

SCIENCES SUP

Cours et QCM

Licence • BTS • IUT • Pharmacie • Prépas • CAPES

LE MONDE DES VÉGÉTAUX

Organisation, physiologie
et génomique

*Yves Tourte
Michel Bordonneau
Max Henry
Catherine Tourte*

DUNOD

46463

(3)

BL312



LE MONDE DES VÉGÉTAUX

Organisation, physiologie et génomique

Cours et QCM

Yves Tourte

Professeur honoraire à l'université de Poitiers

Michel Bordonneau

Maître de conférences à l'université de Poitiers

Max Henry

Professeur de botanique
à la faculté de pharmacie de Nancy

Catherine Tourte

Professeur en BTS de biotechnologie
au lycée technique agricole de Melle

DUNOD

Table des matières

AVANT-PROPOS

La nouvelle organisation des études universitaires : le LMD	1
La place de la biologie végétale dans le cursus universitaire	2
Objectifs du présent ouvrage	3

CHAPITRE 1 • PANORAMA DU MONDE VÉGÉTAL

1.1 Comment définir un « végétal » ?	5
1.1.1 Les plantes sont autotrophes par rapport au carbone	5
1.1.2 Les plantes ont des modalités de croissance originales	6
1.1.3 Les plantes ont un cycle de vie alternant différentes générations	6
1.1.4 Les cellules végétales sont protégées par une paroi cellulosique	9
1.1.5 Les plantes vivent fixées à leur substrat	9
1.1.6 La place des plantes dans la chaîne alimentaire	10
1.1.7 Les plantes possèdent un appareil cinétique plus ou moins développé	11
1.2 Le problème des frontières du monde végétal	12
1.2.1 Avec le monde des bactéries	12
1.2.2 Avec le monde animal	12
1.2.3 Avec le monde fongique	13
1.3 La classification ou « systématique » des végétaux	14
1.3.1 La grande diversité de la flore débouche sur des classifications complexes	14
1.3.2 Il existe différents systèmes de classification	15
1.3.3 Petite histoire de l'évolution des concepts et perspectives actuelles	19

Résumé	30
--------	----

Pour aller plus loin	30
Questions de synthèse	30
QCM	31
CHAPITRE 2 • ORGANISATION ET REPRODUCTION DES ORGANISMES INFÉRIEURS	33
2.1 Organisation générale des organismes inférieurs	33
2.1.2 L'archéthalle	33
2.1.2 Le protothalle	35
2.1.3 Le cladothalle	36
2.1.4 Le thalle pseudo-tissulaire	37
2.2 Particularités physiologiques des Algues et des organismes fongicoïdes	38
2.2.1 Les Algues <i>lato sensu</i>	39
2.2.2 Les organismes fongicoïdes	40
2.2.3 Les Lichens : une symbiose modèle	43
2.3 La reproduction chez les « organismes inférieurs »	44
2.3.1 Les différents types de gamie	44
2.3.2 Les différents cycles biologiques	45
2.4 L'intérêt pratique des Algues	49
2.4.1 Les Alginophytes	49
2.4.2 Les Carraghénophytes	50
2.4.3 Les Agarophytes	50
2.4.4 Les algues alimentaires	51
2.5 L'intérêt pratique des Mycètes	51
Résumé	56
Pour aller plus loin	57
Sujets de synthèse	57
QCM	57
CHAPITRE 3 • ORGANISATION GÉNÉRALE DES PLANTES À FLEURS	59
3.1 La cellule végétale est beaucoup plus complète que la cellule animale	59
3.1.1 Les plastes sont des organites spécifiques aux plantes	61
3.1.2 La paroi cellulaire est omniprésente	61
3.1.3 Un appareil vacuolaire très développé	65
3.1.4 Un appareil cinétique particulier par sa forme et son développement	67
3.1.5 Quelques particularités génomiques de la cellule végétale	67
3.2 Une capacité de différenciation cellulaire élevée : les tissus et organes	71
3.2.1 Les méristèmes : des structures histogènes et organogènes	71
3.2.2 L'organisation de l'apex caulinaire	73

3.2.3	L'organisation de l'apex racinaire	73
3.2.4	Le cambium et le phellogène	75
3.3	La genèse de la plante feuillée	76
3.3.1	La différenciation cellulaire chez les plantes	76
3.3.2	Structures et fonctions des différents tissus	80
3.3.3	L'organogénèse et la diversité des organes végétatifs	85
3.4	La formation et l'évolution des organes reproducteurs	87
3.4.1	La mise à fleur entraîne de profonds changements dans le fonctionnement des méristèmes	87
3.4.2	Nature et structure des pièces florales	89
3.4.3	Formules et diagrammes floraux	94
3.4.4	Les inflorescences	96
3.4.5	Principales tendances évolutives des plantes à fleurs	97
3.4	Les fruits	101
3.4.1	Les fruits secs	101
3.4.2	Les fruits charnus	103
3.4.3	Les faux fruits et les fruits composés	103
	Résumé	105
	Pour aller plus loin	106
	Sujets de synthèse	106
	QCM	106

CHAPITRE 4 • LES ÉCHANGES GAZEUX CHEZ LES VÉGÉTAUX 109

4.1	Les feuilles et la photosynthèse	109
4.1.1	La notion de photosynthèse	109
4.1.2	Les feuilles, des organes adaptés à la capture de l'énergie lumineuse	110
4.1.3	Les chloroplastes sont des structures photosynthétiques propres aux végétaux	112
4.1.4	La « phase lumineuse » de la photosynthèse	115
4.1.5	La phase sombre correspond à la synthèse des molécules de glucides	119
4.1.6	Le cycle en C_2	127
4.1.7	Le devenir immédiat des produits de la photosynthèse	128
4.1.8	Le bilan fonctionnel de la Rubisco	131
4.2	Les particularités de la respiration chez les plantes	136
4.2.1	Les plantes consomment des molécules carbonées	136
4.2.2	L'appareil respiratoire des plantes	136
	Résumé	144
	Pour aller plus loin	145
	Questions de synthèse	145
	QCM	146

CHAPITRE 5 • LA NUTRITION HYDRIQUE ET MINÉRALE	149
5.1 La couverture des besoins en eau de la plante	149
5.1.1 La disponibilité de l'eau pour la plante	149
5.1.2 Le rôle des racines dans le prélèvement et la mise en mouvement de l'eau	151
5.1.3 Les mouvements de l'eau et l'évapotranspiration	155
5.1.4 Le contrôle de l'évapotranspiration par la plante	159
5.2 La nutrition minérale	159
5.2.1 Petite revue des ions utiles à la plante	161
5.2.2 Le cas particulier de la nutrition azotée chez les plantes	164
5.2.3 L'amélioration des systèmes de fixation d'azote	170
5.3 Les mécanismes moléculaires des transports au sein de la plante	171
5.3.1 Les différents types de transport	171
5.3.2 Le transport actif primaire et les différentes catégories de « pompes »	172
5.3.3 Le transport actif secondaire	173
5.4 Les mouvements de la sève élaborée	174
5.4.1 Composition de la sève élaborée	174
5.4.2 Les mouvements de la sève élaborée	175
Résumé	180
Pour aller plus loin	181
Sujets de synthèse	181
QCM	181
CHAPITRE 6 • LA REPRODUCTION DES PLANTES À FLEURS	183
6.1 La reproduction sexuée : modalités et stratégies	184
6.1.1 La fleur regroupe, le plus souvent, les organes reproducteurs mâle et femelle	184
6.1.2 Une originalité : la double fécondation chez les Angiospermes	192
6.2 Le développement embryonnaire précoce	197
6.2.1 Le développement embryonnaire se réalise au sein de la fleur	197
6.2.2 Le développement des annexes embryonnaires est lié à celui de l'embryon	199
6.2.3 Embryon et graine entrent en dormance	199
6.3 La multiplication végétative	200
6.4 La reproduction asexuée	203
6.5 Conséquences génétiques de ces différentes stratégies au niveau des populations végétales	204
6.5.1 Clonage et variations somaclonales	204
6.5.2 La reproduction sexuée présente quelques avantages	209
Résumé	209
Pour aller plus loin	210
Sujets de synthèse	210
QCM	211

CHAPITRE 7 • LA CROISSANCE ET LE DÉVELOPPEMENT DES PLANTES	213
7.1 Les particularités du génome des plantes	214
7.1.1 La cellule végétale renferme trois génomes	214
7.1.2 La taille des génomes nucléaires varie considérablement	215
7.1.3 Le génome mitochondrial se réplique de façon originale et porte des gènes majeurs	216
7.1.4 Le génome chloroplastique possède des régions répétées	219
7.2 Le développement embryonnaire précoce	222
7.2.1 Du zygote à la cellule méristématique totipotente	222
7.2.2 Le développement fait intervenir des gènes homéotiques	222
7.2.3 L'éclairage qu'apporte l'étude de l'embryogenèse des Fougères	224
7.3 La dormance de l'embryon	230
7.3.1 L'entrée en dormance intervient sur la plante mère	230
7.3.2 La levée de dormance précède la reprise du développement	233
7.3.3 La racine s'édifie en différenciant ses tissus	235
7.3.4 L'apex caulinaire édifie tous les autres organes de la plante	237
7.3.5 Le fonctionnement des méristèmes est soumis à des contrôles	238
7.4 Les phytohormones de la croissance et du développement	240
7.4.1 Le rôle des auxines est fondamental	240
7.4.2 Une seconde famille d'hormones importantes : les cytokinines	242
7.4.3 L'acide abscissique n'est pas seulement l'hormone de la chute des feuilles	244
7.4.4 Les gibbérélines dérivent de la voie de biosynthèse des isoprénoïdes	245
7.4.5 Une hormone gazeuse, l'éthylène intervient dans les relations de communications	246
7.5 Les contrôles du développement	247
7.5.1 Modalités des contrôles hormonaux au niveau moléculaire	247
7.5.2 Le port des plantes résulte d'un délicat équilibre hormonal	249
7.5.3 Les rayonnements contrôlent également le développement	250
Résumé	252
Pour aller plus loin	253
Questions de synthèse	253
QCM	254
CHAPITRE 8 • LA SANTÉ ET LES MALADIES DES PLANTES : PHYTOPATHOLOGIE ET PHYTOPROTECTION	
8.1 La phytopathologie	256
8.1.1 Les principaux agents pathogènes sont biotiques	256
8.1.2 Il existe également des agents pathogènes abiotiques	265

8.2	L'identification des pathogènes	266
8.2.1	La plus ancienne méthode d'identification repose sur la physiologie de la bactérie pathogène	266
8.2.2	La méthode sérologique est aussi très utilisée	267
8.2.3	Une méthode d'identification plus récente repose sur la génomique	270
8.3	Les stratégies de défense des plantes	270
8.3.1	« Résistance passive » et « résistance active »	270
8.3.2	La réaction d'hypersensibilité et l'acquisition de la résistance	272
8.3.3	Les éliciteurs entraînent l'amplification de la réponse défensive chez les plantes	273
8.4	Les produits phytosanitaires : aspects biologiques et industriels	274
	Résumé	277
	Pour aller plus loin	278
	Questions de synthèse	278
	QCM	278
CHAPITRE 9 • LES PLANTES DANS LEUR ENVIRONNEMENT NATUREL		281
9.1	Les écosystèmes	282
9.1.1	Définition et structure d'un écosystème	282
9.1.2	Un écosystème pédagogique classique : la mare	282
9.1.3	Quelles sont les relations au sein d'un écosystème ?	286
9.2	Relations trophiques et chaîne alimentaire	288
9.2.1	Les niveaux trophiques : producteurs et consommateurs	288
9.2.2	Les flux d'énergie, de biomasse et de populations	289
9.2.3	Les écosystèmes évoluent	290
	Résumé	294
	Pour aller plus loin	295
	Sujets de synthèse	295
	QCM	295
CHAPITRE 10 • LES PLANTES CULTIVÉES : AGRICULTURE ET AGRONOMIE		297
10.1	L'agriculture : quelques données historiques	297
10.2	Les missions essentielles de l'agriculture	298
10.2.1	Le contrôle de l'environnement de la plante est essentiel	302
10.2.2	De l'importance de choisir les variétés et de savoir exploiter leur potentiel	303
10.2.3	Les plantes et leur environnement doivent être protégés	312
10.2.4	Pour être maintenues, les cultures doivent être valorisées	313

10.3 Les « grandes cultures »	315
10.3.1 Les grandes cultures en Europe occidentale	315
10.3.2 Tableau résumé de quelques grandes cultures	319
Résumé	322
Pour aller plus loin	323
Sujets de synthèse	323
QCM	323
CHAPITRE 11 • LES BIOTECHNOLOGIES VÉGÉTALES ET LE GÉNIE GÉNÉTIQUE	325
11.1 Présentation de la culture <i>in vitro</i>	326
11.1.1 Méristèmes primaires et secondaires	326
11.1.2 Les facteurs de croissance ou phytohormones sont nécessaires aux cultures <i>in vitro</i>	327
11.1.3 Les objectifs de la culture <i>in vitro</i> sont doubles	327
11.2 Le tri et la sélection de lignées cellulaires hyperproductrices	328
11.2.1 Les étapes indispensables à l'établissement d'une culture <i>in vitro</i>	328
11.3 L'optimisation de la croissance cellulaire, des milieux de culture et de l'environnement	332
11.3.1 Les paramètres de la culture <i>in vitro</i> à prendre en compte	332
11.3.2 La reproductibilité des conditions de culture : notions de totipotence et de variabilité	334
11.4 L'utilisation de cellules et tissus et la régénération de plantes entières	337
11.4.1 L'explant de départ est un méristème	337
11.4.2 L'explant de départ est un tissu différencié	338
11.4.3 La culture se fait à partir de cellules isolées ou de protoplastes	338
11.4.4 La culture part d'une spore	341
11.5 L'induction des voies du métabolisme secondaire par des éliciteurs	343
11.6 L'ingénierie métabolique	344
11.7 La transformation génétique	346
11.7.1 La transgénèse naturelle : exemple de la « galle du collet »	346
11.7.2 La transgénèse dirigée ou le génie génétique	347
11.7.3 Les applications de la transgénèse végétale	354
Résumé	356
Pour aller plus loin	357
Questions de synthèse	357
QCM	357
GLOSSAIRE	359
SOLUTIONS DES QCM	377
INDEX	381



Yves Tourte, Michel Bordonneau,
Max Henry, Catherine Tourte

LE MONDE DES VÉGÉTAUX

Organisation, physiologie et génomique

Les connaissances concernant la physiologie, la biologie, l'organisation, la reproduction et la systématique des plantes ont considérablement progressé au cours des deux dernières décennies, en particulier grâce au développement de la biologie moléculaire et la généralisation de l'approche génomique.

Cet ouvrage prend à la fois en compte l'approche analytique des processus essentiels à la vie des plantes mais également l'approche synthétique dans la restitution des connaissances à l'aide d'exemples de sujets traités *in extenso* ou, pour le moins, résumés sous forme de plans détaillés.

À la suite du cours, un résumé pédagogique insiste sur les notions essentielles et une courte bibliographie est proposée. Les chapitres se terminent par des QCM qui permettent à l'étudiant de tester ses acquis. L'ouvrage est illustré de 160 schémas synthétiques associant les différents niveaux d'intégration des processus biologiques, de l'échelle moléculaire à celle de l'organisme, voire de la population.

Ce livre s'adresse aux étudiants des trois premières années des études supérieures en biologie, ainsi qu'aux candidats aux concours de recrutement des professeurs du second degré. Il pourra servir de référence à tous ceux qui poursuivront leurs études en deuxième cycle. Il sera également utile aux élèves des classes préparatoires aux Grandes écoles agronomiques et vétérinaires, aux étudiants en premier cycle des études pharmaceutiques, aux étudiants des IUT en biologie appliquée et à ceux qui suivent un BTS en production animale, production végétale, gestion et protection de la nature, biologie et biotechnologies.

YVES TOURTE

est professeur honoraire
à l'université de Poitiers.

MICHEL BORDONNEAU

est maître de conférences
à l'université de Poitiers.

MAX HENRY

est professeur de botanique
à la faculté de pharmacie
de Nancy.

CATHERINE TOURTE

est professeur en BTS de
biotechnologie au lycée
technique agricole de Melle (79).



ISBN 2 10 048408 7



www.dunod.com

