

TOUT EN FICHES

MÉMO VISUEL DE
BIOLOGIE VÉGÉTALE

Sous la direction de **DANIEL RICHARD**

Ancien professeur à l'université Toulouse III- Paul Sabatier

LOU BARBE

Enseignant-chercheur en écologie à l'université Rennes 1

LOÏS MOREL

Formateur (en CFA) et chercheur en écologie associé à l'université Rennes 1

ROMAIN NATTIER

Enseignant-chercheur au MNHN de Paris

ROGER PRAT

Ancien professeur à l'université Pierre et Marie Curie (UPMC, Paris)

ANNE VERGNAUD

Professeure agrégée en classes préparatoires BCPST (Lycée Ozanne-Toulouse)

DUNOD

Le pictogramme qui figure ci-contre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage.

Le Code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée dans les établissements

d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour

les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.

Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du Centre français d'exploitation du

droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).



© Dunod, 2019, 2022 pour la nouvelle présentation

11 rue Paul Bert, 92240 Malakoff

www.dunod.com

ISBN 978-2-10-084339-8

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2° et 3° a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

Comment utiliser cet ouvrage ?	IX
Avant-propos	XI
Remerciements	XII
Abréviations	XIII

Partie 1. La place des végétaux au sein du monde vivant

1.1	LES GRANDES CARACTÉRISTIQUES DES VÉGÉTAUX	
Fiche 1	Les végétaux sont des organismes vivants	2
Fiche 2	Les constituants chimiques fondamentaux des végétaux	3
Fiche 3	Les végétaux, des organismes sessiles à grande surface	4
Fiche 4	L'utilisation de la lumière et l'autotrophie pour le carbone	5
Fiche 5	Les plantes, interface dynamique entre le sol et l'atmosphère	6
Fiche 6	La croissance modulaire et la plasticité des végétaux	7
Fiche 7	La totipotence de la cellule végétale et sa capacité de dédifférenciation	8
1.2	GÉNÉTIQUE ET ÉVOLUTION	
Fiche 8	L'ADN, support de l'information génétique	9
Fiche 9	Le gène eucaryote	10
Fiche 10	Les facteurs de transcription	11
Fiche 11	Les mutations	12
Fiche 12	La fluidité du génome et l'épigénétique	13
Fiche 13	Darwin et le néodarwinisme	14
Fiche 14	L'évolution aujourd'hui	15
Fiche 15	Évolution et phylogénie	16
Fiche 16	Phylogénie et homologie primaire	17
Fiche 17	Méthodes et approches utilisées dans l'analyse phylogénétique	18
Fiche 18	Nomenclature et classification actuelle	19
Fiche 19	Place et particularités des champignons et des algues	20
1.3	PHYLOGÉNIE DE LA LIGNÉE VERTE	
Fiche 20	Les Eucaryotes	21
Fiche 21	La Lignée verte	22
Fiche 22	Les Chlorobiontes	23
Fiche 23	Les Embryophytes	24

Table des matières

Fiche 24	Les Bryophytes (sens large)	25
Fiche 25	Les Lycophytes	26
Fiche 26	Les Monilophytes	27
Fiche 27	Les Gymnospermes	28
Fiche 28	Les Gnétophytes et Pinaceae	29
Fiche 29	Les Angiospermes	30
Fiche 30	Les Euangiospermes	31
Fiche 31	Les Monocotylédones	32
Fiche 32	Les Eudicotylédones	33
Fiche 33	Les Superastériidées	34

Partie 2. Les grandes fonctions des végétaux

2.1

ORGANISATION FONCTIONNELLE DE LA CELLULE VÉGÉTALE

Fiche 34	Les constituants de la cellule végétale	36
Fiche 35	La membrane plasmique et les systèmes d'échanges transmembranaires	37
Fiche 36	Les aquaporines et le transfert d'eau	38
Fiche 37	La pompe à protons, première force électro-chimique de la membrane plasmique	39
Fiche 38	Les gradients électrochimiques transmembranaires	40
Fiche 39	Le tonoplaste et la vacuole	41
Fiche 40	Plasmolyse et turgescence	42
Fiche 41	La paroi primaire	43
Fiche 42	La structure de la cellulose	44
Fiche 43	La lignification	45
Fiche 44	L'action du pH sur l'extension de la paroi	46
Fiche 45	La communication intercellulaire <i>via</i> les plasmodesmes	47
Fiche 46	Les plastes	48
Fiche 47	Le chloroplaste	49
Fiche 48	La mitochondrie et la respiration cellulaire	50
Fiche 49	La photorespiration	51

2.2

LES FONCTIONS DE NUTRITION

Fiche 50	La photosynthèse au sein de la cellule	52
Fiche 51	Les processus d'oxydoréduction lors de la photosynthèse	53
Fiche 52	Les pigments de la photosynthèse	54
Fiche 53	Les végétaux de type C3, C4 et CAM	55
Fiche 54	Le métabolisme intermédiaire	56
Fiche 55	Le contrôle de l'ouverture des stomates	57
Fiche 56	Les métabolites secondaires	58

Table des matières

Fiche 57	Les besoins nutritifs cellulaires des Embryophytes	59
Fiche 58	Absorption et assimilation de l'azote	60
Fiche 59	La symbiose mycorhizienne	61
Fiche 60	La formation de la sève brute chez les Embryophytes	62
Fiche 61	La sève élaborée et le transport des assimilats chez les Embryophytes	63
Fiche 62	La mise en réserve de substances chez les Spermatophytes	64
Fiche 63	Les plantes carnivores	65
Fiche 64	Les angiospermes parasites	66
2.3	CROISSANCE ET DÉVELOPPEMENT VÉGÉTATIF	
Fiche 65	Le plan d'organisation général des Spermatophytes	67
Fiche 66	Le cycle cellulaire	68
Fiche 67	Les points de contrôle du cycle cellulaire	69
Fiche 68	La mitose (1)	70
Fiche 69	La mitose (2)	71
Fiche 70	Les méristèmes primaires	72
Fiche 71	La structure du méristème apical caulinaire (MAC)	73
Fiche 72	Auxine, cytokinine et dominance apicale	74
Fiche 73	L'organisation fonctionnelle de la racine	75
Fiche 74	Les méristèmes secondaires	76
Fiche 75	La notion de phytomère	77
Fiche 76	La phyllotaxie	78
Fiche 77	Le port des arbres et des buissons	79
Fiche 78	L'abscission	80
Fiche 79	Le contrôle génétique du développement	81
Fiche 80	La multiplication végétative	82
Fiche 81	Germination et utilisation des réserves	83
Fiche 82	La multiplication par tubercules	84
Fiche 83	La multiplication par bulbes	85
Fiche 84	La multiplication par bulbilles	86
Fiche 85	Les stolons	87
2.4	LES FONCTIONS DE RELATION	
Fiche 86	Les sensibilités chez les végétaux	88
Fiche 87	Le phototropisme	89
Fiche 88	Phototropisme et transports de l'auxine	90
Fiche 89	L'action cellulaire de l'auxine	91
Fiche 90	Le gravitropisme négatif de la tige	92
Fiche 91	Le gravitropisme positif de la racine	93
Fiche 92	Les mouvements « passifs »	94
Fiche 93	Les mouvements de la sensitive	95

Table des matières

Fiche 94	Les nyctinasties	96
Fiche 95	Les plantes à vrilles	97
Fiche 96	Les nutations	98
Fiche 97	Le photopériodisme	99
Fiche 98	Les phytohormones (1)	100
Fiche 99	Les phytohormones (2)	101
Fiche 100	La vernalisation	102
Fiche 101	Les agents phytopathogènes	103
Fiche 102	Les défenses chez les Embryophytes	104

2.5

LA REPRODUCTION SEXUÉE

Fiche 103	Les stratégies de reproduction	105
Fiche 104	La méiose	106
Fiche 105	Isolement de protoplastes et l'hybridation somatique	107
Fiche 106	Les cycles de développement	108
Fiche 107	L'induction florale	109
Fiche 108	Le modèle ABCDE du contrôle génétique de l'induction florale	110
Fiche 109	Les différents types de fleurs	111
Fiche 110	Les inflorescences	112
Fiche 111	La croissance de la fleur	113
Fiche 112	Le cycle de reproduction haplo-diplophasique des Bryophytes	114
Fiche 113	Le cycle de reproduction haplo-diplophasique des Filicophytes	115
Fiche 114	Le cycle de reproduction haplo-diplophasique des Pinophytes	116
Fiche 115	Le cycle de reproduction haplo-diplophasique des Angiospermes	117
Fiche 116	Le gamétophyte femelle des Angiospermes	118
Fiche 117	Le gamétophyte mâle des Angiospermes	119
Fiche 118	La pollinisation croisée	120
Fiche 119	Les mécanismes anatomiques d'incompatibilité	121
Fiche 120	Les mécanismes génétiques d'autoincompatibilité	122
Fiche 121	L'autopollinisation	123
Fiche 122	La double fécondation	124
Fiche 123	De l'ovule à la graine	125
Fiche 124	De l'ovaire au fruit	126
Fiche 125	La placentation et le mode de déhiscence	127
Fiche 126	Les fruits secs et déhiscents	128
Fiche 127	Les fruits secs indéhiscent	129
Fiche 128	Les fruits charnus	130
Fiche 129	Les fruits complexes	131
Fiche 130	Les infrutescences	132

Partie 3. Les végétaux dans leur milieu

3.1 INTRODUCTION À L'ÉCOLOGIE

Fiche 131	La place de l'écologie au sein de la biologie	134
-----------	---	-----

3.2 AUTÉCOLOGIE : LA PLANTE ET SES RELATIONS DANS L'ÉCOSYSTÈME

Fiche 132	La notion de facteur écologique	135
Fiche 133	Les facteurs abiotiques	136
Fiche 134	Les stratégies de réponses aux facteurs abiotiques	137
Fiche 135	Les principales adaptations au milieu aquatique	138
Fiche 136	Les principales adaptations au froid	139
Fiche 137	Les principales adaptations au milieu sec	140
Fiche 138	La notion de gradients environnementaux	141
Fiche 139	Les écotones	142
Fiche 140	Les notions de biomes et d'empires biogéographiques	143
Fiche 141	Les facteurs biotiques	144
Fiche 142	Le concept de niche écologique	145

3.3 ÉCOLOGIE DES POPULATIONS VÉGÉTALES : PATRONS ET PROCESSUS

Fiche 143	Identité et distribution des populations végétales	146
Fiche 144	Les processus locaux, moteurs de la dynamique des populations végétales	147
Fiche 145	Les processus régionaux et dynamique des populations	148
Fiche 146	La génétique des populations	149

3.4 SYNÉCOLOGIE OU ÉCOLOGIE DES COMMUNAUTÉS : PATRONS ET PROCESSUS

Fiche 147	Identification et distribution des communautés végétales	150
Fiche 148	Décrire la structure et la composition des communautés végétales	151
Fiche 149	Stratégie et groupes fonctionnels : une approche typologique de la diversité des plantes	152
Fiche 150	Les traits des organismes, structure et diversité fonctionnelle des communautés végétales	153
Fiche 151	La diversité phylogénétique des communautés végétales	154
Fiche 152	La notion de règles d'assemblages	155

Table des matières

3.5	ÉCOLOGIE DES ÉCOSYSTÈMES ET DES PAYSAGES	
Fiche 153	Les communautés végétales, base des réseaux trophiques	156
Fiche 154	L'écosystème : les communautés végétales dans leur environnement abiotique et biotique	157
Fiche 155	Le fonctionnement écosystémique : des stocks et des flux de matière et d'énergie	158
Fiche 156	Les successions ou le reflet de la dynamique des écosystèmes	159
Fiche 157	Les changements d'état dans les écosystèmes : résistance et résilience	160
Fiche 158	Les services écosystémiques, support des sociétés humaines	161

Annexes. Principaux tissus des Spermatophytes

Fiche I	Tige jeune de Dicotylédone	164
Fiche II	Tige âgée de Dicotylédone	165
Fiche III	Tige de Monocotylédone	166
Fiche IV	Racine jeune de Dicotylédone	167
Fiche V	Racine âgée de Dicotylédone	168
Fiche VI	Racine jeune de Monocotylédone	169
Fiche VII	Feuille de Dicotylédone	170
Fiche VIII	Feuille de Monocotylédone	171
Fiche IX	Collenchyme	172
Fiche X	Sclérenchyme	173
Fiche XI	Bois homoxylé des Gymnospermes	174
Fiche XII	Bois hétéroxylé des Angiospermes	175
Glossaire		177
Bibliographie		187
Index		189
Crédits photographiques		200

Comment utiliser cet ouvrage ?



1 La place des végétaux au sein du monde vivant

3 parties

Les grands axes de la biologie végétale

170 fiches réparties en 13 chapitres

Les notions essentielles du cours pour réviser rapidement

500 schémas et photos en couleur pour illustrer chaque notion importante

Et aussi...

- Une liste des abréviations employées dans l'ouvrage
- Un glossaire
- Un index

Partie 3 Les végétaux, des organismes sessiles à grande surface

À l'exception de certains végétaux aquatiques qui vivent en suspension dans la colonne d'eau, les plantes sont des organismes sessiles, c'est-à-dire vivant fixés à un substrat. Cette fixation présente peu d'inconvénients dans la mesure où la ressource la plus importante pour les végétaux est la lumière et que cette ressource est omniprésente. De plus, un organisme fixé fait l'économie des coûts énormes que représentent les déplacements.

Différents types de fixation au substrat
Le champignon d'une algue ou le rhizoïde d'une mousse ne permettent pas d'assimiler des ressources, contrairement aux racines d'une plante à fleur.

Mousse Racines de Maïs

Un végétal se distingue également du monde animal par le fait qu'il se développe beaucoup en termes de surface mais très peu en termes de volume.
Ce rapport surface/volume important permet aux végétaux d'optimiser leurs échanges avec le milieu extérieur (aqueux) où ils tirent leurs ressources primaires - lumière et CO₂ - assimilés par le feuillage, et eau et nutriments assimilés par les racines.

Fronde de Fougère aigle Feuille de *Mimosa pudica*

Division de la surface
Il est fréquent dans le règne végétal d'observer une division de la surface dans le feuillage ou dans le système racinaire. Ce type de structure, pour un volume donné, maximise la surface d'échanges avec le milieu extérieur.

4

Les grandes caractéristiques des végétaux

Nos connaissances en biologie ont considérablement progressé ces dernières décennies, notamment grâce à l'évolution des techniques d'investigation, approfondissant aussi bien les aspects moléculaires du fonctionnement du vivant que son analyse systémique.

En particulier, les apports de la génétique ont permis de mieux appréhender l'organisation du vivant et de classer les organismes dans un cadre phylogénétique tenant compte de la théorie de l'évolution. Ainsi, le terme de « végétal » employé ici correspond essentiellement aux espèces de la « Lignée verte » ou « Embryophytes ». Les autres groupes, anciennement classés parmi les « végétaux », ne sont pas directement traités mais simplement envisagés dans un cadre plus général, comme par exemple les champignons participant aux mycorhizes ou la part des algues dans certains écosystèmes.

L'approche, nécessairement arbitraire, qui a été choisie ici est transversale et découpée en trois grandes parties :

- 1) La place des végétaux au sein du monde vivant ;
- 2) Les grandes fonctions des végétaux ;
- 3) Les végétaux dans leur milieu.

Une annexe photographique présente les principaux tissus des Embryophytes.

Cet ouvrage est conçu comme un instrument de révision. Il permet de retrouver les principaux aspects modernes de la biologie végétale en quelques 170 fiches, illustrées de 500 schémas ou photos en couleur.

D'un niveau scientifique correspondant à la Licence de Sciences de la Vie, ce livre permettra également aux étudiants de Master, ou préparant les concours (CAPES, Agrégation), de réviser rapidement leurs connaissances.

Remerciements

Nous tenons à remercier tout particulièrement plusieurs collègues ou autres personnes de notre entourage qui, à divers titres, nous ont permis de réaliser cet ouvrage :

- Lucie Bauret (Docteure MNHN)
- Vanessa Beunèche et Lætitia Hérin des éditions Dunod
- Catherine Reeb (PRAG et docteure Sorbonne Université)
- Gaëlle Richard (Chercheure MNHN)
- Thierry Soubaya (Professeur BCPST)

Abréviations

ABA	Acide abscissique; hormone végétale
ABC	<i>ATP-binding cassette</i> ; famille de transporteurs de macromolécules
AIA	Acide Indol Acétique ou Auxine; hormone de croissance
CAM	<i>Crassulacean Acid Metabolism</i> ; métabolisme de plantes adaptées aux milieux arides
Cdk	<i>Cyclin dependant kinase</i> ; protéines kinases impliquées dans le contrôle du cycle cellulaire
CMS	Stérilité mâle cytoplasmique; gènes cytoplasmiques intervenant dans la stérilité mâle
CMTE	Chaîne de transfert d'électrons; ensemble de réactions d'oxydoréduction intra-chloroplastiques impliquées dans la photosynthèse
EXP	Expansine; protéine permettant le glissement réversible des fibres de cellulose
EXT	Endo-xyloglucane transférase; enzyme de scission des molécules de xyloglucane
FD	<i>Flowering locus D</i> ; facteur de transcription participant à l'induction florale
FT	<i>Flowering locus T</i> ou florigène; protéine participant à l'induction florale
ISR	Résistance systémique induite; mécanisme induit de résistance aux pathogènes
LOV	<i>Light Oxygen Voltage</i> ; côté N terminal des phototropines
MAC	Méristème apical caulinaire; méristème primaire de l'extrémité des tiges
MADS	Famille de gènes dont le nom provient de l'acronyme de quatre éléments fondateurs: <i>MCM1</i> de la levure de boulanger, <i>AGAMOUS</i> d' <i>Arabidopsis</i> , <i>DEFICIENS</i> du Muflier et <i>SRF</i> humain.
MAR	Méristème apical racinaire; méristème primaire de l'extrémité de la racine primaire
MTOC	<i>Microtubule organizing center</i> ; centre organisateur de la mitose
PAMPS	<i>Pathogen Associated Molecular Pattern</i> ; signaux moléculaires spécifiques mis en jeu lors d'une infection
PPB	<i>Preprophase band</i> ; regroupement de microtubules et de microfilaments en début de prophase de la mitose
PR	<i>Pathogenesis Related</i> ; protéine participant à la réaction d'hypersensibilité
SAR	Résistance systémique acquise; mécanisme acquis de résistance aux pathogènes
UTR	<i>UnTranslated Region</i> ; région non traduite d'un gène



1

**La place des végétaux
au sein du monde vivant**

Les végétaux sont des organismes vivants

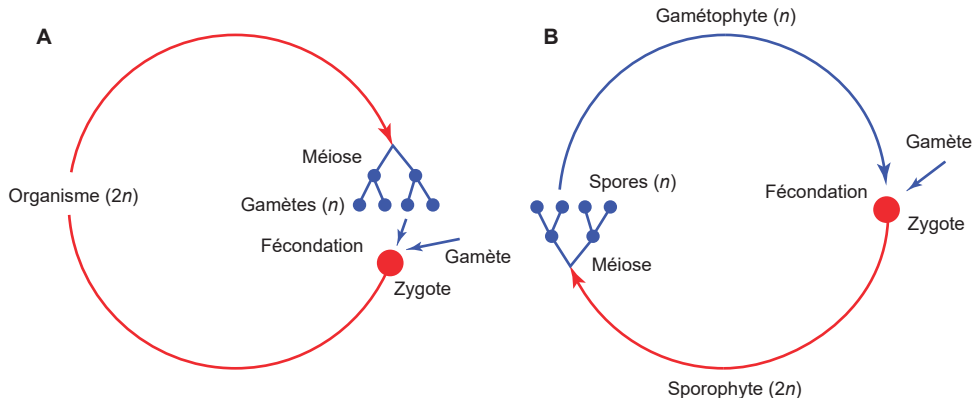
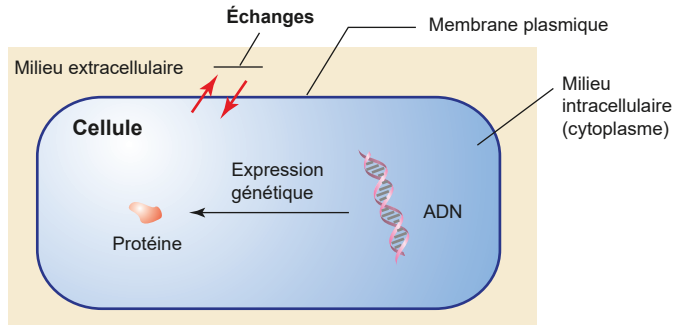
La **biologie** est la science qui étudie le vivant, un être vivant pouvant se définir comme un être organisé qui naît, se développe, se reproduit et meurt.

Les **végétaux**, comme tous les êtres vivants sont formés d'unités structurales et fonctionnelles, les cellules. Une **cellule** (fiche 34) provient toujours de la division d'une cellule préexistante, exceptée la cellule œuf formée lors de la reproduction sexuée (fiche 103). Sur le plan fonctionnel, un être vivant est caractérisé par sa capacité à échanger avec son milieu des matériaux, de l'énergie et de l'information, et à se reproduire.

Ceci correspond à trois grands ensembles de fonctions : les fonctions de **nutrition**, de **relation** et de **reproduction**.

La cellule, unité structurale et fonctionnelle de tout être vivant

Chez les Eucaryotes tels que les végétaux, l'ADN est inclus dans un noyau à double membrane.



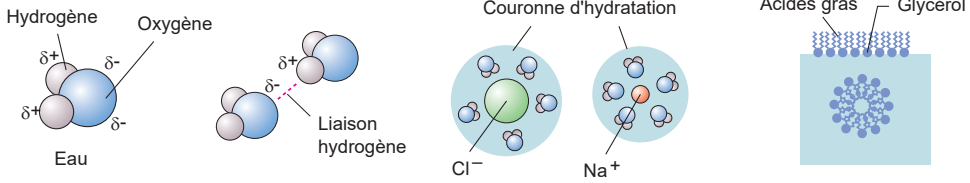
Comparaison des cycles biologiques animaux et végétaux

A - Chez les animaux, exceptés quelques protozoaires, seuls les gamètes sont haploïdes (n chromosomes). Ils ne présentent, au cours de leur cycle biologique, qu'une seule génération diploïde.

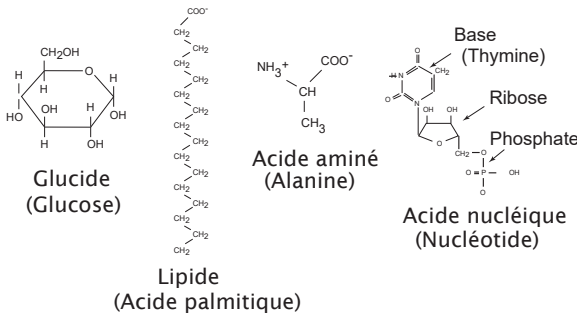
B - Chez les végétaux, toute espèce vit successivement sous deux formes biologiques distinctes, l'une haploïde, le gamétophyte et l'autre diploïde, le sporophyte.

L'importance relative de ces deux formes varie en fonction des espèces (fiches 112 à 115).

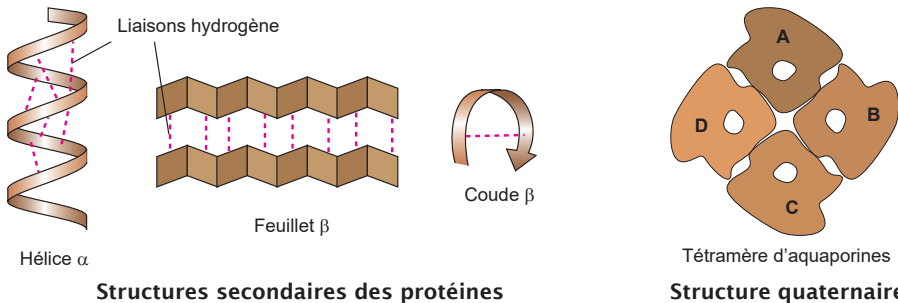
Les constituants chimiques fondamentaux des végétaux



Les propriétés chimiques de l'eau ont permis la naissance et le développement de la vie. Une molécule d'eau est formée d'un atome d'oxygène lié à deux atomes d'hydrogène par des liaisons covalentes. Des liaisons hydrogène faibles se forment également du fait de sa polarité, favorisant des réactions d'hydrolyse et une cohésion entre molécules d'eau. Il en découle aussi une attirance pour les molécules chargées électriquement, formant une couronne d'hydratation. À l'opposé, elle exclut les molécules polaires telles que le glycérol.



Les molécules biologiques sont formées à partir de squelettes carbonés dans lesquels les atomes de carbone sont liés entre eux ou avec des atomes d'oxygène, d'hydrogène, d'azote, de phosphore ou de soufre. On distingue quatre grands types de molécules biologiques : les **glucides**, les **lipides**, les **acides aminés** et les **acides nucléiques**.



Les **protéines** sont constituées de l'assemblage d'acides aminés. La combinaison de quelques éléments assure la formation d'un nombre illimité de **macromolécules**. Celles-ci s'organisent en structures tridimensionnelles, stabilisées par des liaisons faibles, dont certaines s'associent en structures supramoléculaires.