

l'intégrale

ATLAS

BCPST 1^{re} et 2^e années

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

Atlas de biologie

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 : Épilobe à feuilles étroites

© John Barbara, Gerlach/BSIP

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

5 rue Laromiguière, 75005 Paris

www.dunod.com

ISBN 978-2-10-072968-5

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	Les organites des cellules eucaryotes observables en microscopie optique	10
Fiche 4	Diversité des organismes : les Eubactéries.....	12
Fiche 5	Diversité des organismes : Levures et <i>Sordaria</i>	14
Fiche 6	Les Paramécies.....	16
Fiche 7	Les mitoses	18

BIOLOGIE ANIMALE

Plans d'organisation

Fiche 8	Plan d'organisation comparé de la Souris et de la Truite	20
Fiche 9	Plan d'organisation comparé de l'Écrevisse et du Criquet.....	22
Fiche 10	Les téguments.....	24

Fonction circulatoire

Fiche 11	Le cœur de Mammifère	26
Fiche 12	Anatomie comparée de l'appareil circulatoire de l'Écrevisse, de la Truite et de la Souris.....	28
Fiche 13	Les vaisseaux sanguins	30

Fonction respiratoire

Fiche 14	Anatomie comparée de l'appareil respiratoire de la Souris et de la Truite	32
Fiche 15	Anatomie comparée de l'appareil respiratoire de l'Écrevisse et du Criquet	34
Fiche 16	L'appareil respiratoire de la Moule	36
Fiche 17	Anatomie comparée des échangeurs respiratoires de trois Vers.....	38

Fonction digestive

Fiche 18	Les structures de la prise alimentaire et de la mastication	40
Fiche 19	Anatomie comparée de l'appareil digestif de l'Écrevisse, de la Truite et de la Souris.....	42

Reproduction et développement

Fiche 20	Anatomie de l'appareil reproducteur et urinaire de la Souris.....	44
Fiche 21	Histologie des gonades de Souris.....	46
Fiche 22	Anatomie comparée des appareils reproducteurs de la Truite et de l'Écrevisse	48
Fiche 23	Observation <i>in vitro</i> d'une fécondation chez l'Oursin	50
Fiche 24	Les premiers stades du développement embryonnaire de la Grenouille	52
Fiche 25	Les stades suivants du développement embryonnaire de la Grenouille	54

BIOLOGIE VÉGÉTALE

Structures reproductrices

Fiche 26	La reproduction du Fucus	56
Fiche 27	La reproduction du Polypode.....	58
Fiche 28	L'organisation florale.....	60
Fiche 29	Fleurs et pollinisation	62
Fiche 30	Les organes reproducteurs des Angiospermes.....	64
Fiche 31	La dissémination des semences chez les Angiospermes.....	66

Structures végétatives

Fiche 32	L'appareil végétatif des Angiospermes.....	68
Fiche 33	Histologie des tiges et des racines en structures I et II des Angiospermes.....	70
Fiche 34	Histologie des feuilles des Angiospermes	72
Fiche 35	Les adaptations écologiques aux milieux secs	74
Fiche 36	Les adaptations écologiques aux milieux aquatiques	76
Fiche 37	Les organes de réserve.....	78

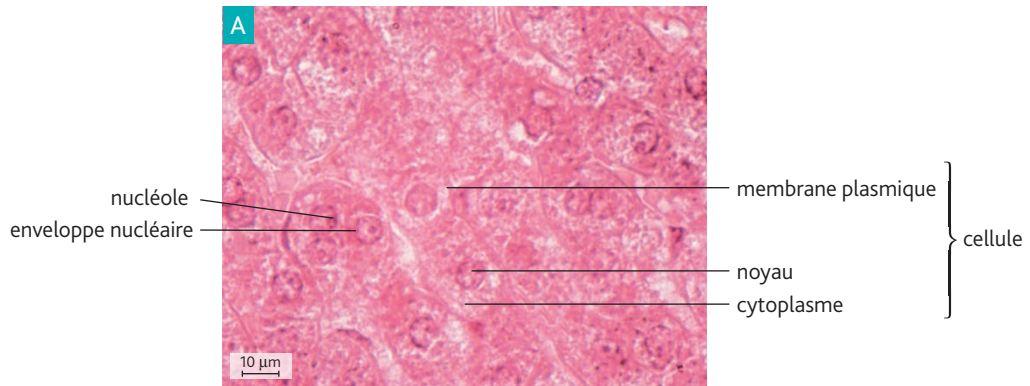
RELATIONS INTRA- ET INTERSPÉCIFIQUES

Fiche 38	Diversité des relations intraspécifiques et interspécifiques : <i>Nostoc et Rhizobium</i>	80
Fiche 39	Diversité des relations interspécifiques chez les animaux : parasitisme et symbiose	82
Fiche 40	Diversité des relations interspécifiques chez les végétaux : les mycorhizes	84
Fiche 41	Diversité des relations interspécifiques chez les végétaux : les lichens.....	86
Fiche 42	Diversité des relations interspécifiques chez les végétaux : le mildiou	88

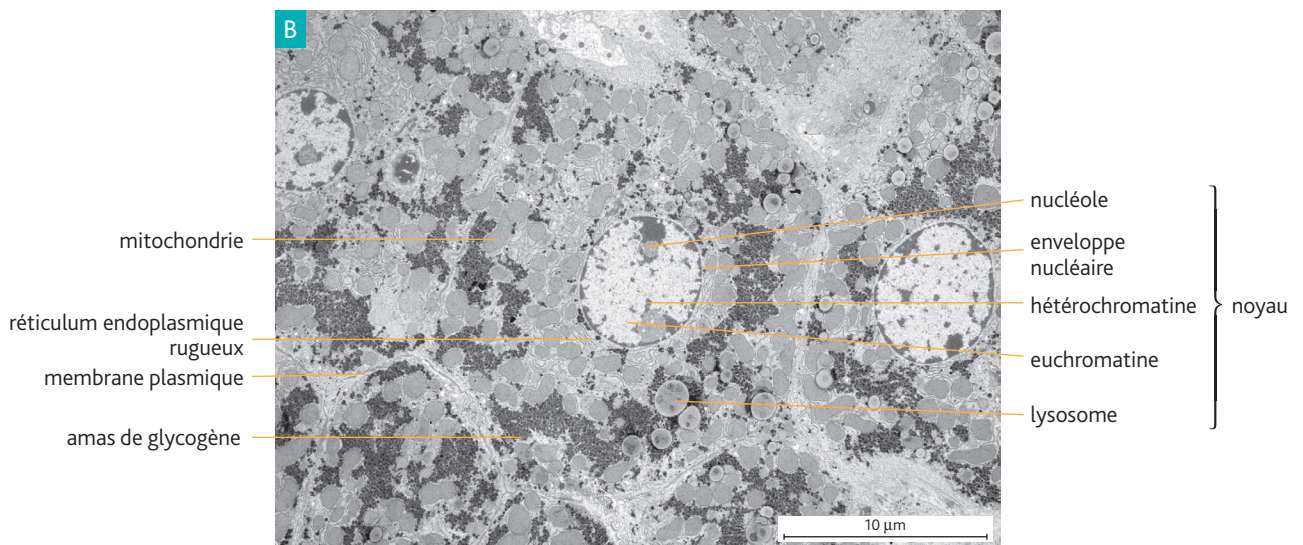
MÉTHODOLOGIE

Fiche 43	Clé de détermination en Microscopie Optique (MO).....	90
Fiche 44	Clé de détermination en Microscopie Électronique (ME).....	92
Fiche 45	Comment mener une diagnose cellulaire ?	94

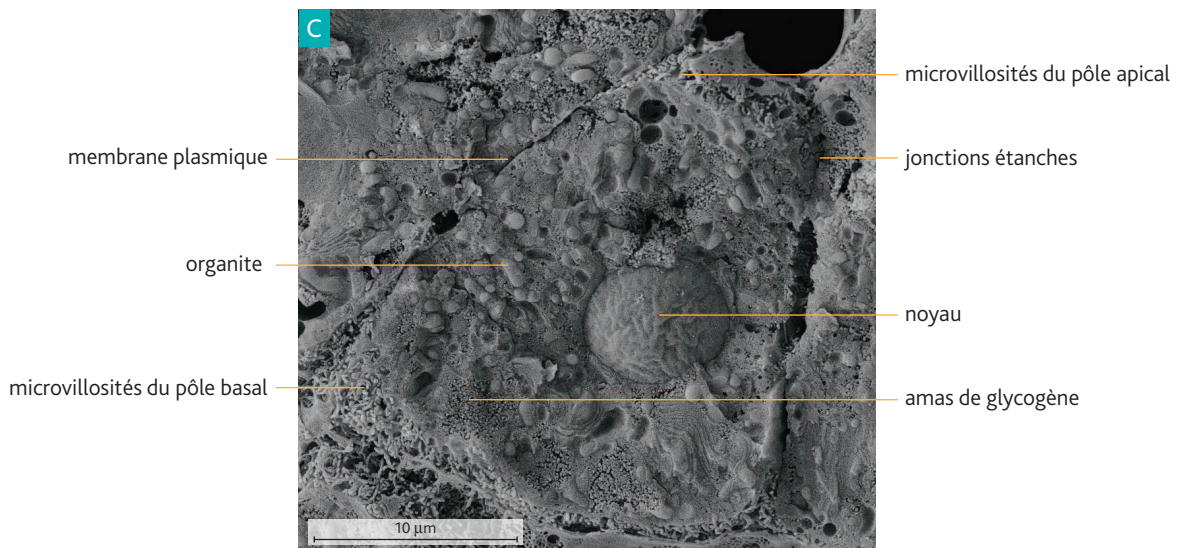
Index	96
-------------	----



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.

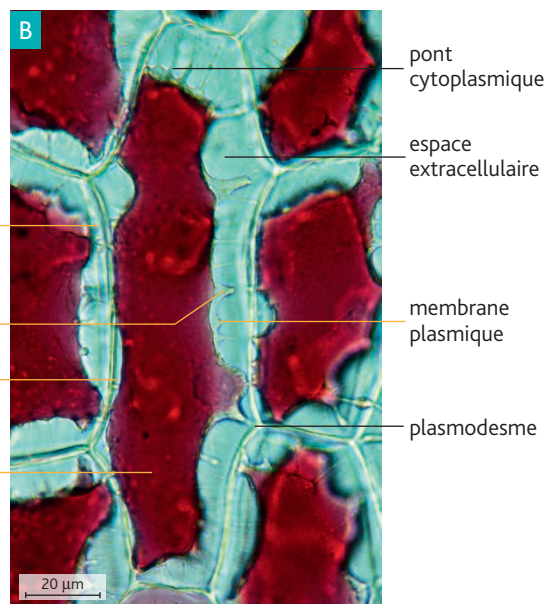
Compléments obtenus grâce au microscope électronique à balayage

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.

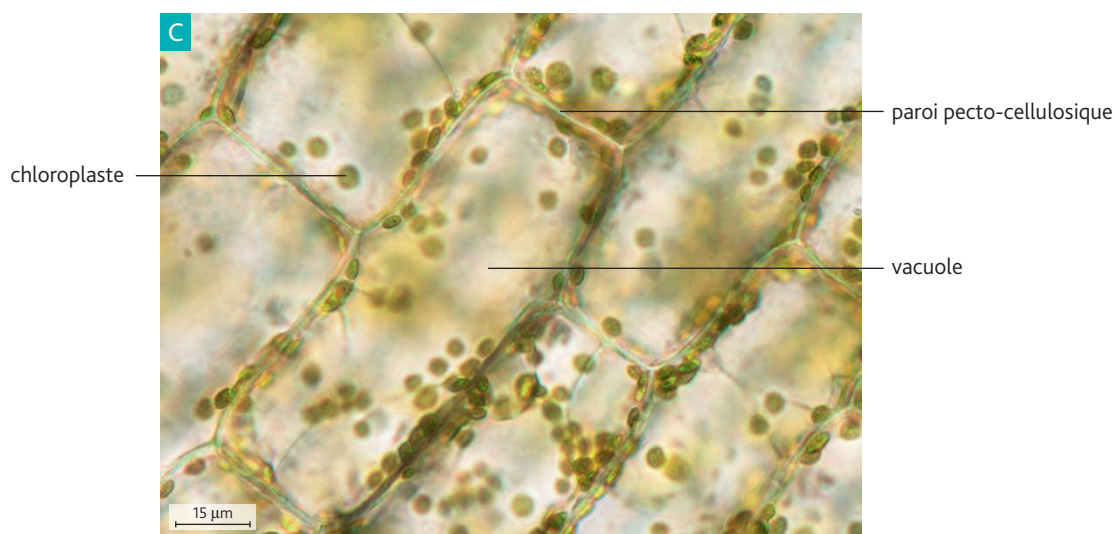
Les travaux cellulaires demandent une coopération étroite entre les organites et impliquent un fonctionnement soigneusement contrôlé par la cellule elle-même et par son environnement. C'est la membrane plasmique qui assure le contact avec le milieu extracellulaire et les cellules voisines. Elle joue 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.



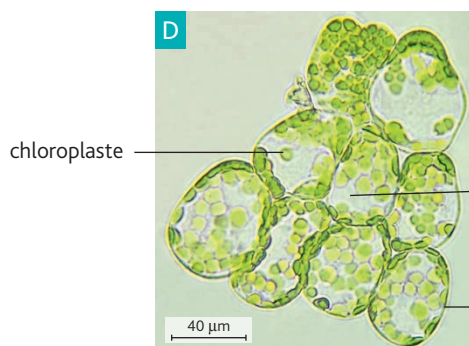
Cellules d'épiderme interne de tunique d'oignon blanc turgescents (MO $\times$ 600).



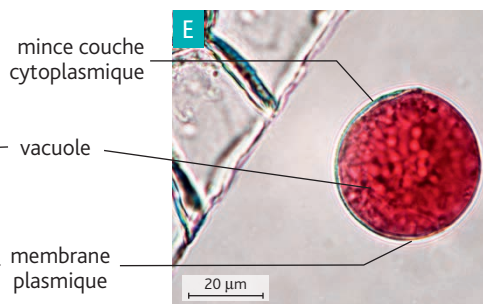
Cellules d'épiderme interne de tunique d'oignon rouge plasmolysées (MO $\times$ 400).



Cellules d'élodée du Canada (MO $\times$ 600).



Protoplaste de mâche (MO $\times$ 400).



Protoplaste d'oignon rouge (MO $\times$ 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.

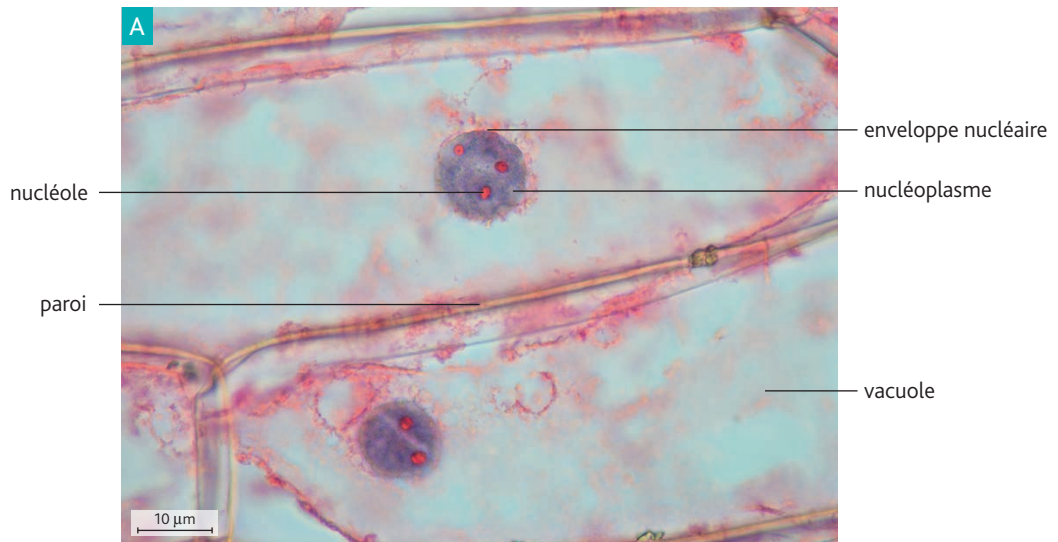
Observation d'une cellule végétale chlorophyllienne

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.

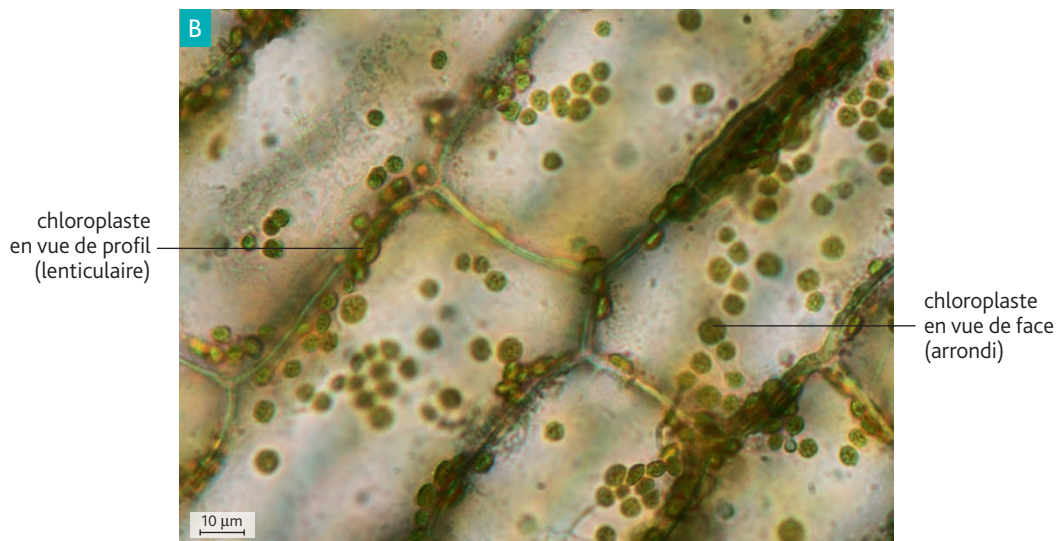
Importance de la paroi pecto-cellulosique

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.



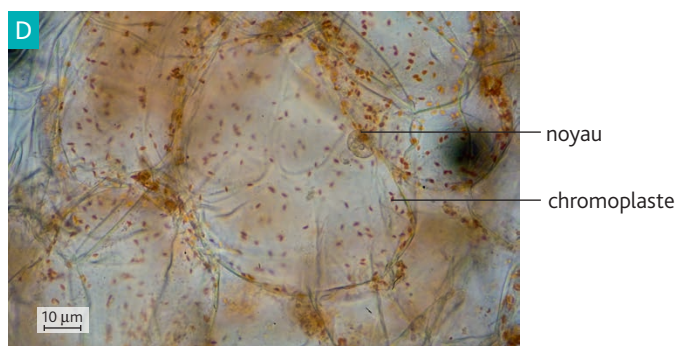
Observation de noyau de cellule d'épiderme d'oignon, coloration au vert de méthyle pyronine (MO × 600).



Observation de chloroplastes dans des cellules de feuilles d'élodée (MO × 600).



Amyloplastes extraits de tubercule de pomme de terre (MO × 600).



Chromoplastes d'épiderme de poivron (MO × 600).