

Laboratoire de Cryptogamie; Université Paul Sabatier (Toulouse)

**Les parois cellulaires de *Boletus edulis*:
Composition et dégradation enzymatique
par deux mycoparasites du genre *Hypomyces***

Par

J. M. TOUZÉ-SOULET, R. DARGENT et J. RAMI

Avec 12 figures

Reçu le 15 février 1979

Les carpophores de *Boletus edulis* peuvent être parasités par des Ascomycètes mycophages: *Hypomyces chlorinus* Tul. et *Hypomyces chrysospermus* Tul. *H. chlorinus* envahit des carpophores parfois très jeunes, qui poursuivent leur développement sans aucun signe de lyse précoce. La présence d'*H. chrysospermus* semble, par contre, fréquemment liée à une décomposition plus ou moins rapide des carpophores. Ces observations laisseraient supposer que la première espèce a un mode de vie biotrophique alors que la deuxième se comporterait plutôt en parasite nécrotrophique. En outre, la déficience en biotine d'*H. chlorinus* et l'absence d'exigence nutritionnelle particulière chez *H. chrysospermus* vont de pair avec ces comportements.

D'après nos observations, l'origine du développement de ces parasites dans les carpophores se situerait dans le sol à la base du stipe ou même au niveau des cordons mycéliens et des primordiums; c'est ce qui nous a amené à étudier les interactions entre les mycéliums de l'hôte et des parasites *in vitro*.

Nous avons montré antérieurement (TOUZÉ-SOULET *et al.* 1977), grâce à un dispositif de culture particulier, que le mycélium vivant de *B. edulis* soumis à l'action des filtrats de culture d'*H. chlorinus*, subit une dégradation enzymatique faisant apparaître au niveau de ses parois hyphales une disposition spiralée de certains polymères. On n'observe pas une telle disposition si, dans des conditions identiques, le mycélium de Bolet est soumis à l'action des filtrats d'*H. chrysospermus*. La quantité des enzymes lytiques produits et la séquence de production seraient différentes chez les deux espèces de parasites. Il nous a

donc paru intéressant de comparer la dégradation enzymatique, par les filtrats de culture des deux *Hypomyces*, des parois isolées de *B. edulis*. Les résultats sont rapportés dans cette note; ces recherches ont nécessité l'étude préalable de la composition chimique des parois de Bolet.

Matériel et Méthodes

Souches

B. edulis provient du Centraal Bureau voor Schimmelcultures à Baarn, Hollande: souche CBS 130.53.

Les souches d'*H. chlorinus* et d'*H. chrysospermus* ont été isolées de carpophores de Bolets parasités. *H. chlorinus* est déposée à l'American Type culture collection (U.S.A.) sous le no. 28.784.

Milieux de cultures

Le mycélium de *B. edulis* est cultivé, en vue de l'isolement des parois, en fioles de Roux de 100 ml sur le milieu suivant: KH_2PO_4 : 0,5 g; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$: 0,5 g; $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$: 2 mg; $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$: 5 mg; $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$: 2 mg; D-glucose anhydre: 10 g; hydrolysate de caséine: 1 g; Thiamine: 100 mg; H_2O distillée Q.S.P. 1000 ml.

Les *Hypomyces* sont cultivés sur le milieu minéral suivant: KH_2PO_4 : 15 g; $\text{CaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$: 0,8 g; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$: 0,5 g; $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$: 20 mg; $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$: 20 mg; $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$: 20 mg, auquel est ajouté comme sources de carbone et d'azote un broyat soit de carpophores, soit de mycélium lyophilisés de *B. edulis* à raison de 0,2 %.

Obtention des parois du mycélium et du stipe de *B. edulis*

Le mycélium après deux mois de développement est recueilli par filtration et abondamment lavé. Les parois sont obtenues selon une technique décrite antérieurement (TOUZÉ-SOULET et DARGENT 1977). L'obtention des parois du stipe nécessite un broyage préalable à l'ultra-turrax (5 min) et des broyages ultrasoniques plus longs (10 min) en raison de la difficulté de séparation et de rupture des files de cellules constituant le stipe.

Méthodes d'analyse de la composition des parois

Elles sont identiques à celles décrites antérieurement pour l'étude de la composition chimique des parois d'*H. chlorinus* (TOUZÉ-SOULET et DARGENT 1977). Toutefois les teneurs en lipides n'ont pas été déterminées et les différentes analyses ont été effectuées ici sur des parois non délipidées.

Obtention des préparations enzymatiques

Les filtrats des *Hypomyces* sont recueillis par filtration des cultures sur étamine et verre fritté G2, au bout de 5, 9 et 14 jours de développement. Ils sont concentrés au 1/10e de leur volume par évaporation sous vide à la température ambiante, dialysés 24 heures à 4 °C contre de l'eau distillée et conservés à -25 °C jusqu'à utilisation.

Réactions enzymatiques et détermination des produits de réactions

20 mg de parois lyophilisées sont mis en suspension dans 4 ml de solution enzymatique dont le pH est amené à 5,5. Une goutte de toluène est ajoutée comme antiseptique. L'incubation se fait à 30 °C.

Les produits de dégradation des polysaccharides pariétaux: n-acétyl-glucosamine et sucres réducteurs sont dosés respectivement par la méthode de REISSIG *et al.* (1955) et par

celle de SOMOGYI (1952) au bout de 3 h, 6 h et 8 h. L'arrêt des réactions enzymatiques a lieu par chauffage 10 minutes à 100 °C.

Un témoin comportant la préparation enzymatique chauffée 10 minutes à 100 °C avant incubation avec les parois, est réalisé dans chaque cas. Il permet d'évaluer une autolyse éventuelle des parois.

La teneur en protéines des filtrats de culture est déterminée par la méthode de LOWRY (1951).

Microscopie électronique

Les parois cellulaires, avant et après traitement enzymatique sont mises en suspension aqueuse par passage rapide aux ultra-sons et une goutte est déposée sur des grilles de cuivre de 200 mesh. Un ombrage rotatif au platine est effectué sous un angle d'environ 10 degrés, sous un évaporateur rotatif Riber. Les observations sont réalisées au microscope électronique Hitachi HU 11B.

Résultats

1. Composition des parois de *B. edulis*

Celle-ci est résumée dans le Tableau 1. Les parois lyophilisées du mycélium renferment 47 % d'oses neutres, 20,5 % d'oses aminés, 7,5 % de protéines. Les parois du stipe sont moins riches en oses neutres (38 %) mais plus riches en oses aminés (30,5 %); la teneur en protéines est très voisine de celle des parois hyphales.

Dans les deux cas la nature des monomères est identique. En ce qui concerne les sucres neutres, il s'agit de glucose, mannose, galactose, xylose dans les rapports molaires 10/1,1/0,4/0,3 pour le mycélium et 10/1,8/0,4/0,3 pour le stipe. De l'acide glucuronique est également présent.

Tableau 1
Pourcentage des principaux constituants pariétaux
(valeurs moyennes et erreur type, n = nombre de dosages)

Nature des constituants	Parois du mycélium	Parois du stipe	n
oses totaux	47,4 ± 2,01	38,8 ± 0,29	6
ose aminé (glucosamine)	20,5 ± 1,92	30,5 ± 1,91	6
protéines	7,5	7,2	2

Un seul ose aminé, la glucosamine, a été identifié dans les parois. Un fractionnement chimique a été effectué par trois extractions successives: alcaline (NaOH 2N), acide (H₂SO₄ 1N) et alcaline (NaOH 2N) Les extraits alcalisolubles représentent respectivement 53 % et 13 % des parois: ils renferment des polysaccharides précipitables par l'éthanol où le glucose est le monomère dominant (respectivement 78 % et 57 % des oses présents). L'extrait acido-soluble représente 8 % des parois: il contient 56 % de glucose et 15 % d'ose aminé.

Le résidu résistant aux extractions alcalines et acide représente 26% des parois: son hydrolyse par HCl 6N conduit à l'obtention de glucosamine (89%) ce qui correspond à la proportion de cet ose aminé obtenu par hydrolyse directe des parois mycéliennes (Tableau 1).

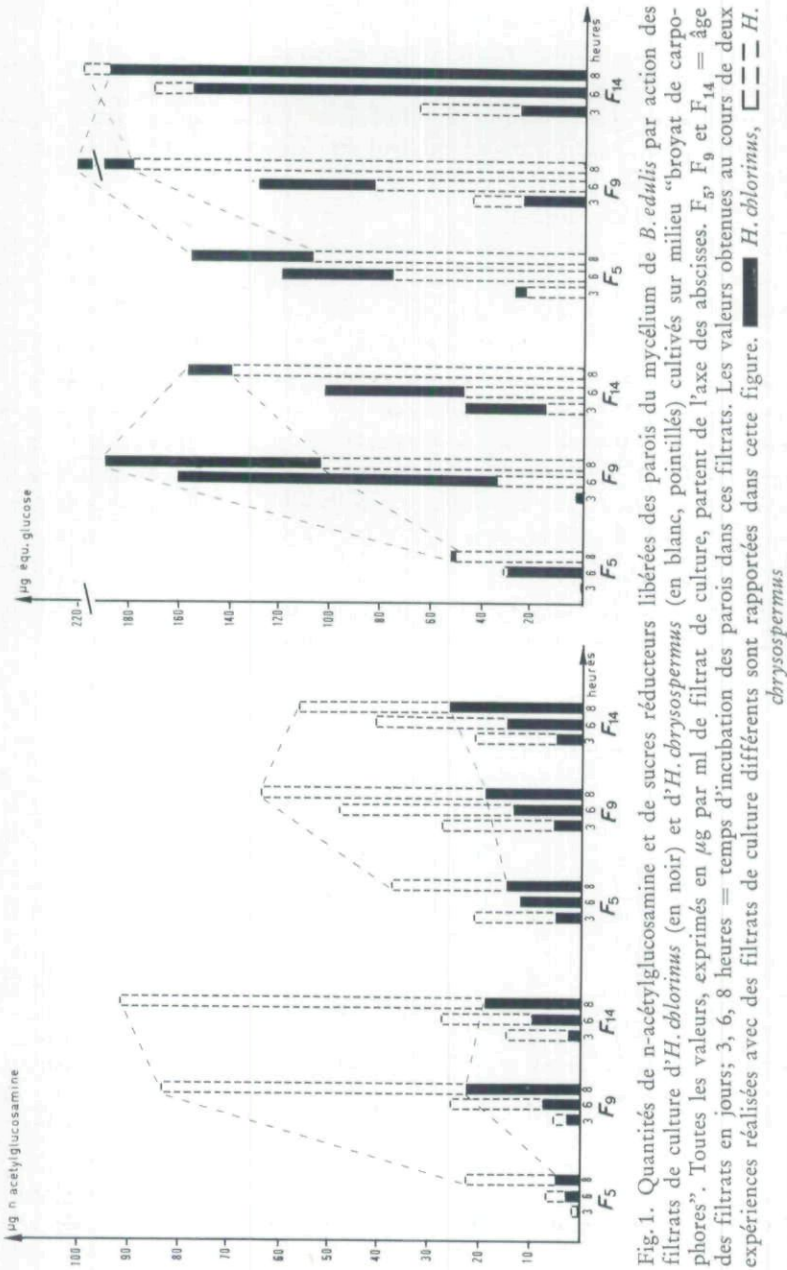


Fig. 1. Quantités de n-acétylglucosamine et de sucres réducteurs libérées des parois du mycélium de *B. edulis* par action des filtrats de culture d'*H. chlorinus* (en noir) et d'*H. chrysospermus* (en blanc, pointillés) cultivés sur milieu "broyat de carophores". Toutes les valeurs, exprimées en µg par ml de filtrat de culture, partent de l'axe des abscisses. F₅, F₉ et F₁₄ = âge des filtrats en jours; 3, 6, 8 heures = temps d'incubation des parois dans ces filtrats. Les valeurs obtenues au cours de deux expériences réalisées avec des filtrats de culture différents sont rapportées dans cette figure. ■ *H. chlorinus*, □ *H. chrysospermus*

2. Action des filtrats de cultures des parasites sur les parois de l'hôte

a) Dégradation enzymatique

Les filtrats concentrés contenant les enzymes extracellulaires des parasites sont utilisés comme préparations enzymatiques. Plusieurs expériences sont réalisées. Les parasites reçoivent comme source d'azote et de carbone:

- soit un broyat de carpophores lyophilisés de l'hôte: les enzymes extracellulaires sont testés sur les parois du mycélium d'une part et sur celles du stipe d'autre part.
- soit un broyat de mycélium lyophilisé de l'hôte: les enzymes extracellulaires n'ont été testés dans ce cas, que sur les parois du mycélium.

L'hydrolyse des polysaccharides non aminés et de la chitine est évaluée respectivement par le dosage des sucres réducteurs et de la n-acétyl-glucosamine libérés. Les témoins nous ont permis de constater la très faible activité autolytique des parois de l'hôte. Dans tous les cas, ces valeurs ont été soustraites des essais.

Les résultats sont consignés dans les diagrammes des Figures 1, 2 et 3. Ils sont exprimés en mg de n-acétyl-glucosamine et d'équivalent glucose libérés par ml de filtrat.

En raison de l'insolubilité des substrats de culture (broyat de carpophores ou de mycélium), une détermination de la masse de mycélium produite par les deux *Hypomyces* n'est pas possible, mais l'observation macroscopique ne permet pas d'observer de différences importantes dans le développement des deux espèces. Il s'avère toutefois que les quantités de protéines dosées dans les dif-

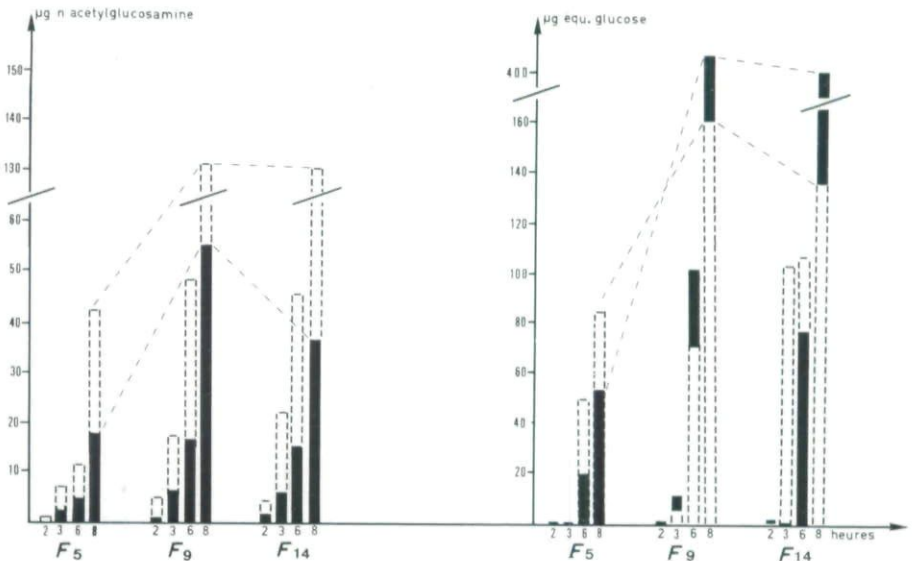


Fig. 2. Quantités de n-acétylglucosamine et de sucres réducteurs libérées des parois du stipe de *B. edulis* par action des filtrats de culture d'*H. chlorinus* et d'*H. chrysospermus* cultivés sur milieu "broyat de carpophores". Même légende que Figure 1

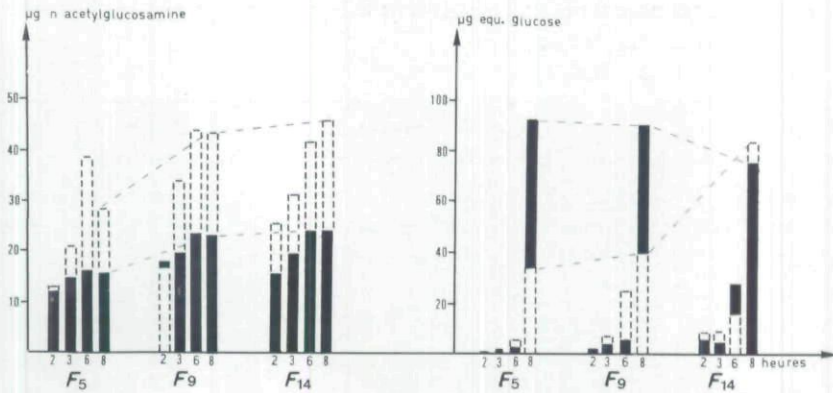


Fig. 3. Quantités de n-acétylglucosamine et de sucres réducteurs libérées des parois du mycélium de *B. edulis* par action des filtrats de culture de *H. chlorinus* et d'*H. chrysospermus* cultivés sur milieu "Broyat de mycélium". Même légende que Figure 1

férents filtrats de culture sont plus importantes chez *H. chrysospermus* (Tableau 2).

L'examen des différents diagrammes permet de faire les constatations suivantes:

— les deux *Hypomyces* produisent *in vitro* les enzymes extracellulaires hydrolysant la chitine et les constituants polysaccharidiques de la matrice non fibrillaire des parois du mycélium et du stipe de l'hôte.

— si l'on compare les quantités de n-acétyl-glucosamine libérées à partir d'une même quantité de parois, par les préparations enzymatiques des deux *Hypomyces*, on constate dans tous les cas, sans exception, que ces quantités sont plus importantes avec les filtrats de culture d'*H. chrysospermus* qu'avec ceux d'*H. chlorinus*: le facteur de multiplication est en effet compris entre 2 et 5 pour des temps d'incubation de 6 et 8 heures quelle que soit l'expérience.

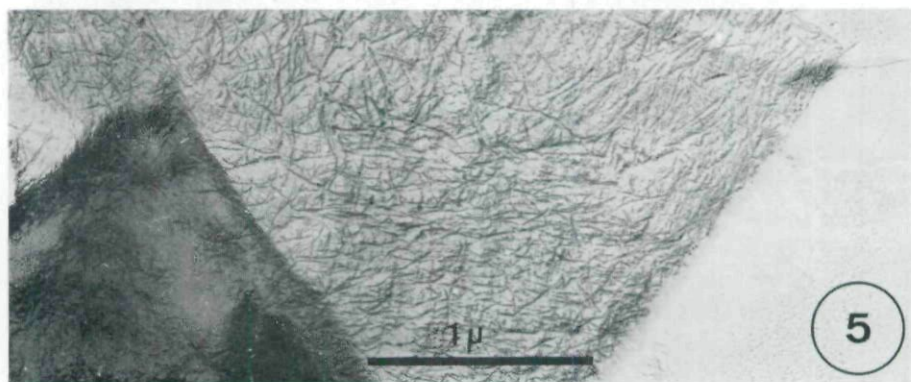
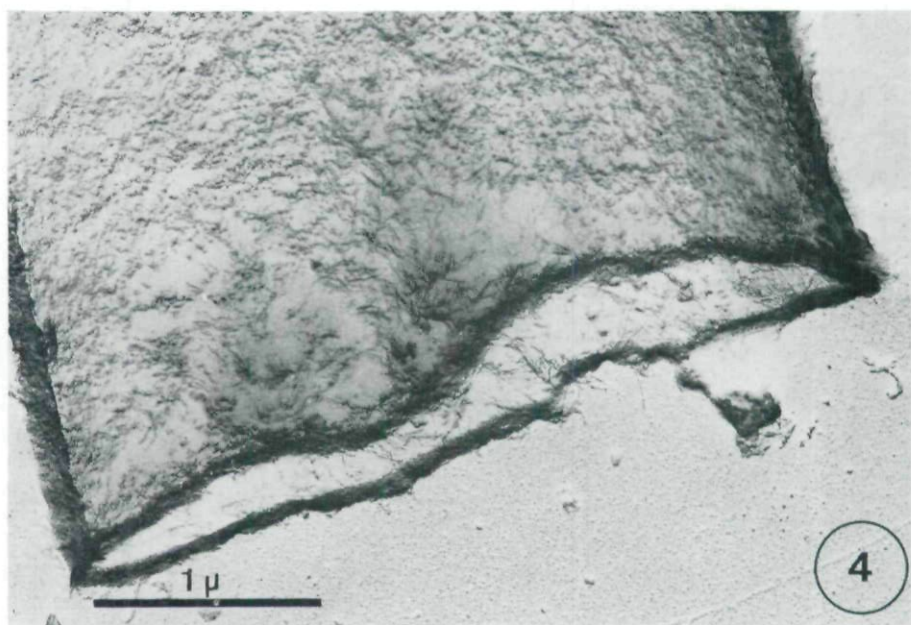
Par contre, les quantités les plus fortes de sucres réducteurs libérés sont obtenues parallèlement avec les filtrats de 5 et 9 jours d'*H. chlorinus*: les quantités dosées sont par exemple (Fig. 1), 5,5 et 2,6 fois plus grandes que pour les filtrats d'*H. chrysospermus* (filtrats de 9 jours après 8 heures d'incubation, 1re et 2e expérience). Mais avec des filtrats plus âgés (14 jours), des quantités très

Tableau 2

Teneurs en protéines des filtrats de culture (les résultats exprimés en mg de protéines par ml de préparation enzymatique sont la moyenne de 3 déterminations)

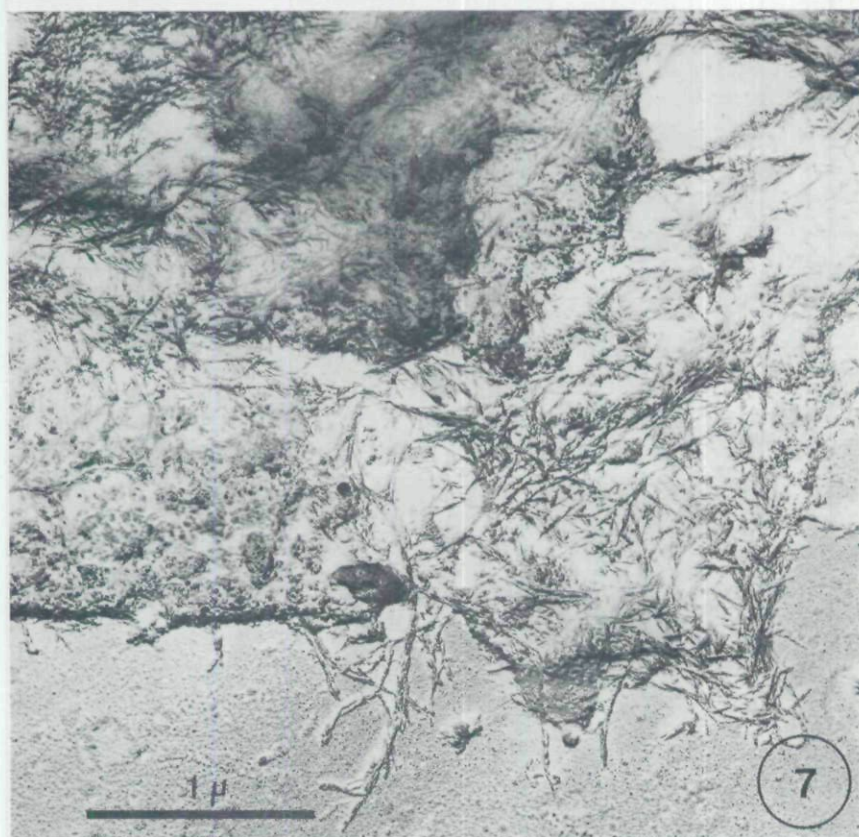
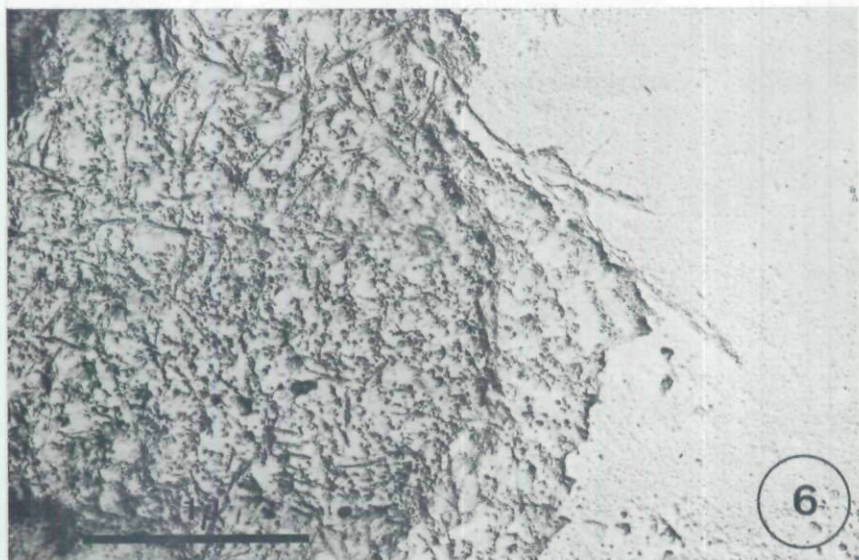
Age des filtrats (jours)	Milieu "broyat de carpophores"		Milieu "broyat de mycélium"	
	<i>H. chlorinus</i>	<i>H. chrysospermus</i>	<i>H. chlorinus</i>	<i>H. chrysospermus</i>
5	376	521	330	465
9	590	698	465	565
14	586	730	465	630

voisines de sucres réducteurs (Fig. 1, F14, 6 et 8 heures et Fig. 3, F14, 8 heures) sont libérées par les deux *Hypomyces*.



Figs. 4 et 5. Parois de *Boletus edulis* obtenues à partir d'une culture âgée de 60 jours et traitées par ombrage rotatif au platine. La partie interne de la paroi présente un aspect fibrillaire (Fig. 5) alors que la face externe est granulaire (Fig. 4). Fig. 4 $\times 30\,000$, Fig 5 $\times 30\,000$

Fig. 6. Paroi hyphale de *Boletus edulis* (culture âgée de 60 jours) après incubation de 8 heures dans un filtrat d'*Hypomyces chrysospermus* de 5 jours et traitée par ombrage rotatif au platine. La texture granulaire de la paroi apparaît plus grossière et des structures fibrillaires sont visibles. $\times 30\,000$ • Fig. 7. Paroi hyphale de *Boletus edulis* (culture âgées de 60 jours) après incubation de 8 heures dans un filtrat d'*Hypomyces chlorinus* de 5 jours et traitée par ombrage rotatif au platine. La structure de la paroi apparaît très irrégulière avec, selon les endroits, des plages granulaires ou fibrillaires. $\times 30\,000$



— la comparaison, au bout du temps maximum d'incubation (8 heures), du pouvoir de dégradation des filtrats en fonction de leur âge, c'est-à-dire la production des enzymes lytiques en fonction du développement des parasites (courbes en traits discontinus sur les différents diagrammes) montre que:

+ la production de la chitinase en fonction du temps a la même allure chez les deux espèces, mais les quantités d'enzymes produites sont nettement plus fortes chez *H. chrysospermus*.

+ en ce qui concerne les enzymes responsables de la libération des oses neutres, il semble que leur production soit en augmentation progressive durant le développement d'*H. chrysospermus* alors que chez *H. chlorinus* celle-ci se stabilise à partir du 9^e jour, ce qui est en accord avec les quantités de protéines dosées dans ces filtrats.

b) Aspect ultrastructural des parois

Nous avons recueilli les parois de mycélium de Bolet ayant subi l'action des filtrats de culture de 5 et 9 jours pendant le temps maximum d'incubation. Après ombrage rotatif au platine nous avons comparé leur aspect ultrastructural à celui de parois témoins (Figs. 4 et 5). Les micrographies choisies comme illustration représentent les aspects les plus fréquemment observés dans chaque lot de parois traitées. Mais il est évident que l'on peut observer, pour chaque traitement, différents stades de dégradation.

Les parois incubées dans le filtrat de 5 jours d'*H. chrysospermus* (Fig. 6) présentent un aspect plus grossièrement granulaire que les parois témoins et quelques structures fibrillaires sont visibles.

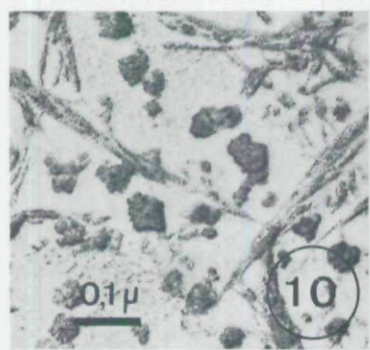
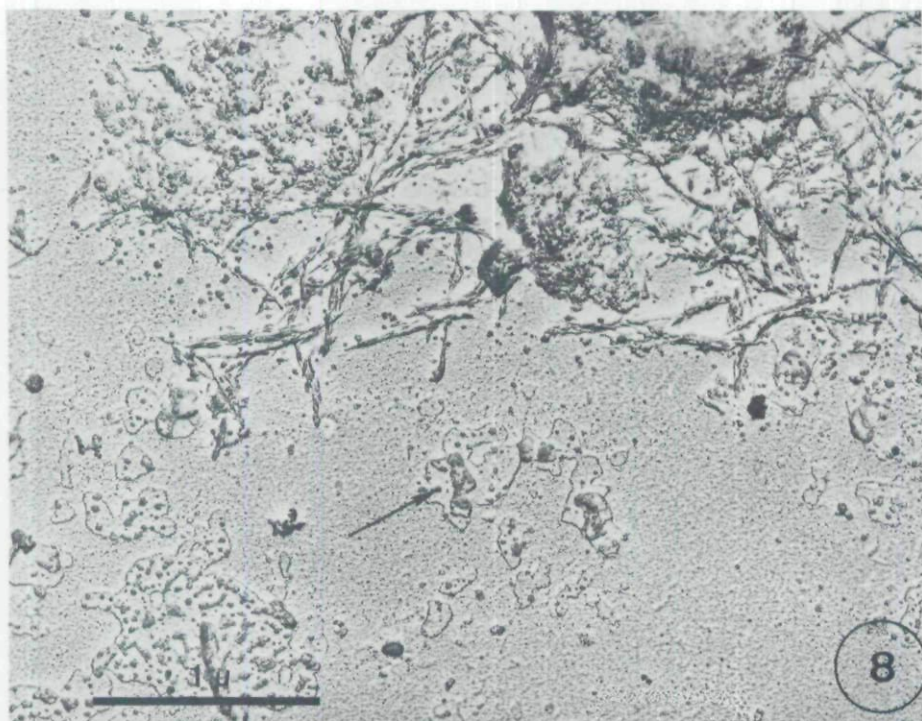
La Figure 7 correspond à des parois traitées par une préparation enzymatique de 5 jours d'*H. chlorinus*: leur structure est irrégulière, on peut y observer des plages granulaires; en d'autres points, l'aspect fibreux de la paroi apparaît nettement.

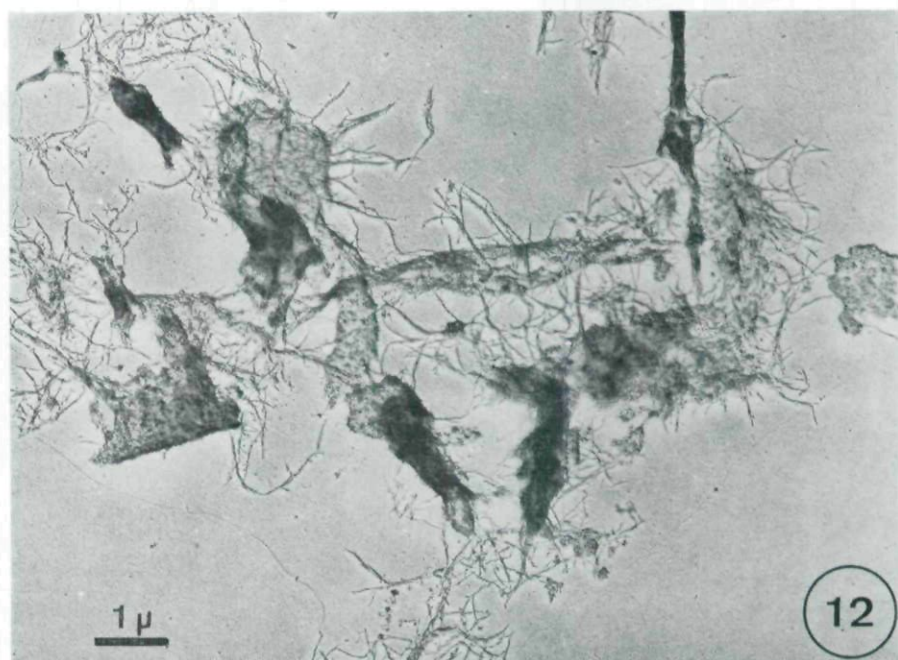
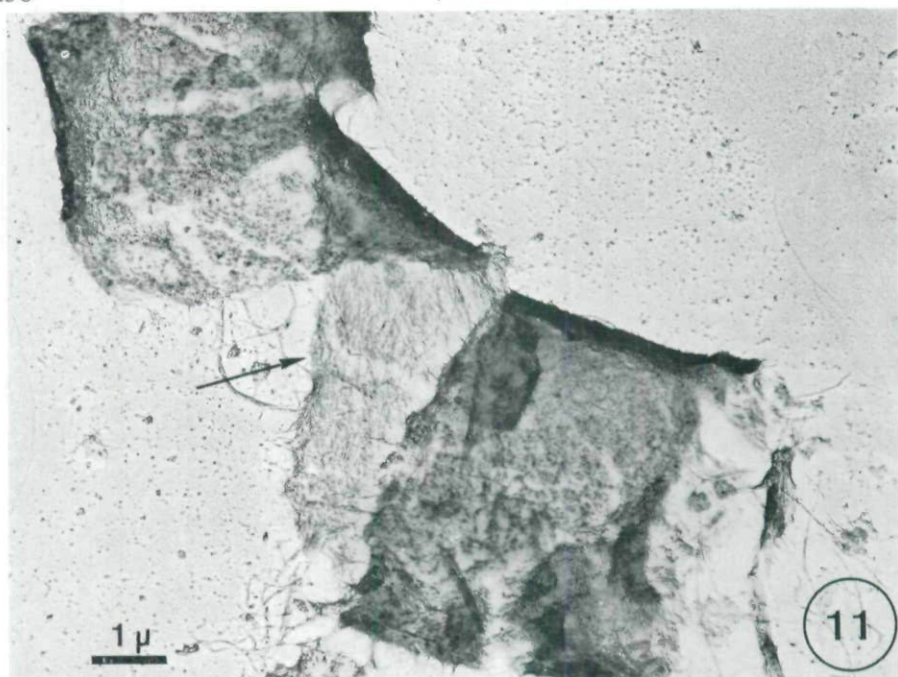
Une progression dans la dégradation des parois est nettement visible sur la Figure 8 correspondant à l'action des filtrats d'*H. chrysospermus* de 9 jours: on y voit des fibres de chitine retenues encore par des plages de substance granulaire dont certaines se détachent de la paroi sous forme d'îlots (flèche).

Les filtrats correspondants d'*H. chlorinus* semblent avoir un effet moins dégradant que les précédents: en effet, la Figure 9 montre que l'intégrité de la paroi est encore conservée; toutefois, la matrice amorphe englobant des fibres de chitine (Fig. 10) semble se résoudre en gros granules.

Fig. 8. Paroi hyphale de *Boletus edulis* (culture âgée de 60 jours) après incubation de 8 heures dans un filtrat d'*Hypomyces chrysospermus* de 9 jours et traitée par ombrage rotatif au platine. La paroi apparaît fortement dégradée: des plages granulaires subsistent, certaines se détachent de la paroi sous forme d'îlots (flèche). On remarque aussi des structures fibrillaires retenues encore par des restes de substance amorphe. $\times 30\ 000$ • Fig. 9 et 10. Paroi hyphale de *Boletus edulis* (culture âgée de 60 jours) après incubation de 8 heures dans un filtrat d'*Hypomyces chlorinus* de 9 jours et traitée par ombrage rotatif au platine. La matrice amorphe des parois présente de gros granules (flèche) entre lesquels subsistent des fibres de chitine (Fig. 10).

A comparer avec les micrographies précédentes: Fig. 9 $\times 30\ 000$, Fig. 10 $\times 90\ 000$





Figs. 11 et 12. Parois des hyphes de *Boletus edulis* soumis *in vivo* en erlenmeyer double (voir texte) à l'action des filtrats de culture d'*Hypomyces chlovinus*. Nous constatons sur la Figure 11, que la paroi se rompt selon une spirale et que les fibrilles de la partie interne de la paroi (flèche) ont une orientation oblique par rapport à l'axe de l'hyphe • Fig. 12. portions d'hyphes très dégradées mais où subsistent des faisceaux de fibres de chitine. Fig. 11 $\times 10\,000$, Fig. 12 $\times 10\,000$

Nous avons observé également l'effet que les filtrats de culture d'*H. chlorinus* exercent *in vivo* sur le mycélium de Bolet en culture: pour cela, un dispositif spécial de culture, décrit antérieurement (TOUZÉ-SOULET *et al.* 1978) est utilisé. Le mycélium de Bolet, après avoir été en contact durant 10 à 15 jours avec le milieu de culture où se développe l'*H. chlorinus*, est recueilli. Ses parois sont isolées et traitées par ombrage rotatif au platine en vue de leur observation en microscopie électronique (Figs. 11 et 12).

Dans des portions de parois hyphales très attaquées (Fig. 12), il ne subsiste presque uniquement que les composants fibrillaires de la paroi. La Figure 11 montre que la ligne de rupture des parois est une spirale et que l'orientation des fibrilles de la face interne de la paroi est également spiralée (flèche). Ceci doit être mis en relation avec les observations réalisées en microscopie photonique et décrites antérieurement (TOUZÉ-SOULET *et al.* 1978) où apparaissaient effectivement dans ce mycélium, des structures spiralées au niveau pariétal.

Discussion et Conclusion

Les résultats précédents peuvent être analysés à trois points de vue:

1° — celui de la composition des parois fongiques: la composition et l'architecture des parois de certains Basidiomycètes tels que *Schizophyllum commune* (WESSELS *et al.* 1972) et *Agaricus bisporus* (MICHALENKO *et al.* 1976) sont maintenant connues. Par ailleurs, la composition chimique des parois d'un certain nombre d'espèces d'Aphylophorales a été donnée (O'BRIEN et RALPH 1966).

La nature des constituants pariétaux des hyphes ou des carpophores de *B. edulis* ne diffère pas essentiellement de celle des Basidiomycètes étudiés par les différents auteurs: ces parois sont du type chitine-glucane caractéristique des Basidiomycètes selon BARNICKI-GARCIA (1968). Remarquons que le pourcentage de chitine des parois hyphales du Bolet (20,5 %) est inférieur aux pourcentages mentionnés par ailleurs (26 à 65 %) dans la plupart des Basidiomycètes étudiés. De plus, les parois de *B. edulis* renferment du galactose alors que cet ose neutre est signalé comme non fréquent dans les parois de Basidiomycètes (MICHALENKO *et al.* 1976).

2° — celui de la comparaison de deux espèces mycophages, l'une à tendance biotrophique, l'autre à tendance nécrotrophique: dans le domaine de leurs aptitudes parasitaires, ces deux *Hypomyces* sont capables d'attaquer la chitine et les polysaccharides de la matrice des parois mais l'intensité de leur action à l'égard de ces constituants est différente. L'hydrolyse de la chitine est toujours plus forte avec les filtrats d'*H. chrysospermus*, et la libération des oses neutres devient, en présence des filtrats de 14 jours de cette espèce, égale ou supérieure à ce qu'elle est avec les filtrats d'*H. chlorinus*. Il en résulte donc, en fin de compte, une dégradation des parois de Bolet plus importante par *H. chrysospermus*.

Sans vouloir extrapoler, peut être est-il possible de rapprocher ces résultats obtenus *in vitro*, du fait que le développement de ce parasite, au cours d'in-

festations naturelles, entraîne une décomposition plus rapide des carpophores de l'hôte, que ne le fait *H. chlorinus*. Ces réflexions rejoindraient les propos de LEWIS (1973) selon lesquels une différence évidente entre les parasites biotrophiques et nécrotrophiques réside dans la quantité et la variété des enzymes hydrolytiques sécrétés dans les tissus de l'hôte. Cependant, pour poursuivre une telle comparaison entre les deux espèces qui nous occupent, d'autres arguments impliquant des recherches supplémentaires (production comparée de substances antibiotiques par exemple) doivent être envisagés.

Par ailleurs, la dégradation plus intense de la chitine par les enzymes extracellulaires d'*H. chrysospermus* comparativement à ceux d'*H. chlorinus* permet de comprendre que le démasquage de structures spiralées vraisemblablement de nature chitineuse observé au niveau pariétal, dans le mycélium de Bolet soumis *in vivo* à l'action des filtrats de culture d'*H. chlorinus* (voir (TOUZÉ-SOULET *et al.* 1978) ne soit pas décelable lorsqu'il s'agit des filtrats d'*H. chrysospermus*.

3° — Celui de la formation des parois hyphales du Bolet au cours de la croissance: les micrographies réalisées après ombrage rotatif au platine sur les parois isolées du mycélium de *B. edulis* soumis *in vivo* à l'action des filtrats de culture d'*H. chlorinus* (Fig. 8) montrent une orientation oblique des fibres de chitine par rapport à l'axe de l'hyphé; ceci venant à l'appui des observations en microscopie photonique que nous avons décrites antérieurement à propos du mycélium entier (TOUZÉ-SOULET *et al.* 1978).

Un arrangement analogue des fibrilles a été observée par KROH *et al.* (1976) pour les parois hyphales d'*Allomyces arbuscula* après traitement par KOH éthanolique. Cette disposition des microfibrilles pourrait avoir son origine dans une éventuelle croissance spirale des apex hyphaux qui, d'après certains auteurs (MADELIN *et al.* 1978), pourrait être une modalité de croissance assez répandue chez les champignons.

Résumé

Les parois cellulaires (mycélium et stipe) de *Boletus edulis* sont de type chitine-glucane. Elles sont dégradées *in vitro* par les enzymes extracellulaires de deux *Hypomyces* parasites des carpophores de Bolet: *H. chrysospermus* parasite nécrotrophique dégrade plus fortement la chitine et libère, tardivement, autant d'oses réducteurs qu'*H. chlorinus*. L'observation en microscopie électronique, après ombrage rotatif au platine, des parois attaquées, confirme ces résultats.

Summary

The cell walls of *Boletus edulis*:
composition and enzymatic lysis by two mycoparasites of the genus *Hypomyces*

The cell walls (mycelium and stipe) of *B. edulis* belong to the chitin-glucan type. *In vitro*, the extracellular enzymes of two *Hypomyces*, parasites on carpophores of *Boletus*, bring about their degradation: *H. chrysospermus*

a necrotrophic parasite degrades more chitin than *H. chlorinus* and releases belately reducing sugars as much as *H. chlorinus*. Ultrastructural observations of the cell walls degradation by shadow-casting with platinum, support these results.

Zusammenfassung

Zusammensetzung der Zellwände von *Boletus edulis* und enzymatischer Abbau durch zwei Mykoparasiten aus der Gattung *Hypomyces*

Die Zellwände in Myzel und Stiel von *Boletus edulis* gehören zum Chitin-Glucan-Typ. Zwei auf dem Pilz parasitierende *Hypomyces*-Arten bauen die Zellwände durch extrazelluläre Enzyme ab. *Hypomyces chrysospermus* baut Chitin stärker ab und setzt im Spätstadium ebensoviel reduzierende Zucker frei wie *Hypomyces chlorinus*. Elektronenmikroskopische Beobachtungen bestätigten diese Ergebnisse.

Les auteurs remercient Monsieur B. LUGARDON pour l'utilisation du microscope électronique du Laboratoire de Biologie végétale que dirige Monsieur le Professeur C. LEREDDE; Monsieur A. MOISAND du Centre de Pharmacologie et Toxicologie fondamentale qui a réalisé la technique d'ombrage des parois; et Mlle GRANADEL pour son assistance technique.

Bibliographie

- BARTNICKI-GARCIA, S., 1968: Cell wall chemistry, morphogenesis and taxonomy of fungi. *Ann. Rev. Microbiol.* **22**, 87—108.
- KROH, M., H. HENDRIKS, E. G. KIRBY, and M. M. A. SASSEN, 1976: Cell wall formation in zoospores of *Allomyces arbuscula*. II. Development of surface structure of encysted haploid zoospores, rhizoids and hyphae. *Arch. Microbiol.* **109**, 37—43.
- LEWIS, D. H., 1973: Concepts in fungal nutrition and the origin of biotrophy. *Biol. Rev.* **48**, 261—278.
- LOWRY, D. H., W. J. ROSEBROUGH, A. L. FARR, and R. J. RANDALL, 1951: Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* **193**, 265—275.
- MADELIN, M. F., D. K. TOOMER, and J. RYAN, 1978: Spiral growth of fungus colonies. *J. Gen. Microbiol.* **106**, 73—80.
- MICHALENKO, G. O., H. R. HOHL, and D. RAST, 1976: Chemistry and architecture of the mycelial wall of *Agaricus bisporus*. *J. Gen. Microbiol.* **92**, 251—262.
- O'BRIEN, R. W., and B. J. RALPH, 1966: The cell wall composition and taxonomy of some Basidiomycetes and Ascomycetes. *Ann. Bot. N. S.* **30**, 831—843.
- REISSIG, J., L. STROMINGER, and L. F. LELoir, 1955: A modified colorimetric method for the estimation of N. acetylamino sugars. *J. Biol. Chem.* **217**, 959—966.
- SOMOYI, M., 1952: Notes on sugar determination. *J. Biol. Chem.* **195**, 19—23.
- TOUZÉ-SOULET, J. M., et R. DARGENT, 1977: Effets de la carence en biotine sur la composition des parois cellulaires d'*Hypomyces chlorinus*. *Canad. J. Bot.* **55**, 227—232.
- , J. RAMI, R. DARGENT, et CH. MONTANT, 1978: Aspect particulier des hyphes de *Boletus edulis* Fr. ex Bull. et de leur paroi après action des filtrats de culture du mycoparasite *Hypomyces chlorinus* Tul. *C. R. Acad. Sci.* **286**, 33—35.
- WESSELS, J. G. H., R. R. KREGER, R. MARCHANT, B. A. REGENSBURG, and O. H. M. DE VRIES, 1972: Chemical and morphological characterization of the hyphal wall surface of the basidiomycete *Schizophyllum commune*. *Biophys. Biochem. Acta* **273**, 346—358.

Adresse des auteurs: Laboratoire de Cryptogamie, Université Paul Sabatier, 118, Route de Narbonne, F-31077 Toulouse Cedex (France).

This document is a scanned copy of a printed document. No warranty is given about the accuracy of the copy. Users should refer to the original published version of the material.