

# TABLE DES MATIÈRES

<b>1.0 PRINCIPALES FONCTIONS DE LA PLANTE</b> .....	1
1.1 LA PLANTE : UNE USINE .....	1
1.2 RÔLE DES PRINCIPAUX ORGANES D'UNE PLANTE .....	3
1.2.1 Rôle des feuilles .....	3
1.2.1.1 Phothosynthèse .....	3
1.2.1.2 Respiration .....	5
1.2.1.3 Transpiration .....	6
1.2.2 Rôle de la tige .....	8
1.2.2.1 Sève montante ou sève brute .....	8
1.2.2.2 Sève descendante ou élaborée .....	9
1.2.3 Rôle des racines .....	9
1.2.3.1 Absorption de l'eau .....	12
1.2.3.2 Absorption des éléments nutritifs .....	13
1.2.3.2.1 Transport passif.....	14
1.2.3.2.2 Transport actif .....	14
<b>2.0 LA PLANTE PLACÉE DANS SON CONTEXTE</b> .....	17
2.1 L'ENVIRONNEMENT DE LA PLANTE .....	19
2.2 L'EAU .....	23
2.2.1 Le pH .....	23
2.2.2 La salinité .....	24
2.2.3 L'alcalinité .....	24
2.2.4 La dureté.....	25
2.2.5 Les qualités physiques de l'eau.....	31
2.2.6 Le mode d'irrigation .....	31
2.3 LE SUBSTRAT UTILISÉ.....	33
2.4 LES BESOINS NUTRITIFS DE LA PLANTE .....	35
2.4.1 Besoins en éléments nutritifs.....	35
2.4.2 Besoins en pH.....	35
2.4.3 Salinité à maintenir .....	36

<b>3.0 COMPOSITION CHIMIQUE DES PLANTES</b> .....	38
3.1 LES 3 ÉLÉMENTS DE BASE.....	38
3.2 LES ÉLÉMENTS MAJEURS OU MACROÉLÉMENTS.....	39
3.3 LES ÉLÉMENTS MINEURS DITS: MICRO-ÉLÉMENTS OU OLIGO-ÉLÉMENTS .....	39
3.4 LES ÉLÉMENTS BÉNÉFIQUES .....	40
3.5 PRINCIPAUX RÔLES DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS .....	42
3.5.1 Les éléments majeurs .....	42
3.5.1.1 <u>Azote</u> (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ).....	42
3.5.1.2 <u>Phosphore</u> (HPO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ) .....	42
3.5.1.3 <u>Potassium</u> (K <sup>+</sup> ).....	43
3.5.1.4 <u>Calcium</u> (Ca <sup>++</sup> ) .....	43
3.5.1.5 <u>Magnésium</u> (Mg <sup>++</sup> ) .....	44
3.5.1.6 <u>Soufre</u> (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) .....	44
3.5.2 Les oligo-éléments .....	44
3.5.2.1 <u>Fer</u> (Fe <sup>++</sup> , Fe <sup>+++</sup> ).....	44
3.5.2.2 <u>Cuivre</u> (Cu <sup>++</sup> ) .....	44
3.5.2.3 <u>Manganèse</u> (Mn <sup>++</sup> ).....	45
3.5.2.4 <u>Zinc</u> (Zn <sup>++</sup> ).....	45
3.5.2.5 <u>Bore</u> (Bo <sup>---</sup> ).....	45
3.5.2.6 <u>Molybdène</u> (MoO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ) .....	45
3.5.2.7 <u>Chlore</u> (Cl <sup>-</sup> ).....	46
3.5.3 Les éléments bénéfiques .....	46
3.5.3.1 <u>Silicium</u> (Si <sup>++++</sup> ) .....	46
3.5.3.2 <u>Sodium</u> (Na <sup>+</sup> ) .....	46
3.5.3.3 <u>Nickel</u> (Ni <sup>++</sup> , Ni <sup>+++</sup> ) .....	46
3.5.3.4 <u>Cobalt</u> (Co <sup>++</sup> ).....	47
<b>4.0 FERTILISATION</b> .....	55
4.1 <u>FORME ASSIMILABLE DES ÉLÉMENTS</u> .....	55

4.2	<u>TYPES D'ENGRAIS</u>	57
4.2.1	Origine des engrais	58
4.2.1.1	origine minérale	58
4.2.1.2	origine organique	58
4.2.2	Composition des engrais	58
4.2.2.1	<u>Les engrais simples</u>	58
4.2.2.2	<u>Les engrais composés</u>	59
4.2.2.2.1	Signification des 3 chiffres d'un engrais composé	59
4.2.3	Formes des engrais	63
4.2.3.1	<u>Engrais solide</u>	63
4.2.3.1.1	Engrais solides granulaire	63
4.2.3.1.2	Engrais solides à dissoudre	63
4.2.3.1.3	Matière organique	64
4.2.3.2	<u>Engrais liquides</u>	64
4.2.4	Mode de libération	65
4.2.4.1	<u>Les engrais solubles</u>	65
4.2.4.2	<u>Engrais a solubilisation lente</u>	66
4.2.4.3	<u>Les engrais à libération lente (ou contrôlée)</u>	67
4.2.5	Les engrais organiques et les amendements organiques	70
4.2.5.1	<u>Les engrais organiques</u>	70
4.2.5.2	<u>Les amendements organiques</u>	71
4.2.5.3	<u>Les amendements calcaires (chaux et gypse)</u>	72
4.2.5.3.1	Application de chaux	72
4.2.5.3.2	Le gypse	75
4.2.6	Les engrais ou amendements biologiques	75
4.3	<u>LES OLIGO-ÉLÉMENTS</u>	76
4.3.1	Les chélatés	76
4.3.2	Les «frittée»	79
4.3.3	Autre	79
4.4	<u>ÉQUILIBRE RECHERCHÉ</u>	80
4.4.1	Les interactions entre les éléments	80
4.4.1.1	<u>synergie</u>	80
4.4.1.2	<u>antagonisme</u>	80
4.4.2	La proportion entre les éléments selon les besoins de la plante	82

4.5	<u>RÉACTIONS DES ENGRAIS DANS LE SOL</u> .....	87
4.5.1	Effet des fertilisants sur la salinité du sol.....	88
4.5.2	Effets de la fertilisation sur le pH du sol.....	90
4.5.2.1	<u>L'acidité potentielle</u> .....	90
4.5.2.2	<u>La basicité potentielle</u> .....	90
4.5.3	La plante et son effet sur le pH.....	90
4.6	<u>CHOIX DES MATÉRIAUX FERTILISANTS</u> .....	96
4.7	<u>APPLICATION DES ENGRAIS</u> .....	97
4.7.1	Types de fertilisation.....	97
4.7.1.1	<u>Fertilisation incorporée au substrat</u> .....	97
4.7.1.2	<u>Fertilisation apportée par l'eau d'irrigation</u> .....	97
4.7.1.3	<u>Fertilisation foliaire</u> .....	98
4.7.2	Appareils d'injection d'engrais .....	99
4.7.2.1	<u>Les injecteurs</u> .....	101
	• Les injecteurs à action positive.....	102
	• Les injecteurs à action négative.....	102
4.7.2.2	<u>Les dilueurs</u> .....	104
4.7.2.3	<u>Les proportionneurs</u> .....	104
4.7.3	Installation des doseurs.....	105
4.7.4	Règles de base pour le choix d'un appareil d'injection .....	108
4.7.5	Vérification du fonctionnement des appareils d'injection .....	113
4.7.6	Mélange et compatibilité .....	117
4.7.7	Entretien de l'appareil d'injection et des pièces.....	120
4.8	<u>LE CALCUL DES PPM</u> .....	122
4.8.1	Méthodes de calcul .....	122
4.8.1.1	Exercice simple .....	123
4.8.2	Engrais soluble et ppm .....	125
4.8.3	Engrais liquide et ppm .....	126
4.8.4	Régulateur de croissance et ppm.....	127
4.8.5	Oligo-éléments et ppm .....	128
4.8.6	Le P, le K et les ppm .....	129
4.8.7	Les injecteurs et les ppm .....	131
4.9	<u>VÉRIFICATION DE LA FERTILISATION EN COURS DE CULTURE</u> .....	137

4.9.1	Analyses d'eau .....	137
4.9.2	Analyses de sol de laboratoire.....	139
4.9.2.1	<u>L'analyse standard</u> .....	139
4.9.2.2	<u>L'analyse SSE</u> .....	140
4.9.3	Mesure du pH et de la salinité .....	141
4.9.4	Prélèvement des échantillons de sol pour fins d'analyses .....	141
4.9.5	Procédure pour mesure-maison du pH et de la salinité .....	144
4.9.5.1	<u>Préparation de l'échantillon</u> .....	144
4.9.5.2	<u>Lecture du pH</u> .....	145
4.9.5.3	<u>Lecture de la conductivité (Salinité)</u> .....	145
4.9.5.4	<u>Interprétation des résultats</u> .....	146
4.9.5.5	<u>Choix des appareils</u> .....	146
4.9.6	Analyse foliaire.....	148
4.9.6.1	<u>Prise d'échantillons foliaires</u> .....	150
4.9.7	Approche de diagnostic .....	151
4.9.8	Mobilité des éléments minéraux dans la plante .....	156
4.9.8.1	<u>Éléments mobiles</u> .....	157
4.9.8.2	<u>Éléments immobiles</u> .....	157

## **5.0 CORRECTION DE LA FERTILISATION EN COURS DE CULTURE.....159**

### **5.1 MODIFICATION DU PH DU SUBSTRAT EN COURS DE CULTURE .....159**

5.1.1	Diminution.....	159
5.1.1.1	<u>À court terme</u> .....	159
5.1.1.2	<u>Diminution à long terme</u> .....	160
5.1.2	Augmentation .....	161
5.1.2.1	<u>Augmentation à court terme</u> .....	161
5.1.2.2	<u>Augmentation à long terme</u> .....	163

### **5.2 MODIFICATION DE LA SALINITÉ EN COURS DE CULTURE.....165**

5.2.1	Salinité trop basse.....	165
5.2.2	Salinité trop élevée.....	165

### **5.3 MODIFICATION D'UNE CARENCE OU D'UN EXCÈS EN ÉLÉMENTS**

#### **MAJEURS EN COURS DE CULTURE .....165**

5.3.1	Modification d'une carence en éléments mineurs en cours de culture.....	166
5.3.2	Modification d'un excès en éléments mineurs en cours de culture .....	167

5.4 APPLICATION D'ENGRAIS AU SOL OU APPLICATION FOLIAIRE .....167

**6.0 BIBLIOGRAPHIE** .....169

**ANNEXES**