

# Interactions algo-fongiques dans le *Pleurococcetum vulgaris corticole*, étude en microscopie optique et électronique

Autor(en): **Turian, G. / Reymond, O.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse**

Band (Jahr): **89 (1979)**

Heft 3-4

PDF erstellt am: **25.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-63122>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Interactions algo-fongiques dans le *Pleurococcetum vulgaris* corticole, étude en microscopie optique et électronique

G. Turian et O. Reymond

Département de Biologie végétale,  
Université de Genève

Manuscrit reçu le 7 octobre 1979

Pratiquement tous les troncs d'arbres des parcs publics urbains présentent sur leur face nord, nord-est, le revêtement poudreux vert tendre caractéristique de la „peste verte“ à pleurocoques (Barkman, 1958). Examinée au microscope optique, ses éléments algaux apparaissent en majorité sous forme de tétrades de cellules à chloroplaste pariétal presque toujours dépourvu de pyrénoloïde. Depuis Chodat (1902) l'on sait qu'il s'agit là d'une caractéristique essentielle du complexe spécifique *Pleurococcus vulgaris* Naeg. (= *Protococcus viridis* Agardh.) résolu par Brand (1925) en *Desmococcus vulgaris* saxicole surtout et le corticole *Apatococcus vulgaris* qu'Edlich (1936) a scindé en *Apatococcus perspicuus* et *A. minor*. Edlich (1936), à la suite de Schmid (1933), a observé la présence constante de filaments fongiques entre les éléments algaux et leur a même reconnu un rôle essentiel dans la croissance „in vitro“ et par extension „in vivo“ des pleurocoques. Quispel (1945) a pu isoler et faire croître indépendamment le partenaire fongique qu'il a décrit comme formé d'hyphes très cloisonnés et fuligineux donc du type dématiécéen. L'un de nous a pu récemment tirer parti des possibilités de sporulation de la moisissure sur les revêtements de marronniers et surtout d'érables exposés à une pollution atmosphérique (à SO<sub>2</sub>, etc.) maxima à Genève (Turian, 1975) pour caractériser ce partenaire fongique comme une Dématiécée presque identique au xylicole *Coniosporium* (*Sirodesmium*) *granulosum* Hughes (Ellis, 1973) mais dont l'absence de sporodoches et l'adaptation biologique aux algues subaériennes justifiaient la description comme espèce nouvelle *Coniosporium aeroalgicolum* (Turian, 1977).

Il était dès lors intéressant de poursuivre l'étude tout d'abord morphologique des interactions algo-fongiques intervenant dans les cas de „peste verte“ d'apparence normale (avec *Coniosporium* végétatif discret et asporique) et de ses quelques stades de dégradation vers le brun noirâtre à noir charbon (*Coniosporium* dominant et totalement sporulé).

Nos observations ont surtout bénéficié des techniques standards de microscopie photonique et électronique à balayage, car les quelques images valables en transmission sur coupes minces ont été difficiles à obtenir avec ce matériel xérophytique à parois particulièrement épaisses et résistantes.

## Matériel et méthodes

Des fragments d'écorce des divers arbres ont été prélevés en notant leur orientation et, au laboratoire, un peu de leur revêtement coloré allant du vert tendre au noir charbon en passant par le brun verdâtre, recueilli à l'aide d'une aiguille lancéolée et étalé entre lame et lamelle dans de l'eau pour examen extemporané. De nombreuses microphotos ont ainsi été réalisées au microscope à fond clair.

Pour l'examen au microscope électronique à balayage (SEM), la „poudre“ algo-fongique est récoltée sur l'écorce des arbres avec la pointe d'une spatule. Seule la partie supérieure de la couche verte est ainsi recueillie et l'on évite la récupération de débris provenant de l'écorce de l'arbre. Le matériel est ensuite fixé à la glutaraldéhyde à 2,5% tamponnée à pH 7 par du tampon cacodylate, à la température du laboratoire. La paroi des cellules algales étant hydrophobe, le matériel flotte souvent à la surface du fixateur. Après 12 h, le matériel est rincé dans le même tampon, puis post-fixé à l'osmium à 2%, également tamponné. Après 2 h, le matériel est rincé comme précédemment puis déshydraté dans une série acétonique allant de 30–100%. Le matériel est séché par la méthode du point critique, utilisant le CO<sub>2</sub> liquide. Les échantillons secs sont ensuite collés sur les porte-échantillons à l'aide de „Scotch double face“ puis dorés par la méthode du „sputtering“. Si une telle fixation paraît inutile pour les cellules algales dont la paroi est très dure, il n'en est pas de même pour les cellules fongiques composant l'association. Le matériel est finalement observé sur le microscope à balayage JSM-35 du Centre de Microscopie Electronique de l'Université de Lausanne.

Pour la microscopie électronique en transmission sur un modèle AEI, une partie du même matériel est fixée et déshydratée puis enrobée dans la résine de Spurr, dans des boîtes de pétri plastiques de diamètre de 3 cm enduites d'un vernis à démouler. Après polymérisation et démoulage, le matériel à sectionner est aisément choisi au microscope optique et photographié avant d'être coupé sur l'ultramicrotome.

## Résultats et discussion

Trois types d'examen ont été réalisés, déterminés en partie par l'origine du matériel algo-fongique.

### *1) Microscopie optique sur écorces à revêtement poudreux allant du vert vif au noir charbon:*

a) Revêtement vert vif prélevé sur un gros cèdre du Jardin botanique de l'Université de Lausanne. Les interactions algo-fongiques se sont révélées du type biotrophique avec parfois un produit d'excrétion et/ou d'adhésion entre partenaires. Des excroissances latérales des hyphes évoquent des suçoirs ne causant apparemment pas l'effraction de la paroi de la cellule pleurococcoïde contactée (Fig. 1); b) Genève: revêtement vert vif

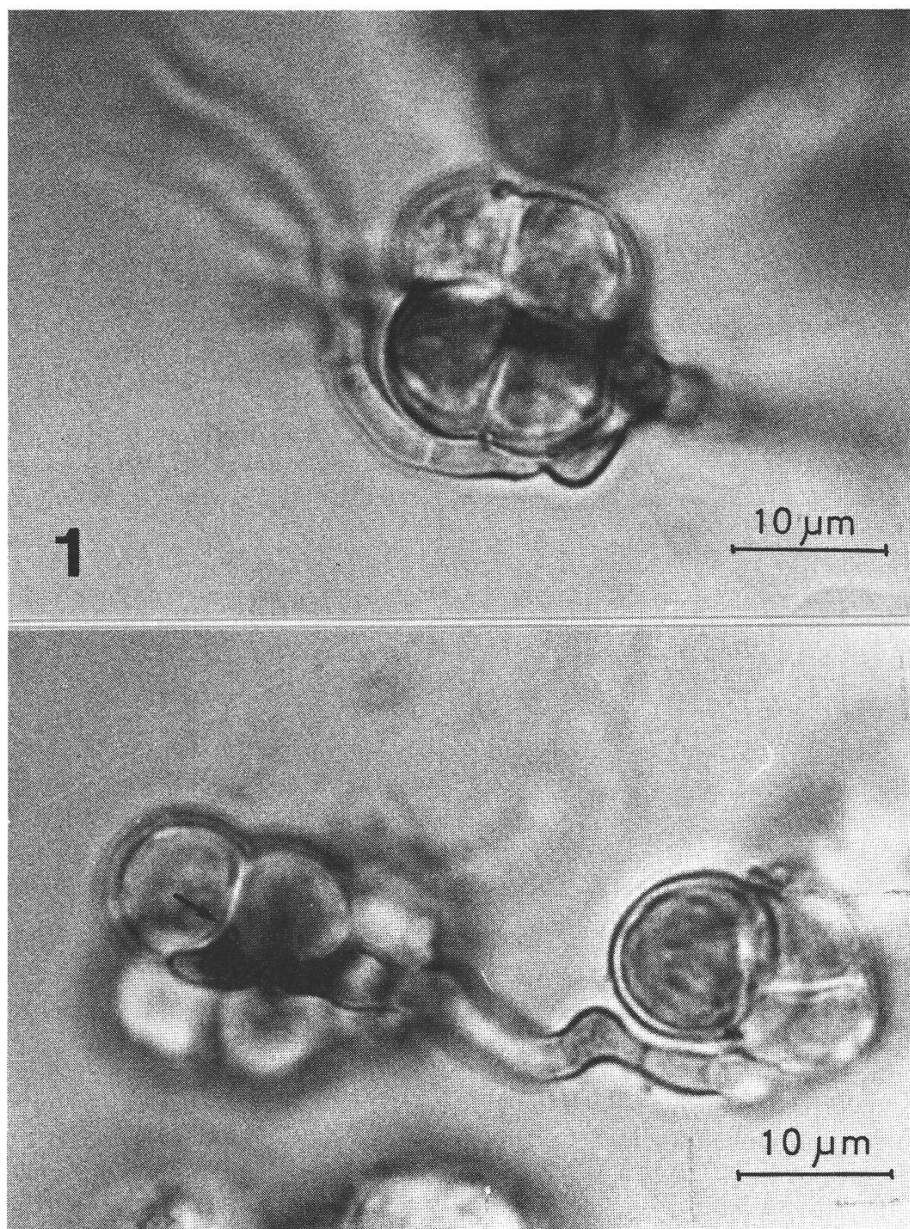


Fig. 1:  
Tétrades de *Pleurococcus vulgaris* Naeg. montrant le contact avec *Coniosporium aeroalgicum* Tur. au niveau de la surface cellulaire particulièrement sur le septum (flèche). Noter les dépôts (rouge brunâtre) dans les articles hyphaux terminaux.

sur face nord, à 1,50 m du hauteur d'un tronc de marronnier (*Aesculus hippocastanum*) du parc des Bastions: prédominance de tétrades saines de *Pleurococcus vulgaris* Naeg. correspondant étroitement à l'*Apatococcus vulgaris* Brand dans sa forme *A. minor* Edlich, avec discrets filaments fongiques fuligineux de *Coniosporium aeroalgicum* Turian; c) revêtement vert brunâtre plus près de la Place Neuve (Bastions N.-O.): aussi type *Apatococcus* mais davantage intriqué d'hyphes sporifères de *Coniosporium* avec développement apical de didymospores et phragmospores à cloisons obliques typiques sous paroi granuleuse (Fig. 2) pouvant parfois évoluer en dictyospores.

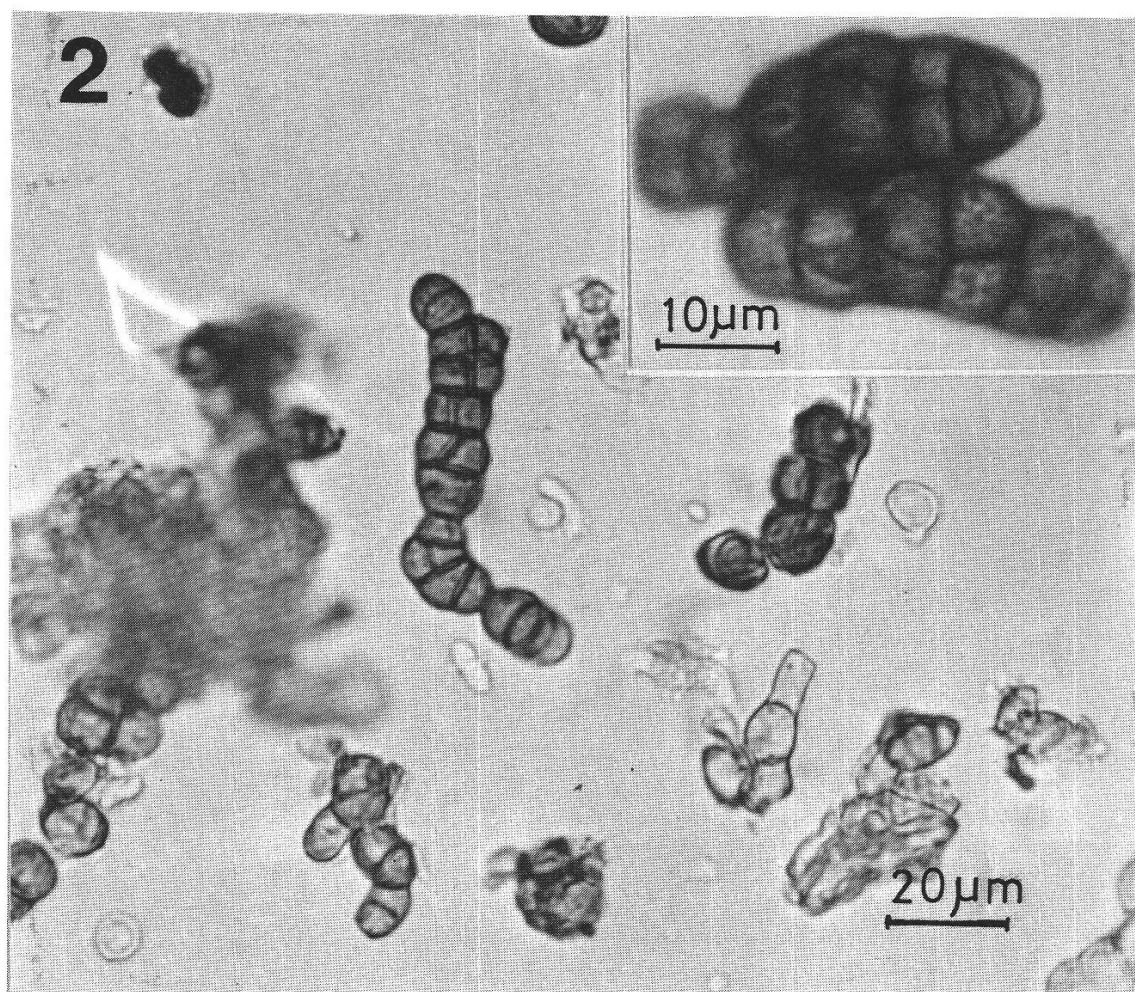


Fig. 2:

Chaînettes sporales de *Coniosporium*, type dictyosporé à cloison oblique; dans l'encart, focalisation sur les granulations pariétales de grosses dictyospores.

Des interactions algo-fongiques sont visibles qui évoquent une relation algo-fongique de type biotrophique; d) revêtement brun noirâtre à „reflet“ verdâtre mais pouvant aller jusqu'au noir charbon, sur tronc d'érable sycomore (*Acer pseudoplatanum*) au boulevard du Théâtre: rares tétrades d'*Apatococcus* fortement décolorées, avec dominance complète du *Coniosporium aeroalgicolum* abondamment sporulé par didymo-phragmo et grosses dictyospores allongées et granuleuses (Fig. 2 encart). Les interactions algo-fongiques ont été sans doute déséquilibrées dans le sens d'un nécrotrophisme fongique avec aboutissement sporogène.

## 2) Microscopie électronique à balayage

Dans les revêtements verts examinés à faible grossissement du microscope, les éléments pleurococcoïdes prédominent sous forme de tétrades et d'octets entremêlés d'hyphes simples ou à éléments didymosporés (Fig. 3). Les cellules algales contactées restent d'apparence saine, à savoir régulièrement globuleuses et ces images suggèrent une relation de type biotrophique (Fig. 4).

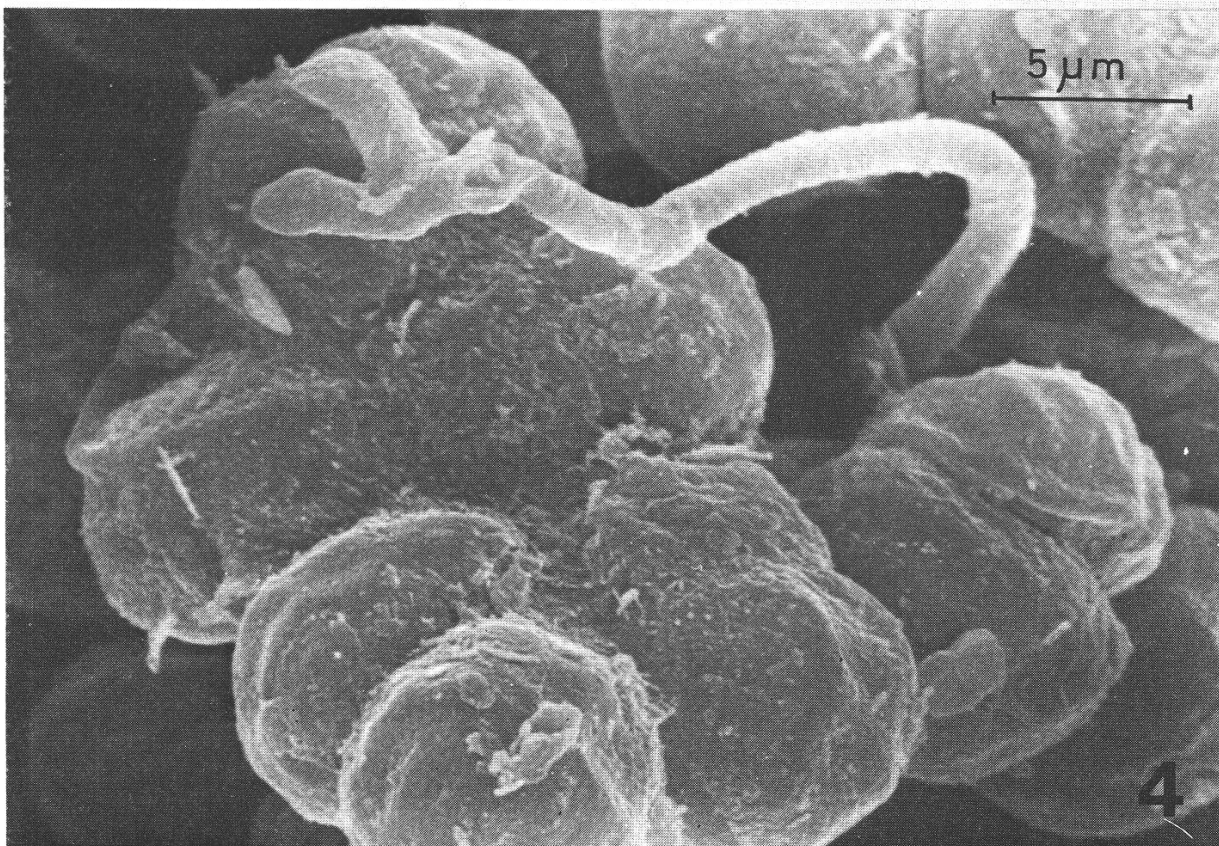
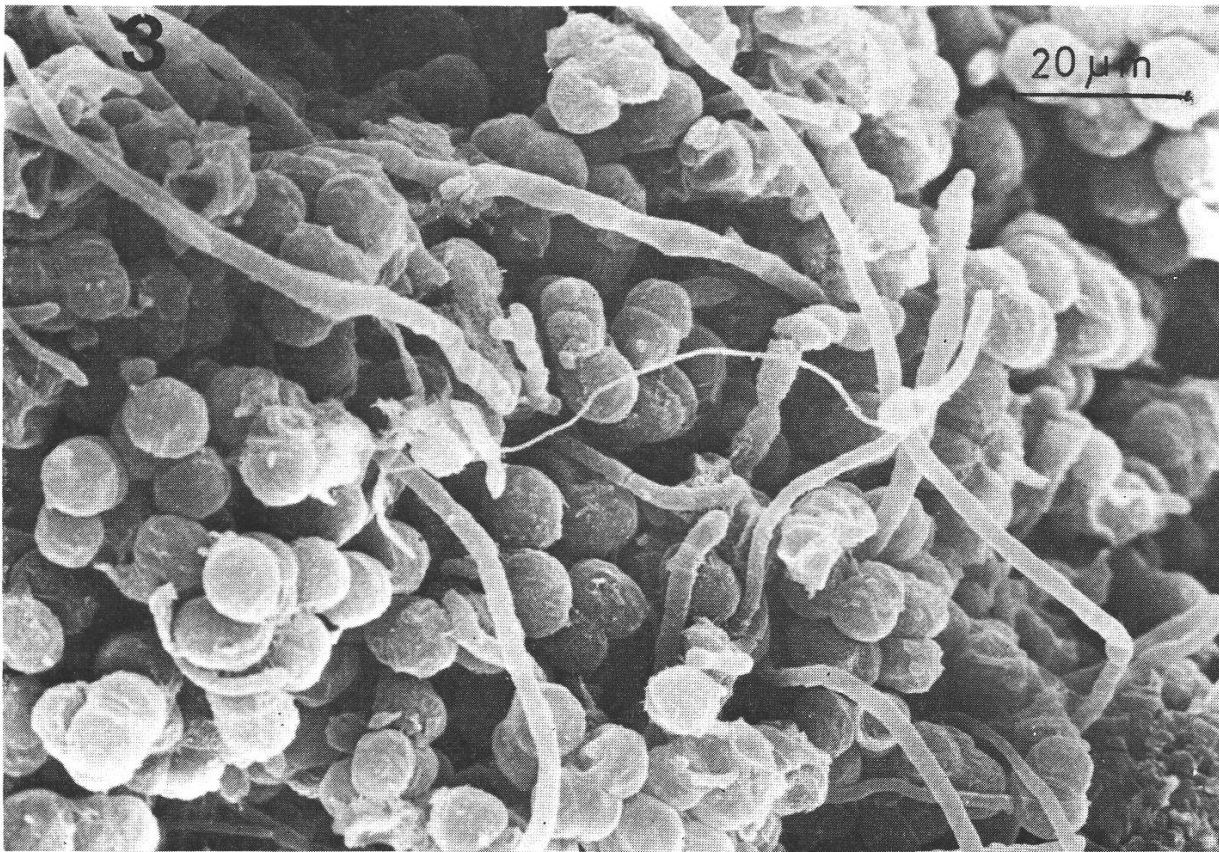


Fig. 3:  
Poudre verte examinée au microscope à balayage: éléments fongiques allongés entre les sphères algales.

Fig. 4:  
Interaction algo-fongique vue au microscope à balayage: l'une des bifurcations de l'hyphes de contact longe le septum intercellulaire d'une tétrade du *Pleurococcus*.

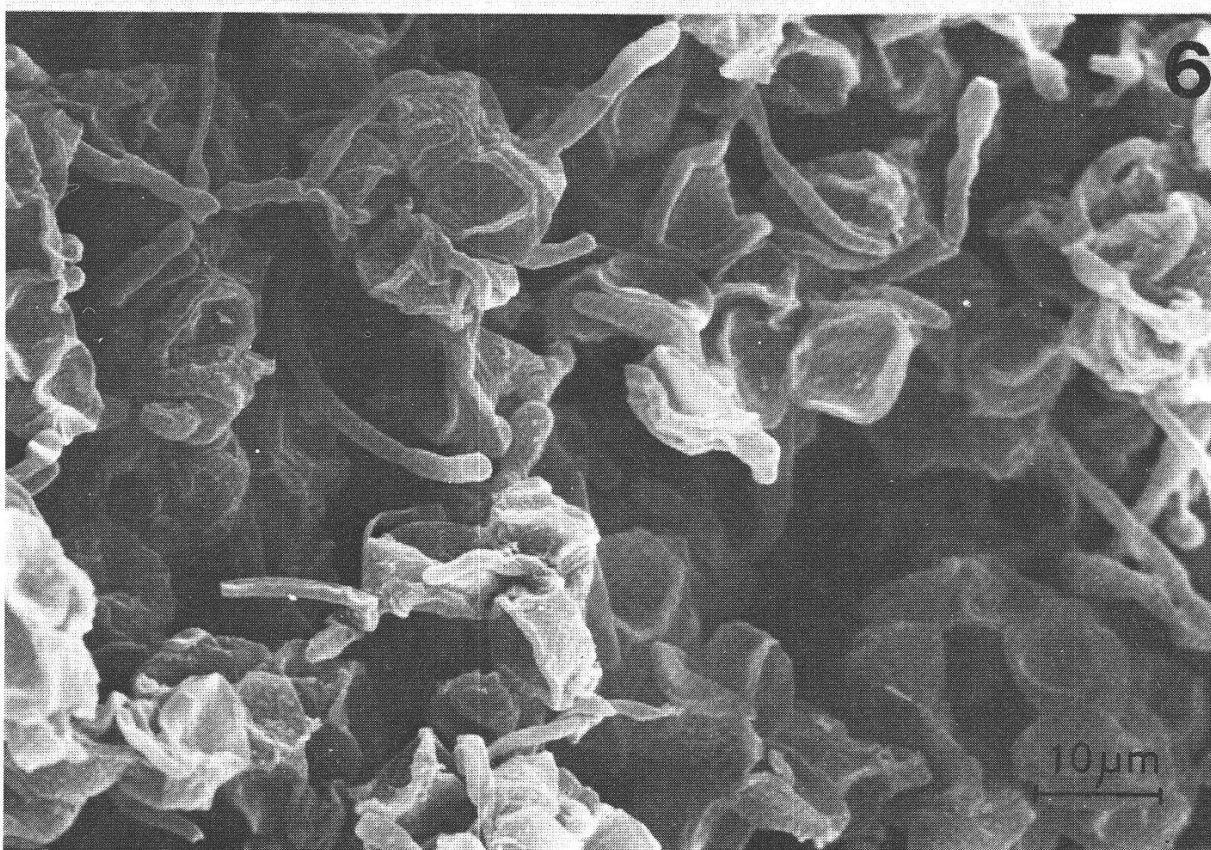
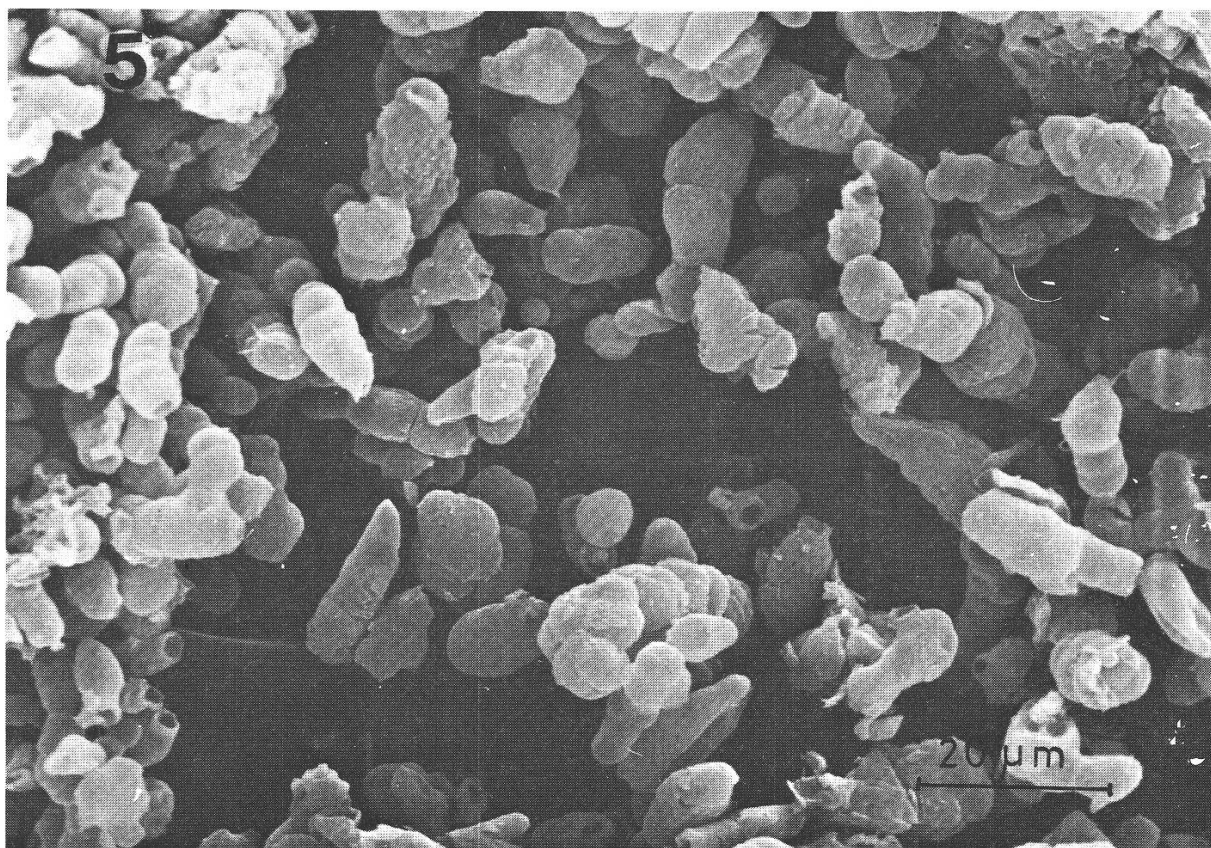
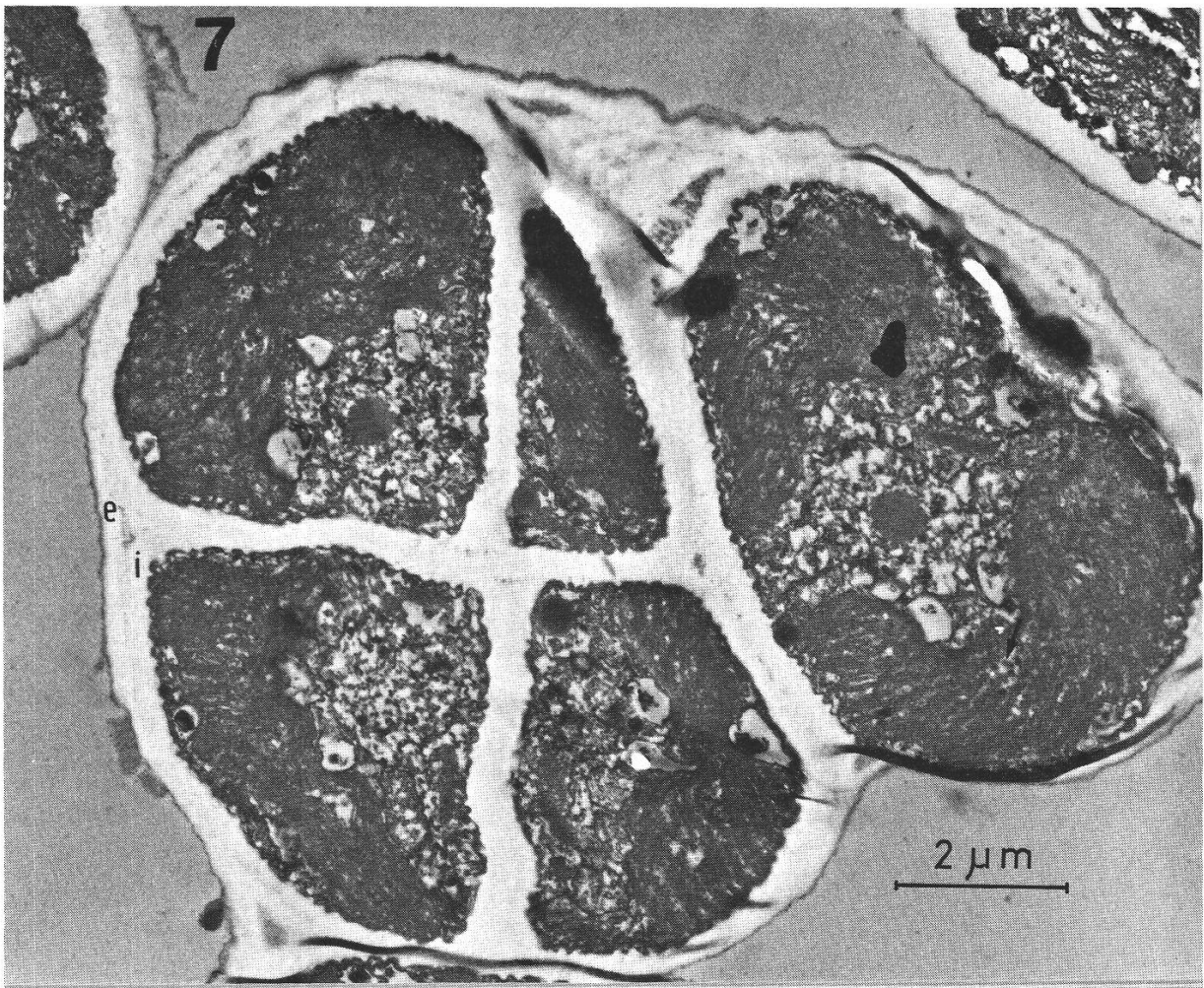


Fig. 5:  
Poudre noire constituée de spores de *Coniosporium* en prédominance au stade phragmospore.

Fig. 6:  
Population algo-fongique: effondrement des cellules des tétrades du *Pleurococcus* accompagné de plissements de leurs parois.





Par contraste, les revêtements virant au brun noirâtre des écorces plus polluées ou trop ombrées, montrent une prédominance de l'élément fongique *Coniosporium* sous sa forme sporulée noire avec de nombreuses phragmospores et des dictyospores épaissies (Fig. 5).

Dans les prélèvements de poudre la plus noirâtre, au niveau des quelques reflets résiduels verdâtres, l'action nécrotrophique de la Dématiée s'exprime visiblement par l'effondrement des cellules pleuroccoïdes normalement globuleuses et l'irrégularité consécutive de leur surface (Fig. 6).

### 3) Microscopie électronique à transmission

Les coupes ont été réalisées sur des populations de pleurocoques prélevées en zone relativement polluée (Bastions, N.-O., voir 1b) à proportion relativement élevée de *Coniosporium* sporulé. Chez *Pleurococcus vulgaris*, une dense paroi externe commune enserre les cellules individuelles délimitées par leur paroi propre électrolucente (Fig. 7). Le chloroplaste pariétal de chaque cellule peut apparaître comme lobé mais sans pyrénnoïde (contrairement à *Pleurococcus vulgaris* décrit par Meneghini, voir Chodat, 1902). Le cytoplasme fortement vésiculeux contient des groupes de granules lipidiques et quelques mitochondries apparaissant entre les lobes du chloroplaste. Dans ce dernier, les thylacoïdes s'empilent perpendiculairement à la surface cellulaire. Les quelques plastoglobules intraplastidiaux que nous avons observés ne sont pas comparables à ceux qui caractérisent les algues symbiotiques des lichens (voir étude de Peveling, 1973, sur *Trebouxia*). A noter enfin, dans la zone centrale granulaire des cellules, un globule assez dense pouvant correspondre au nucléole du noyau mal délimité.

Chez *Coniosporium*, une épaisse paroi externe intensément mélanisée entoure les compartiments cellulaires des dictyospores dont chacun est à son tour entouré d'une paroi propre stratifiée (Fig. 8). Le contenu cytoplasmique difficile à préserver par la fixation présente des vacuoles sphériques à contenu en général modérément dense. De plus dense globules, probablement de nature lipidique, ont été vus dans des spores âgées selon le critère de leur épaisse paroi pluristratifiée.

Les spores composées du *Coniosporium* évoluant parfois en dictyospores (cloisonnement interne de type mural) sont en contact étroit avec les tétrades de *Pleuro-*

Fig. 7:

Coupe transversale au niveau d'une tétrade du *Pleurococcus vulgaris* entourée d'une double paroi électrolucente, commune externe (e) et individuelle interne (i). Contenu cytoplasmique dense avec chloroplaste pariétal massif et à thylacoïdes serrés et petits groupes de plastoglobuli (flèche), granules de type lipidique sur la périphérie, certains plus denses intravacuolaires, une mitochondrie (m) à crêtes courtes mieux visible. Zone granulaire centrale à localisation nucléaire révélée par son nucléole (nu).

Fig. 8:

Coupe fine d'une apposition *Coniosporium-Pleurococcus*: à gauche, dictyospore fongique à épaisse paroi mélanisée et granulaire, couche externe dense aux électrons et couche interne pluristratifiée moins dense autour de chaque compartiment; à droite, tétrade algale à parois électrolucentes densifiées sur leur surface. Noter l'effet d'interaction négative sur l'algue révélé par un des septa ondulé de la tétrade (flèche).

*coccus* dont des éléments latéraux peuvent apparaître légèrement hypotrophiés. Autre conséquence de l'interaction, la tétrade de pleurocoque apposée au groupe sporal de *Coniosporium* peut présenter une cloison intercellulaire ondulée reflétant l'une des conséquences de la déformation des cellules algales en relation nécrotrophique avec le partenaire fongique (Fig. 8).

En conclusion, l'interaction algo-fongique intervenant dans le *Pleurococcetum* vert des conditions normales, à savoir de faible antagonisme lichénique sur les troncs d'arbres des zones urbaines à pollution encore modérée (moyenne de  $100 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$  selon les tables d'Hawksworth et Rose, 1970), correspond à une association de type semi-lichénique. Celle-ci est déséquilibrée en faveur du champignon *Coniosporium*, devenant nécrotrophe sporogène, dans les conditions de pollution exagérée ( $> 125 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ , Turian et Desbaumes, 1975).

Nous remercions Monsieur A. Gautier de nous avoir ouvert les facilités du Centre de Microscopie Electronique de l'Université de Lausanne.

## Résumé

Dans la „poudre verte“ corticole, l'algue subaérienne *Pleurococcus vulgaris* Naeg. entre en interaction de contact du type biotrophique avec les hyphes de la Dématiée *Coniosporium aeroalgcolum* Tur.

Dans la „poudre noire“ des écorces d'arbres des zones urbaines très polluées, l'interaction devient nécrotrophique avec des cellules pleurococcales déformées au contact de nombreuses phragmo-dictyospores noires du *Coniosporium*.

L'ultrastructure des tétrades cellulaires de *Pleurococcus vulgaris* révèle sous une double paroi électrolucente un chloroplaste pariétal sans pyrénoloïde mais à thylacoïdes serrés, au contact de quelques plastoglobules lipidiques.

## Zusammenfassung

Im grünen Belag, der den Baumrinden aufsitzt, geht die Luftalge *Pleurococcus vulgaris* Naeg. einen biotrophen Oberflächenkontakt mit den Hyphen von *Coniosporium aeroalgcolum* Tur. ein. Im schwarzen Belag, der den Baumrinden der urbanisierten, sehr verschmutzten Gegenden aufsitzt, kommt es zu einer nekrotrophen Interaktion zwischen deformierten pleurococcalen Formen und den zahlreichen schwarzen Sporen von *Coniosporium*.

Die Ultrastruktur der Zelltetraden von *Pleurococcus vulgaris* zeigt unter einer doppelten, im EM sehr schwach kontrastierten Zellwand einen an ihr anliegenden pyrenoidfreien Chloroplasten mit gestapelten Thylakoiden, welche mit einigen Plastoglobuli im Kontakt stehen.

## Summary

In the corticolous „green powder“, the subaerial alga *Pleurococcus vulgaris* Naeg. shows a biotrophic type of surface contact with the hyphae of the dematiaceous *Coniosporium aeroalgicum* Tur.

In the „black powder“ on the bark of trees from highly polluted urban areas, the interaction becomes necrotrophic and pleurococcal cells are shrunken in contact with the numerous black phragmo-dictyospores of the *Coniosporium*.

The ultrastructure of the cells of *Pleurococcus vulgaris* tetrads shows below a double electroluscent wall a parietal chloroplast without pyrenoids, densely stacked with thylacoids and some plastoglobuli closely affixed to it.

## Bibliographie

- Barkman J.J. (1958). Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes. Assen, Netherlands: Van Gorcum, 450 pp.
- Brand F. (1925). Analyse aerophiler Grünalgenanflüge. Arch. f. Protistenk. 52: 265–285.
- Chodat R. (1902). Algues vertes de la Suisse, 382 pp. Beiträge Kryptogamenflora der Schweiz. Vol. 1, fasc. 3. K.J. Wyss, Berne.
- Edlich F. (1936). Einwirkung von Temperatur und Wasser auf aerophile Algen. Archiv. f. Mikrobiol. 7: 62–109.
- Ellis M.B. (1973). Dematiaceous Hyphomycetes, 608 pp. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England.
- Hawksworth D.L. et F. Rose (1970). Qualitative scale for estimating sulphur dioxide air pollution in England and Wales using epiphytic lichens. Nature 227: 145–148.
- Peveling E. (1973). Fine Structure, Chapt. 5: 147–182, in The Lichens, eds. V. Ahmadjian and M.E. Hale, Acad. Press, New York.
- Quispel A. (1945). The mutual relations between Algae and Fungi in Lichens. Recueil des Travaux botaniques néerland. 40: 413–541.
- Schmid G. (1933). Die Verpflanzung aerophiler Algen. Zum Flechtenproblem. Flora (Jena), N.F. 28: 211–234.
- Turian G. (1975). Maxi-toxitolérance d'une Moisissure-Dématinée algicorticole du genre *Coniosporium*. Bull. Soc. bot. suisse 85: 204–209.
- (1977). *Coniosporium aeroalgicum* sp. nov., moisissure Dématinée semi-lichénisante. Bull. Soc. bot. suisse 87: 19–24.
- et P. Desbaumes (1975). Cartographie de quelques lichens indicateurs de la pollution atmosphérique à Genève.

Prof. G. Turian et Dr. O. Reymond  
Département de Biologie végétale  
Université de Genève, 3 Place de l'Université  
CH-1211 Genève 4