépinières ornementales, fruitières et forestières occupaient une surface de 17 031 ha en 1998, qui se répartit en 12 194 ha pour l'ornement, 2 439 ha pour le fruitier et 2 398 ha pour le forestier (Emery, 1998). Alors que les surfaces totales ont diminué de 1987 à 1992 pour les pépinières ornementales et fruitières, elles sont en augmentation depuis lors. Les pépinières forestières restent stables. Il faut noter qu'en 1992, sur les 13 287 ha de pépinières ornementales, fruitières et forestières, 11 212 ha étaient consacrés à la pleine terre et 2 075 ha en hors sol soit en moyenne 15,1 % des surfaces totales. En réalité ce pourcentage diffère suivant le type de pépinière : 28,1 % des surfaces pour les plantes ornementales, 2,9 % pour les plantes fruitières et 1,1 % pour les plantes forestières. De 1987 à 1992, on a assisté à une progression importante des surfaces cultivées en hors sol, qui se sont stabilisées ensuite. D'après les producteurs, l'équilibre se situerait entre 80% pour la pleine terre et 20 % en hors sol.

La production est évaluée à 170 millions de plantes ornementales avec 33 % de plantes élevées en hors sol. 2 538 entreprises en 1998 ont réalisé cette production ornementale. Il faut aussi ajouter 200 millions de jeunes plants ornementaux élevés en hors sol (godet).

Les plantes produites appartiennent à de nombreux genres et espèces : 1 000 environ. En 1992, les principales essences cultivées étaient (en millions de plantes) :

- *Thuja atrovirens* : 11
- *Cupressocyparis* : 10
- Laurier palme : 6
- Rosiers : 30
- Plantes vivaces : 18
- Plantes de terre de bruyère : 10

Les principales régions de production sont les Pays de Loire, l'Île-de-France, le Centre et Rhône-Alpes pour l'ornement.

Les cultures de plantes vertes et fleuries en pots occupaient 1 740 ha en 1998 (Emery, 1998). Depuis 1992, ces surfaces sont en progression alors que la production se situe entre 140 et 150 millions dont 15 % de plantes vertes et 85 % de plantes fleuries. Il faut aussi ajouter les 400 millions de plantes à massif et de plantes vivaces produites en hors sol (godets) sur 1 279 ha en 1998. 5 000 entreprises réalisent ces productions. Le tableau 1 montre la répartition des surfaces entre les 22 régions françaises. Il apparaît que depuis 1980 l'évolution des surfaces varie suivant les régions et modifie le classement des régions de productions : Pays de Loire, Nord-Pas-de-Calais, Aquitaine, Rhône-Alpes totalisent 38,4 % des surfaces en 1998 avec des augmentations importantes, comme l'Aquitaine qui a triplé ses surfaces, alors que d'autres régions, comme l'Île-de-France et la Provence-Côte d'Azur restent stables.

## Cultures en pots et conteneurs

**Tableau 1** – Répartition des surfaces (ha) consacrées à la production des plantes en pots fleuries et vertes suivant les régions françaises en 1980 et 1998 (Emery, 1998).

Régions	1980	1998
Région parisienne	150	149
Champagne	27	31
Picardie	46	36
Haute-Normandie	27	38
Centre	92	112
Basse-Normandie	26	36
Bourgogne	56	76
Nord-Pas-de-Calais	107	174
Lorraine	27	31
Alsace	48	64
Franche-Comté	14	10
Pays de Loire	151	211
Bretagne	75	117
Poitou-Charentes	31	62
Aquitaine	52	146
Midi-Pyrénées	45	110
Limousin	11	15
Rhône-Alpes	94	138
Auvergne	11	9
Languedoc-Roussillon	36	65
Provence-Côte d'Azur	118	105
Corse	4	5

**Tableau 2** – Répartition de la production suivant les espèces en 1989 (Recensement général horticole, 1989) en milliers de pots.

Plantes fleuries		Plantes vertes	
Chrysanthèmes	23 091	Fougères	2 037
Pélargonium	17 347	Dracaena-Cordylone	1 421
Cyclamen	10 998	Ficus	1 706
Primevère	4 101	Dieffenbachia	754
Azalée	9 225	Schefflera	752
Saintpaulia	3 595	Croton	644
Hortensia	5 262	Aralia	450

Les essences cultivées sont très nombreuses (4 000 environ). Le tableau 2 donne la répartition de la production suivant les 7 principales essences cultivées en 1989. En 1998, les productions ont peu varié pour les trois espèces suivantes : Chrysanthème, 24 500 ; Cyclamen, 10 800 ; Azalée, 9 800, en milliers de pots.

D'après le CFCE, le déficit de la balance commerciale française pour les produits de l'horticulture et de la pépinière est en augmentation depuis 1995 (- 3,2 milliards) et atteint - 4,6 milliards en 2000. Le taux de couverture est passé de 20 à 22 % pendant la même période. Pour les végétaux d'extérieur, le déficit est - 312 millions avec 72% de couverture alors que pour les végétaux d'intérieur il s'élève à - 1 336 millions avec seulement 4,7% de couverture.

Si on note que la consommation des particuliers en végétaux d'extérieur (573 millions en 1998) est en constante progression depuis 1993, il n'en est pas de même pour celle des végétaux d'intérieur, en particulier les plantes fleuries et vertes, qui est en baisse. Ceci provient de l'engouement du consommateur français pour le jardinage depuis une décennie.

La culture de ces différentes catégories de plantes en hors sol, environ 900 millions par an, nécessite de mieux maîtriser les conditions de la production pour la rendre plus compétitive. C'est l'objectif de cet ouvrage, destiné à fournir les bases nécessaires pour la fabrication et l'emploi des substrats de culture, 3 à 3,5 millions de m<sup>3</sup> (Cheroux, 1995), la fertilisation et l'irrigation des plantes ornementales, facteurs importants de l'optimisation des cultures.

