

TABLE DES MATIÈRES



Introduction	1
Chapitre 1 • La plante et l'eau	5
1. L'eau dans la cellule végétale	5
1.1 Plasmolyse et turgescence	5
1.2 L'eau, élément nécessaire à la vie	6
1.3 Les caractéristiques physico-chimiques de la molécule d'eau	7
1.4 La compartimentation cellulaire et l'eau	8
1.5 Apoplasme et symplasme	9
2. Transport de l'eau et continuum sol/plante/atmosphère	10
2.1 Les plantes terrestres absorbent l'eau à partir du sol	10
2.2 Les plantes absorbent l'eau par les racines	11
2.3 L'eau est transportée des racines aux feuilles par les vaisseaux du xylème	12
2.4 Transport radial de l'eau au niveau des feuilles	13
2.5 Consommation d'eau par les plantes	15
3. Bases physiques du transport de l'eau	15
3.1 Les potentiels hydriques Ψ	15
3.2 Gradients de potentiel hydrique et forces motrices des flux d'eau	19
3.3 Relations flux-force : notion de conductance	20
4. Aquaporines	21
5. Transpiration et stomates	22
6. Adaptation des plantes aux milieux secs	24
7. Eau et productivité	25
Exercices	27
Solutions	27
Chapitre 2 • Nutrition minérale	29
1. Introduction	29
2. Les ions nutritifs et leurs fonctions	30
2.1 Éléments essentiels, macro- et micro-éléments	30
2.2 Le rôle des principaux éléments essentiels	31
2.3 Interactions entre éléments minéraux et nutrition minérale	33
2.4 Effet de la variation des ressources minérales sur la croissance	34
3. Voies de transport des ions minéraux	35
3.1 Tissus vasculaires et voies symplastiques et apoplastiques	35
3.2 Transport radial dans la racine	36
3.3 Transport axial vers les parties aériennes	37

Table des matières

4. Transport passif, transport actif et différents types de systèmes de transport	37
4.1 Critères thermodynamiques de classification des systèmes de transport	38
4.2 Critères mécanistiques de classification des systèmes de transport	45
4.3 Aperçu général des différents modes de transport des ions dans les membranes plasmique et vacuolaire	46
5. Cinétiques des transports : formalisme michaélien	48
5.1 Affinité du transport	48
5.2 Sélectivité du transport	50
6. Exemples de systèmes de transport ionique	51
6.1 Canaux potassiques « Shaker » de la membrane plasmique	51
6.2 Système de transport du nitrate	54
6.3 Transport du fer dans la racine	55
7. Symbioses mycorhiziennes et fixatrices d'azote	57
7.1 Endomycorhize et ectomycorhize	57
7.2 Bactéries symbiotiques	59
8. Développement racinaire et nutrition minérale	60
9. Aspects agronomique et environnemental	61
Exercices	64
Solutions	64
Chapitre 3 • Photosynthèse : mise en évidence	67
1. Autotrophie et hétérotrophie	67
2. Localisation de la photosynthèse	68
3. Mise en évidence de la photosynthèse	71
3.1 Production d'O ₂ à la lumière en présence de CO ₂	71
3.2 Mesure des échanges gazeux (O ₂ ou CO ₂) photosynthétiques	72
3.3 Expériences de Van Niel	73
3.4 Assimilation du carbone du CO ₂ : synthèse de glucides	73
3.5 Expériences de Hill	74
3.6 Réactions d'oxydoréduction et énergétique de la photosynthèse	75
4. Les pigments photosynthétiques et l'absorption de la lumière	77
4.1 Spectre d'absorption	77
4.2 Les chlorophylles et leurs propriétés	79
4.3 Les caroténoïdes et leurs propriétés	81
4.4 Comment se comportent les chlorophylles vis-à-vis de la lumière ?	83
4.5 Spectres d'action de la photosynthèse	85
4.6 Courbe de réponse de la photosynthèse à l'éclairement	86
5. Les différentes phases de la photosynthèse	88
Exercices	90
Solutions	90
Chapitre 4 • Machinerie photosynthétique et énergétique	93
1. Qu'est-ce qu'un photosystème ?	93
1.1 Organisation et principe de fonctionnement d'un photosystème	94
1.2 Les deux types de photosystèmes	95

Table des matières

2. Structure et fonctionnement du photosystème II	97
2.1 L'antenne	97
2.2 Le centre réactionnel	98
2.3 L'oxydation de l'eau	99
3. Structure et fonctionnement du PSI	101
4. La chaîne de transfert des électrons	102
4.1 Le complexe b_6f et les transporteurs mobiles (quinones, plastocyanine)	102
4.2 Le transfert acyclique des électrons (« schéma en Z »)	104
4.3 Le transfert cyclique des électrons	105
5. La synthèse de l'ATP dans le chloroplaste	106
5.1 La théorie chimio-osmotique	106
5.2 Expérience « du bain acide » (Jagendorf et Uribe, 1966)	107
5.3 La translocation des protons par la chaîne photosynthétique	108
5.4 Origine et mécanisme de translocation des protons dans le thylacoïde	109
5.5 Le gradient de protons ou force proton-motrice	111
5.6 L'ATP synthase : structure et fonctionnement	112
5.7 Bilan de la photophosphorylation (rapport $ATP/2e^-$)	116
Exercices	119
Solutions	119
Chapitre 5 • Photosynthèse : aspects métaboliques	121
1. Mise en évidence des premiers composés formés par la photosynthèse	121
2. Cycle de réduction des pentoses ou cycle de Calvin	123
2.1 Fixation du $^{14}CO_2$	124
2.2 Réduction de l'acide 3-phosphoglycérique en trioses-phosphates	125
2.3 La régénération du RuBP	126
2.4 Bilan du cycle de Calvin	127
3. La photorespiration	129
3.1 L'effet oxygène	129
3.2 La voie du glycolate	130
3.3 Importance quantitative et qualitative de la photorespiration	134
3.4 Signification de la photorespiration	134
4. Structure et régulation de la rubisco	135
4.1 Structure de la rubisco	135
4.2 Activation de la rubisco	135
4.3 Synthèse des sous-unités de la rubisco	137
4.4 Régulation du cycle de Calvin	138
5. Différents types de photosynthèse	139
5.1 Mise en évidence du métabolisme C4	140
5.2 Régulation de la PEP carboxylase par phosphorylation/déphosphorylation	144
5.3 Comportement photosynthétique des plantes C3 et C4	144
5.4 Plantes à métabolisme CAM	146
6. Effets globaux, planétaires	148
6.1 Teneur en CO_2 de l'atmosphère	148
6.2 Comment diminuer la teneur en CO_2 de l'atmosphère ?	149

Table des matières

Exercices	152
Solutions	152
Chapitre 6 • Devenir des photo-assimilats	155
1. Devenir des trioses-phosphates	155
2. Synthèse de saccharose et de l'amidon	156
2.1 Synthèse du saccharose	156
2.2 Voie de synthèse de l'amidon	158
3. Synthèse des acides gras	160
4. Assimilation de l'azote et du soufre	162
4.1 Assimilation du nitrate	162
4.2 Assimilation de l'ammonium	164
4.3 Assimilation du soufre dans les feuilles	165
5. Transport à longue distance des assimilats	166
5.1 Le système conducteur phloémien et la sève élaborée	166
5.2 Le moteur du chargement et du transport phloémien	168
5.3 Le transport à longue distance de la sève élaborée	171
5.4 Déchargement du phloème	172
Exercices	174
Solutions	174
Chapitre 7 • Le catabolisme chez les plantes	175
1. Le catabolisme des glucides	175
1.1 Génération des hexoses-phosphates	176
1.2 Voie de la glycolyse	178
1.3 Voie d'oxydation des pentoses-phosphates	181
2. La respiration mitochondriale	182
2.1 Métabolisme du pyruvate et du malate dans la mitochondrie	182
2.2 Le cycle de Krebs	183
2.3 La chaîne respiratoire	186
2.4 La synthèse d'ATP dans la mitochondrie	188
2.5 Bilan en ATP de l'oxydation complète du glucose	191
2.6 La régulation de la respiration mitochondriale	191
2.7 Les différents types de respiration : considérations physiologiques	194
3. Catabolisme des lipides et des acides aminés	195
3.1 Catabolismes des acides gras	195
3.2 Oxydation des acides aminés	195
3.3 Le quotient respiratoire	195
4. La fermentation des végétaux	197
Exercices	200
Solutions	201
Glossaire	203
Index	209