

V. BOUTIN | L. GERAY | Y. KRAUSS | C. VILBERT

ATLAS

BIOLOGIE

BCPST 1 et 2

l'intégrale

2^e édition

DUNOD

Remerciements

Les auteurs sont particulièrement reconnaissants à Agnès Emond pour ses relectures attentives ainsi qu'à Gérard Bonhoure pour la préface. Ils tiennent également à remercier Sandra Lacas-Gervais, Daniel Poisson, Florence Gully, Jacques Moreau, Jean-François Fogelgesang et Marc-André Selosse pour leurs photographies. Ils souhaitent également remercier Philippe Blancou, Ludmila Beaudoin, Isabelle Barotte et Armelle Tholey pour leur aide matérielle.

Maquette intérieure : Yves Tremblay

Photo de couverture : Krzysztof Niewolny

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, 2015, 2019

11 rue Paul Bert, 92240 Malakoff

www.dunod.com

ISBN 978-2-10-079211-5

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.

Les séances de travaux pratiques passent toujours trop vite. Pourtant on sait l'importance de cette relation directe et concrète aux objets pour la compréhension du vivant, de son fonctionnement, mais aussi pour construire les fondements de la pensée scientifique. Dans la formation des étudiants, accéder par soi-même à la perception des structures, par l'œil évidemment, mais aussi par le geste assure cette confrontation entre le théorique et la réalité inscrite dans le cœur de la science. Observer, c'est regarder avec en tête un « modèle », une représentation théorique, pour constater qu'effectivement « ça ressemble » tout en étant un peu différent du schéma que l'on avait mémorisé. Après, il faudra trancher sur le statut de ces différences, soit en les portant sur le compte d'une variation « normale », soit en remettant en question le modèle. Dans cette démarche, l'observateur peut être conduit à agir tout en s'interrogeant : changer de grossissement, déplacer sa préparation microscopique, couper ou déplacer un organe, un élément de conjonctif, choisir le sens d'une coupe dans un organe végétal...

Il est évident, hélas, qu'un ouvrage ne peut pas être considéré comme un substitut puisque le support est nécessairement figé et que la taille de l'image n'indique celle de l'objet que par le truchement de l'échelle. Mais ici, la très belle qualité des photographies, « prises sur le vif », permettra aux utilisateurs de se confronter à une image du réel qui ne gomme pas ses aspérités et oblige à exercer une réflexion. L'honnêteté du regard se reconnaît au premier contact avec cet atlas.

S'il y avait une recommandation à faire aux utilisateurs à venir, qu'ils soient candidats à un concours de recrutement, étudiants de classe préparatoire ou d'université, ce serait d'adopter systématiquement une attitude active. Il faudrait que le support qui leur est ici proposé soit matière à s'interroger, à réveiller la mémoire des actions faites en laboratoire, à penser la relation entre les structures observées et selon les cas, leur fonction, le milieu de vie, le stade de développement, l'appartenance systématique.

Le texte n'a certainement pas vocation à être mémorisé, ni les légendes à fournir des « corrigés » pour des annotations. Ils fournissent des repères et des pistes. En les associant aux photographies, les auteurs ont à l'évidence cherché à fournir un outil, dont le mode d'emploi est à penser d'abord en termes de formation. Et c'est tout à leur honneur.

Gérard Bonhoure,
Inspecteur général, expert du concours agronomique

Préface.....	3
--------------	---

BIOLOGIE CELLULAIRE

Fiche 1	La cellule animale	6
Fiche 2	La cellule végétale	8
Fiche 3	Membranes et jonctions intercellulaires	10
Fiche 4	Les organites des cellules eucaryotes observables en microscopie optique	12
Fiche 5	Diversité des organismes : les Eubactéries.....	14
Fiche 6	Diversité des organismes : Levures et <i>Sordaria</i>	16
Fiche 7	Les Paramécies	18
Fiche 8	Les mitoses.....	20

BIOLOGIE ANIMALE

Plans d'organisation

Fiche 9	Plan d'organisation comparé de la Souris et de la Truite	22
Fiche 10	Plan d'organisation comparé de l'Écrevisse et du Criquet.....	24
Fiche 11	Les téguments	26

Fonction circulatoire

Fiche 12	Le cœur de Mammifère	28
Fiche 13	Anatomie comparée de l'appareil circulatoire de l'Écrevisse, de la Truite et de la Souris.....	30
Fiche 14	Les vaisseaux sanguins	32
Fiche 15	Anatomie comparée de l'appareil respiratoire de la Souris et de la Truite.....	34
Fiche 16	Anatomie comparée de l'appareil respiratoire de l'Écrevisse et du Criquet	36
Fiche 17	L'appareil respiratoire de la Moule	38
Fiche 18	Anatomie comparée des échangeurs respiratoires de trois Vers	40

Fonction digestive

Fiche 19	Les structures de la prise alimentaire et de la mastication	42
Fiche 20	Les structures impliquées dans l'hétérotrophie.....	44
Fiche 21	Dissection comparative des tubes digestifs de la souris et de l'écrevisse.....	46
Fiche 22	Anatomie comparée de l'appareil digestif de l'Écrevisse, de la Truite et de la Souris.....	48

Reproduction et développement

Fiche 23	Anatomie de l'appareil reproducteur et urinaire de la Souris	50
Fiche 24	Histologie des gonades de Souris	52
Fiche 25	Anatomie comparée des appareils reproducteurs de la Truite et de l'Écrevisse	54
Fiche 26	Observation <i>in vitro</i> d'une fécondation chez l'Oursin	56
Fiche 27	Les premiers stades du développement embryonnaire de la Grenouille	58
Fiche 28	Les stades suivants du développement embryonnaire de la Grenouille	60

BIOLOGIE VÉGÉTALE

Structures reproductrices

Fiche 29	La reproduction du Fucus.....	62
Fiche 30	La reproduction du Polypode.....	64
Fiche 31	L'organisation florale.....	66
Fiche 32	L'organisation florale des Astéracées	68
Fiche 33	Fleurs et pollinisation	70
Fiche 34	Relations entre organisation florale et fécondation	72
Fiche 35	Les organes reproducteurs des Angiospermes.....	74
Fiche 36	La dissémination des semences chez les Angiospermes.....	76

Structures végétatives

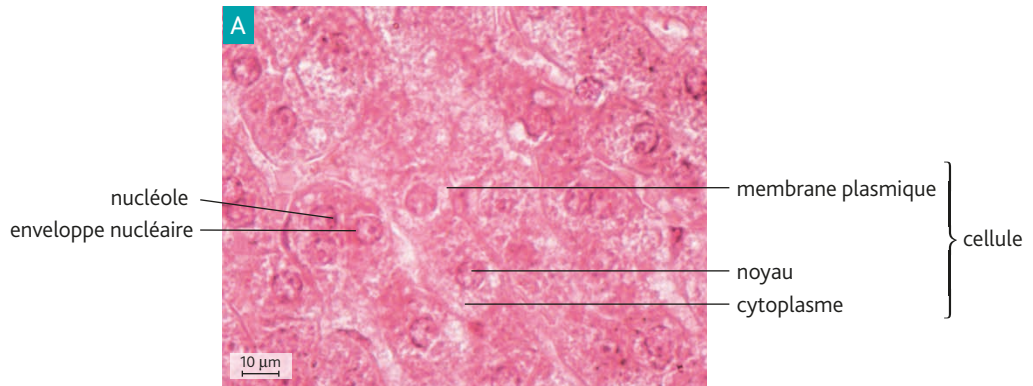
Fiche 37	Les algues	78
Fiche 38	L'appareil végétatif des Angiospermes.....	80
Fiche 39	Reconnaissance des tissus végétaux en structure primaire	82
Fiche 40	Reconnaissance des tissus végétaux en structure secondaire.....	84
Fiche 41	Histologie des tiges et des racines en structures I et II des Angiospermes.....	86
Fiche 42	Histologie des feuilles des Angiospermes	88
Fiche 43	Les adaptations écologiques aux milieux secs.....	90
Fiche 44	Les adaptations écologiques aux milieux aquatiques	92
Fiche 45	Les organes de réserve.....	94

RELATIONS INTRA- ET INTERSPÉCIFIQUES

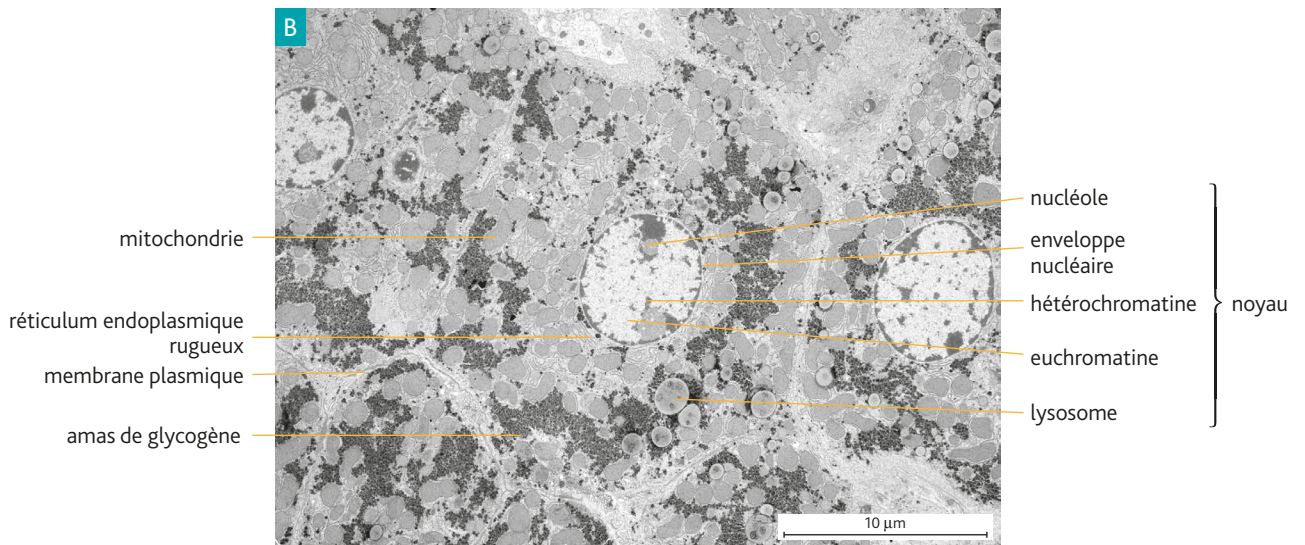
Fiche 46	Diversité des relations intraspécifiques et interspécifiques : <i>Nostoc</i> et <i>Rhizobium</i>	96
Fiche 47	Diversité des relations interspécifiques chez les animaux : parasitisme et symbiose	98
Fiche 48	Diversité des relations interspécifiques chez les végétaux : les mycorhizes...	100
Fiche 49	Diversité des relations interspécifiques chez les végétaux : les lichens.....	102
Fiche 50	Diversité des relations interspécifiques chez les végétaux : le mildiou	104

MÉTHODOLOGIE

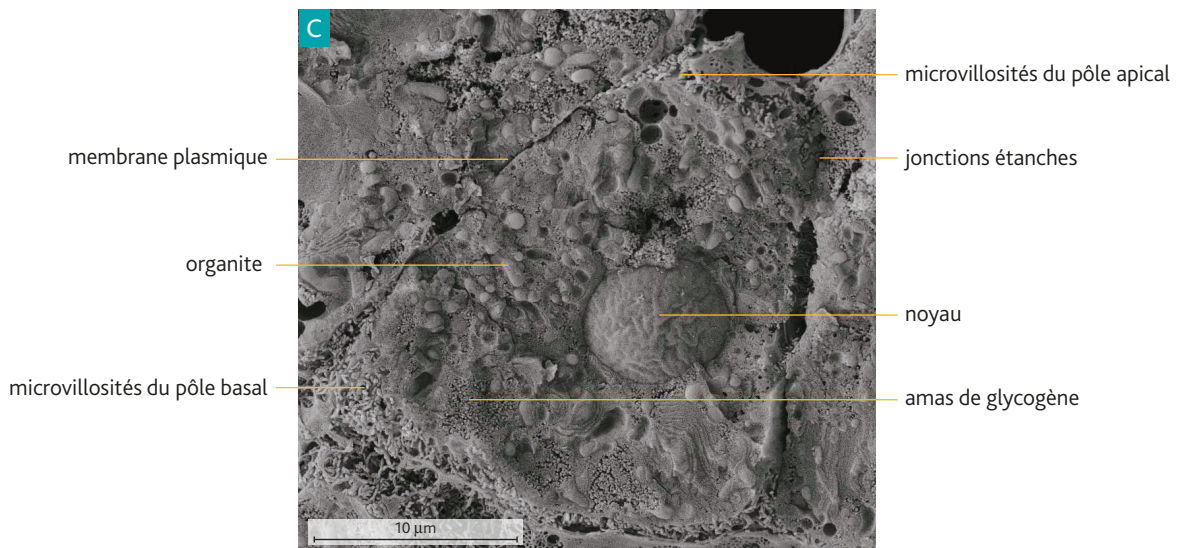
Fiche 51	Clé de détermination en Microscopie Optique (MO).....	106
Fiche 52	Clé de détermination en Microscopie Électronique (ME).....	108
Fiche 53	Comment mener une diagnose cellulaire ?	110
Index		112



Hépatocyte de lapin (MO $\times 600$).



Électronographie d'hépatocyte murin (MET). (Photo : S. Lacas-Gervais, CCNA)



Électronographie d'hépatocyte murin (MEB). (Photo : S. Lacas-Gervais, CCNA)

Observations

L'observation d'hépatocytes sur une coupe de foie de Lapin en microscopie optique ([photo A](#)) montre l'organisation typique d'une **cellule eucaryote animale**. La cellule animale est, comme toute cellule, délimitée par une **membrane plasmique** entourant le **cytoplasme**. Son caractère eucaryote est lié à la présence d'un **noyau**. La photographie en MET ([photo B](#)) permet d'étudier l'ultrastructure de ce type de cellule. Le noyau est un territoire délimité par l'**enveloppe nucléaire**, constituée de deux membranes séparées par un espace intermembranaire, et ponctuée de **pores nucléaires**. Ce noyau contient un ou plusieurs **nucléole(s)** (deux ici), de l'**euchromatine** (transcriptionnellement active) reconnaissable par son aspect clair en microscopie électronique, et de l'**hétérochromatine** (transcriptionnellement inactive) proche de l'enveloppe (aspect foncé sur la microphotographie).

Le cytoplasme est un territoire compartimenté qui, en plus du noyau, contient de nombreux organites. Sur les électronographies sont visibles des **mitochondries**, du **réticulum endoplasmique rugueux** très abondant dans cette cellule, ainsi que de très nombreux **lysosomes** (reconnaissables à leur contenu hétérogène). Par ailleurs, le cytoplasme présente de nombreuses granulations : il s'agit d'amas de **glycogène**.

Bilan

La forme hexagonale de la cellule, la grande abondance de lysosomes et les réserves de glycogène ([photo B](#)) indiquent que cette cellule est différenciée. Cette différenciation est intimement associée à la spécialisation de la cellule. Ainsi, les hépatocytes interviennent dans de nombreux processus métaboliques :

- l'abondance de réticulum endoplasmique rugueux et la présence de deux nucléoles sont le signe de la synthèse de diverses protéines excrétées, telles que l'albumine ou les facteurs de coagulation ;
- les nombreuses mitochondries participent au métabolisme de l'urée ;
- les lysosomes sont impliqués dans la détoxification du sang ;
- le réticulum endoplasmique lisse est un acteur de la synthèse des lipides ;
- enfin, la présence de glycogène montre le rôle des hépatocytes dans le métabolisme du glucose.

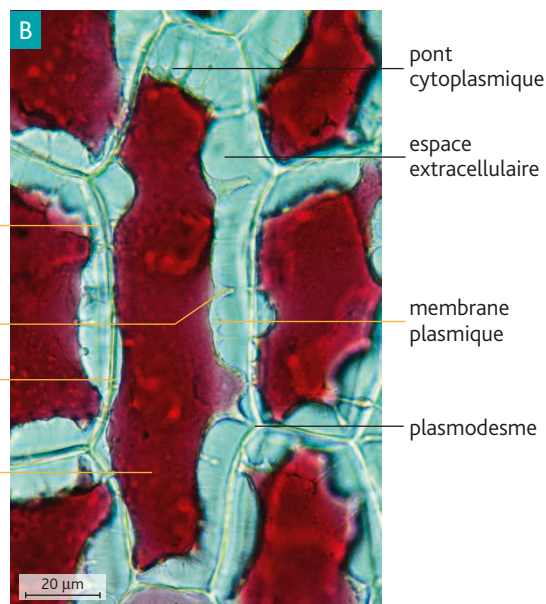
Compléments obtenus grâce au microscope électronique à balayage

L'électronographie en MEB ([photo C](#)) fait ressortir le noyau, les organites, ainsi que la membrane plasmique. De nombreuses **microvillosités** de cette membrane se distinguent nettement aux pôles apical et basal de la cellule. Des **jonctions étanches** sont également observables. Elles correspondent à des zones où les membranes plasmiques de deux cellules adjacentes sont étroitement accolées l'une à l'autre.

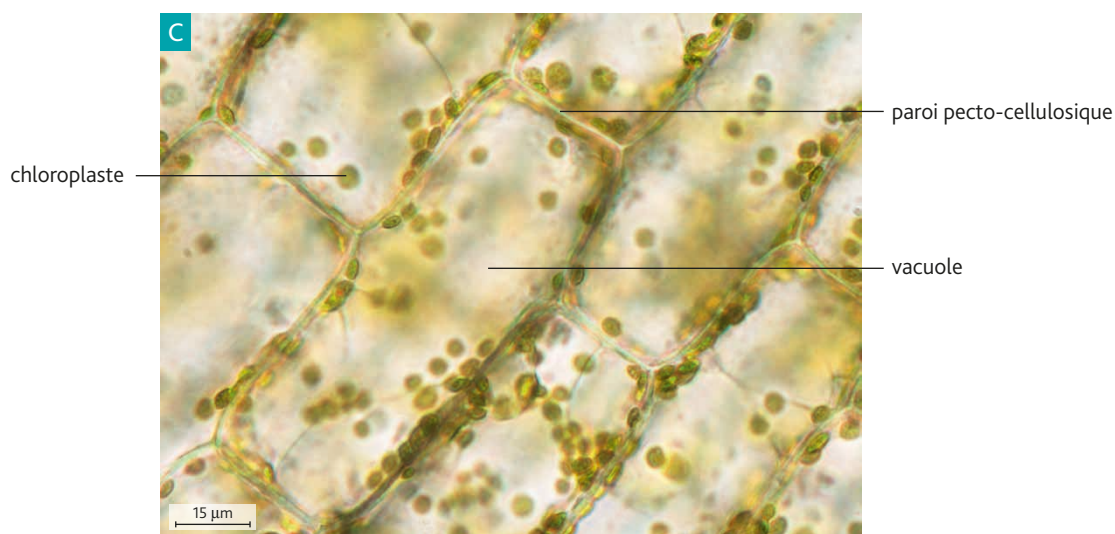
Les travaux cellulaires demandent une coopération étroite entre les organites et impliquent un fonctionnement soigneusement contrôlé par la cellule elle-même et par son environnement. C'est la membrane plasmique qui assure le contact avec le milieu extracellulaire et les cellules voisines. Elle joue le double rôle de protection et de barrière d'échanges. De nombreuses molécules peuvent la traverser, spontanément ou avec l'aide de protéines spécialisées. Ici, les microvillosités ([photo C](#)) augmentent très fortement la surface d'échanges entre la cellule et le milieu environnant. Parallèlement, la présence de jonctions étanches interdit le passage de substances dans l'espace intercellulaire.



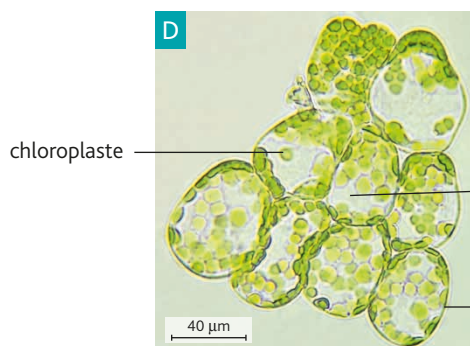
Cellules d'épiderme interne de tunique d'oignon blanc turgescents (MO × 600).



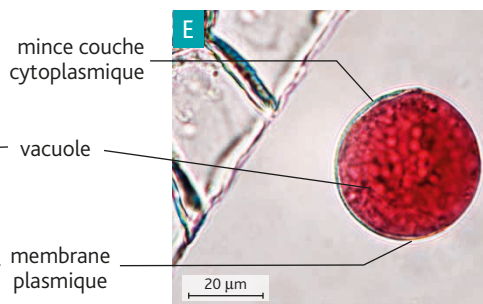
Cellules d'épiderme interne de tunique d'oignon rouge plasmolysées (MO × 400).



Cellules d'élodée du Canada (MO × 600).



Protoplaste de mâche (MO × 400).



Protoplaste d'oignon rouge (MO × 600).

Observation d'une cellule végétale non chlorophyllienne

L'observation des cellules de l'épiderme interne de tunique de bulbe d'Oignon montre l'organisation d'une **cellule végétale non chlorophyllienne** (photo A). La cellule végétale est, comme toute cellule, délimitée par une **membrane plasmique** entourant le **cytoplasme**. Son caractère eucaryote est lié à la présence d'un **noyau**. La plus grande partie du volume cellulaire est occupée par une volumineuse **vacuole** remplie d'eau, de solutés, et dans certains cas de pigments rouges de type anthocyanes (photo B). Délimitée par une membrane nommée **tonoplaste**, la vacuole est un organe polyfonctionnel caractéristique des cellules végétales. Elle intervient dans l'équilibre hydrique et ionique de la cellule ainsi que dans la régulation du volume cellulaire par mouvement osmotique ; elle possède en outre des fonctions lytiques, de réserve, mais aussi mécaniques (squelette hydrostatique). La vacuole est généralement unique chez les cellules différenciées. Occupant alors toute la place, elle rejette en périphérie une mince couche de cytoplasme contenant les autres organites de la cellule.

La membrane plasmique n'est pas visible en microscopie optique sur une cellule turgescente (photo A) car elle est accolée à une **paroi pecto-cellulosique** bien discernable et entourant chaque cellule. Pour pouvoir observer la membrane plasmique, il suffit de monter les cellules dans un liquide hypertonique, *i.e.* dont la concentration en solutés induit une sortie de l'eau cellulaire par osmose. Cette sortie d'eau induit une diminution du volume cellulaire (photo B). La membrane plasmique se décollant de la paroi, le cytoplasme est alors visible : les cellules sont dans un état dit **plasmolysé**. Dans cet état, on remarque sur la photo B que la membrane plasmique reste cependant adhérente à la paroi au niveau de ponts cytoplasmiques qui se font face entre deux cellules. Ceci permet de matérialiser la présence des **plasmodesmes**, structures de communication intercellulaire au niveau desquelles les membranes plasmiques sont en continuité.

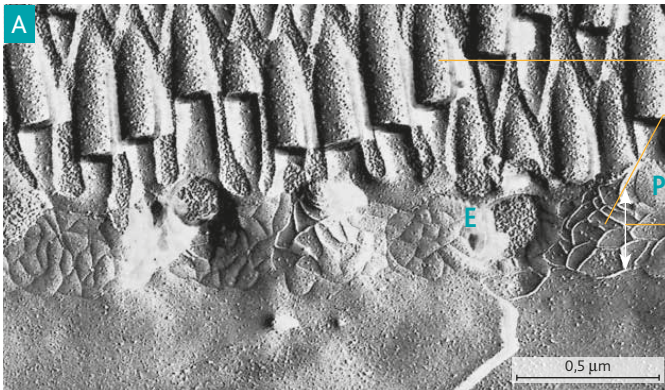
Observation d'une cellule végétale chlorophyllienne

L'observation des cellules du parenchyme palissadique d'une feuille d'Angiosperme dicotylédone en microscopie optique (photo C) montre l'organisation typique d'une **cellule végétale chlorophyllienne**. On retrouve toutes les caractéristiques d'une cellule végétale avec, de surcroît, la présence de **plastides** spécialisés dans la photosynthèse, les **chloroplastes**. Ils sont issus de la différenciation de **proplastides**. Compte tenu de la présence de la vacuole, les chloroplastes, baignant dans le cytosol, sont rejetés en périphérie et animés d'un mouvement de **cyclose** en présence de lumière.

Importance de la paroi pecto-cellulosique

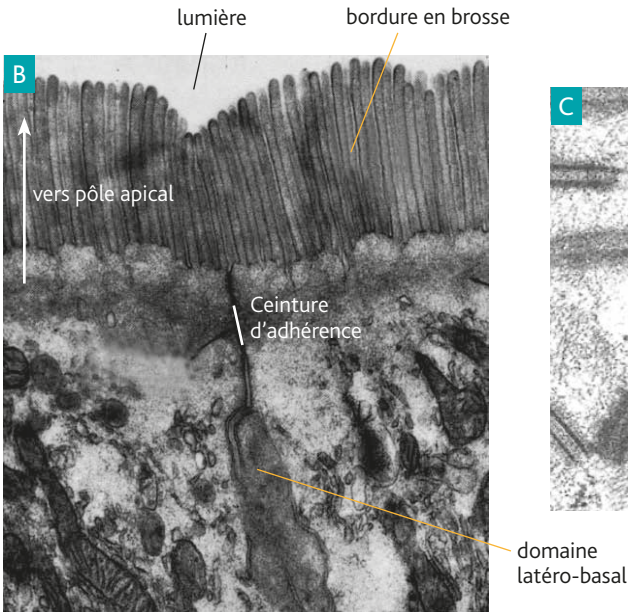
Le rôle mécanique de la paroi pecto-cellulosique peut être mis en évidence en réalisant des **protoplastes**, c'est-à-dire des cellules végétales débarrassées de leur paroi. Cette manipulation peut être réalisée à partir de cellules chlorophylliennes - cellule de feuille de Mâche (photo D) - ou non - cellule d'épiderme externe d'Oignon rouge (photo E). Ces cellules, montées dans un liquide isotonique et observées au microscope optique, présentent une forme arrondie, quasi sphérique, révélant que les formes géométriques constatées chez les cellules végétales sont dues à l'interaction entre la membrane plasmique et la paroi sous l'effet de la **pression de turgescence**.

À côté de points communs évidents avec la cellule animale (membrane plasmique, noyau, organites), la cellule végétale présente des structures (paroi pecto-cellulosique) et des organites originaux (vacuole, éventuellement plastides) qui confèrent aux végétaux leurs singularités au sein du vivant.

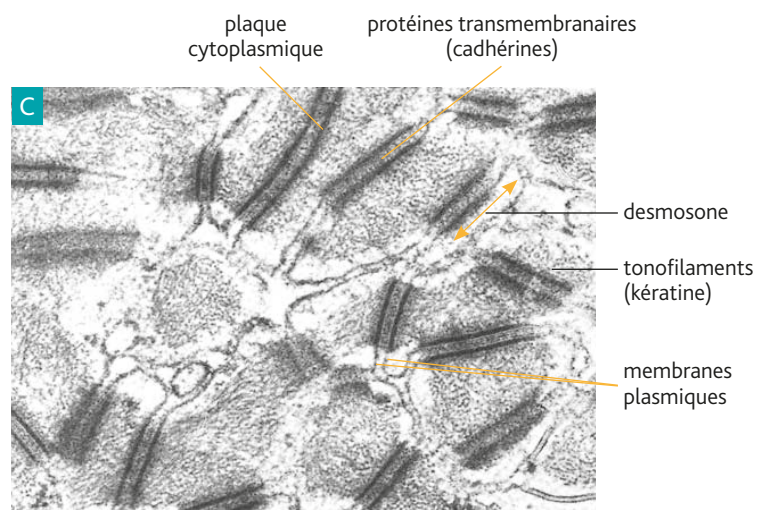


microvillosités
succession de claudines
et d'occludines (protéines
intermembranaires)
anneau de jonctions serrées

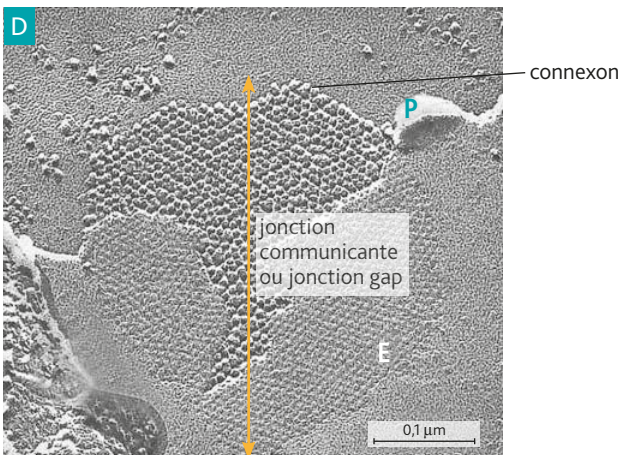
**Jonction étanche et microvillosités apicales
sur cellules intestinales de rat MEB · 44 000**
– cryofracture (face P : face cytosolique,
face E : face extracellulaire)



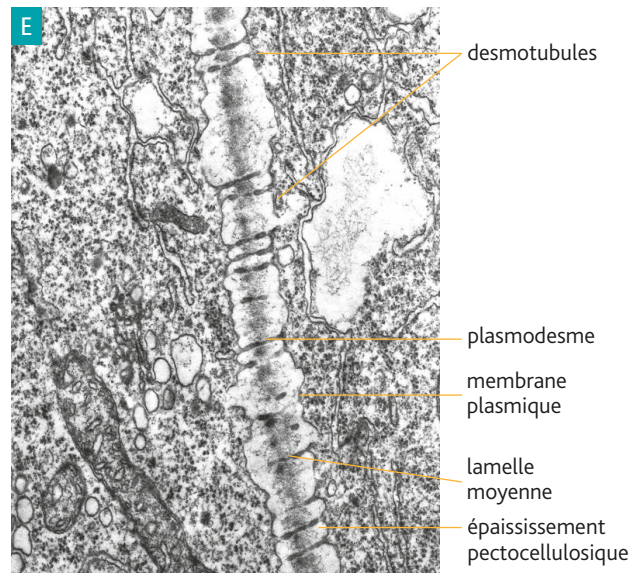
**Ceinture d'adhérence entre deux entérocytes,
MT · 25 000**



**Desmosomes - épiderme de veau
MT · 25 000**



**Jonction communicante - cellule gastrique de rat,
MEB · 138 000 - cryofracture (face P : face cytosolique,
face E : face extracellulaire)**



**Plasmodesmes dans une paroi végétale entre
deux cellules végétales, MET · 15 000**