

N° d'ordre : 785

50376
1990
107-2

69319

50376
1990
107-2

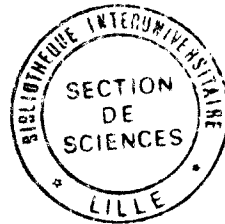
THÈSE

présentée à

L'UNIVERSITE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE LILLE FLANDRES ARTOIS

DOCTORAT D'ETAT ES SCIENCES NATURELLES

Daniel VINCKIER



**DIFFERENCIATION CELLULAIRE CHEZ LES MICROSPORIDIES.
ETUDE ULTRASTRUCTURALE DU DEVELOPPEMENT DE
NOSEMOIDES VIVIERI V.D. et P. ET NOSEMA APIS ZANDER ET
MISE EN EVIDENCE DE L'EVOLUTION DES SYSTEMES
MEMBRANAIRES PAR LA
TECHNIQUE DE CRYOFRACTURE**

ANNEXE

PLANCHES

PLANCHES

LISTE DES ABREVIATIONS UTILISEES DANS LES FIGURES

c , "charnière"	P , paroi
ch , chromosome	PF , face de fracture P de la membrane
CH , cellule-hôte	PFe , PFi , faces de fracture P des membranes nucléaires externe et interne
ec , ectoplasme	pg , paraglycogène
EF , face de fracture E de la membrane	PI , polaroplaste lamellaire
EFe , EFi , faces de fracture E des membranes nucléaires externe et interne	pn , pore nucléaire
en , ev , enveloppe nucléaire	pp , plaque polaire
En , endospore	Pv , polaroplaste vésiculaire
end , endoplasme	r , ribosome
Ex , exospore	ra , région antérieure
FP , filament polaire	re , réticulum endoplasmique
G , appareil de Golgi	rp , région postérieure
gd , granule dense	S , spore
k , kyste, kinetochore	SCH , schizonte
M , méronte	SP , sporoblaste
m , mitochondrie	spo , sac polaire
mp , membrane plasmique	SPT , sporonte
mPF , mFP , membrane du filament polaire	v , vacuole
mt , microtubule	ve , vésicule
mtf , microtubule fusorial	vg , vésicule golgienne
mu , mucron	vp , vacuole postérieure
N , noyau	zc , zone centrale
N 1 et N 2 , les 2 noyaux associés du diplocaryon	ze , zone externe
nu , nucléoplasme	zm , zone moyenne

FP

PLANCHE I

La grégarine *Lecudina linei* n.sp.

Microscopie électronique à balayage

Fig. 1 - Vue d'ensemble de la grégarine dont la surface est caractérisée par un épicyte différencié en plis épicytaires. Le trophozoïte montre 3 régions : la région antérieure avec un mucron lisse (μ), la région moyenne avec les mouvements ondulatoires des plis et la région postérieure éfilée.

X 1225

Fig. 2 - La région moyenne du trophozoïte dont l'architecture épicytaire montre soit des plis isolés (flèches) animés de mouvements ondulatoires, soit des plis accolés en certains endroits (index), créant ainsi un réseau irrégulier à la surface du parasite.

X 1450

Fig. 3 - Trophozoïtes jeunes et adultes fixés à l'épithélium intestinal hôte.

X 160

Microscopie photonique

Fig. 4 - Trophozoïtes (index) et kystes (k) in vivo, vus par transparence dans l'intestin du némete *Lineus viridis* Johnston.

X 35

Fig. 5 - Trophozoïte adulte avec l'extrémité antérieure (ra) arrondie et l'extrémité postérieure (rp) plus éfilée.

X 400

Microscopie électronique à transmission

Fig. 6 - Structure de la région corticale du trophozoïte adulte. Sous l'épicyte (E), remarquer la lame basale (b), l'ectoplasme avec les mitochondries (m), les microtubules (mt) et les vacuoles sous-corticales (v), puis l'endoplasme avec granules denses (gd), paraglycogène (pg) et golgi (G).

X16000



B
LILL



PLANCHE II

La microsporidie *Nosema apis* Zander.

Vue d'ensemble de cellules épithéliales intestinales-hôtes parasitées

Fig. 7 - Deux cellules-hôtes (CH) parasitées par *Nosema apis* au stade sporoblaste (SP).

X 14100

Fig. 8 - Sur réplique obtenue par cryofracture, la cellule-hôte (CH) héberge également de nombreux parasites à différents stades du cycle : méronite (schizonte) (M) et sporoblastes (SP).

X 16300

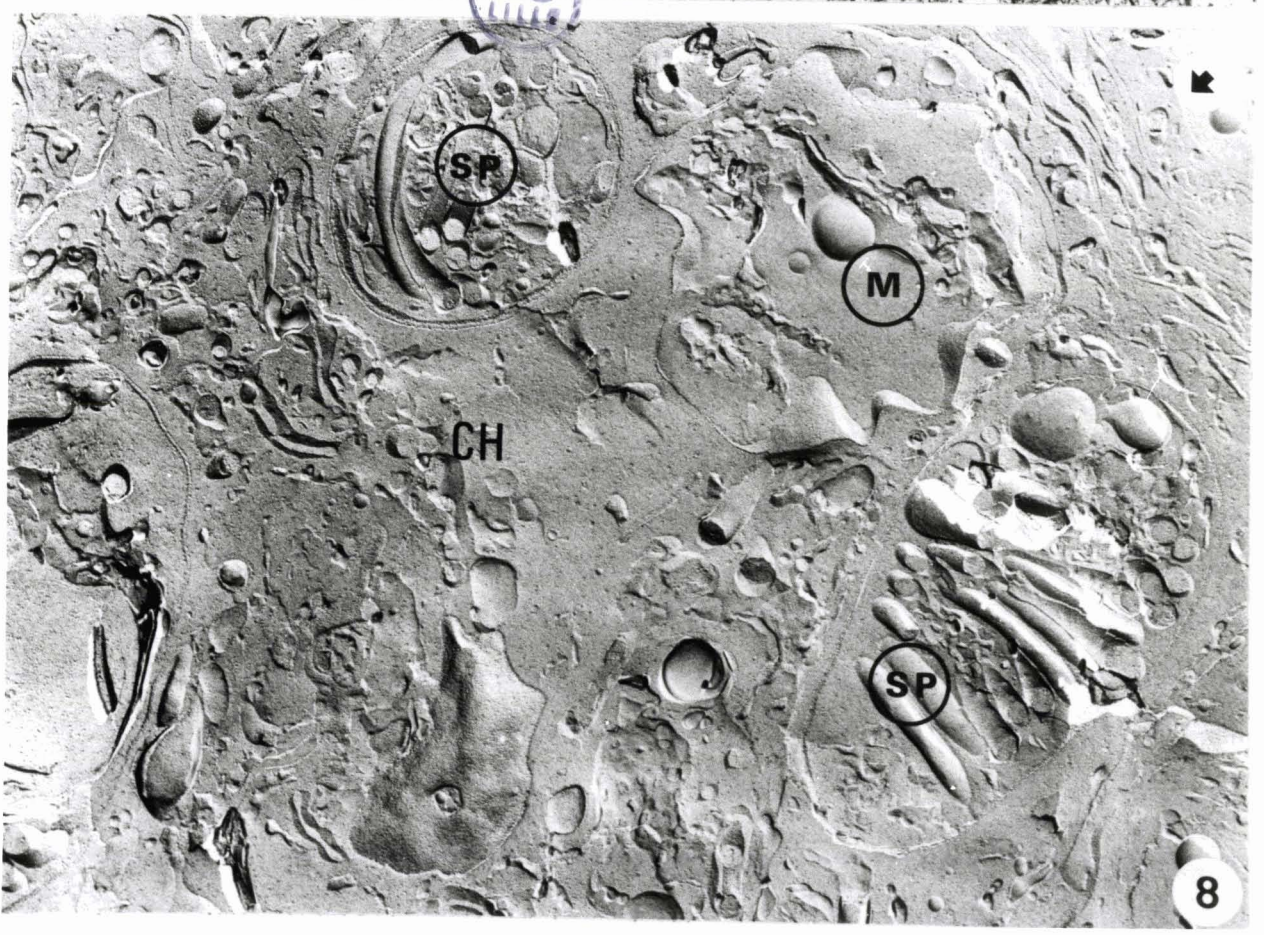
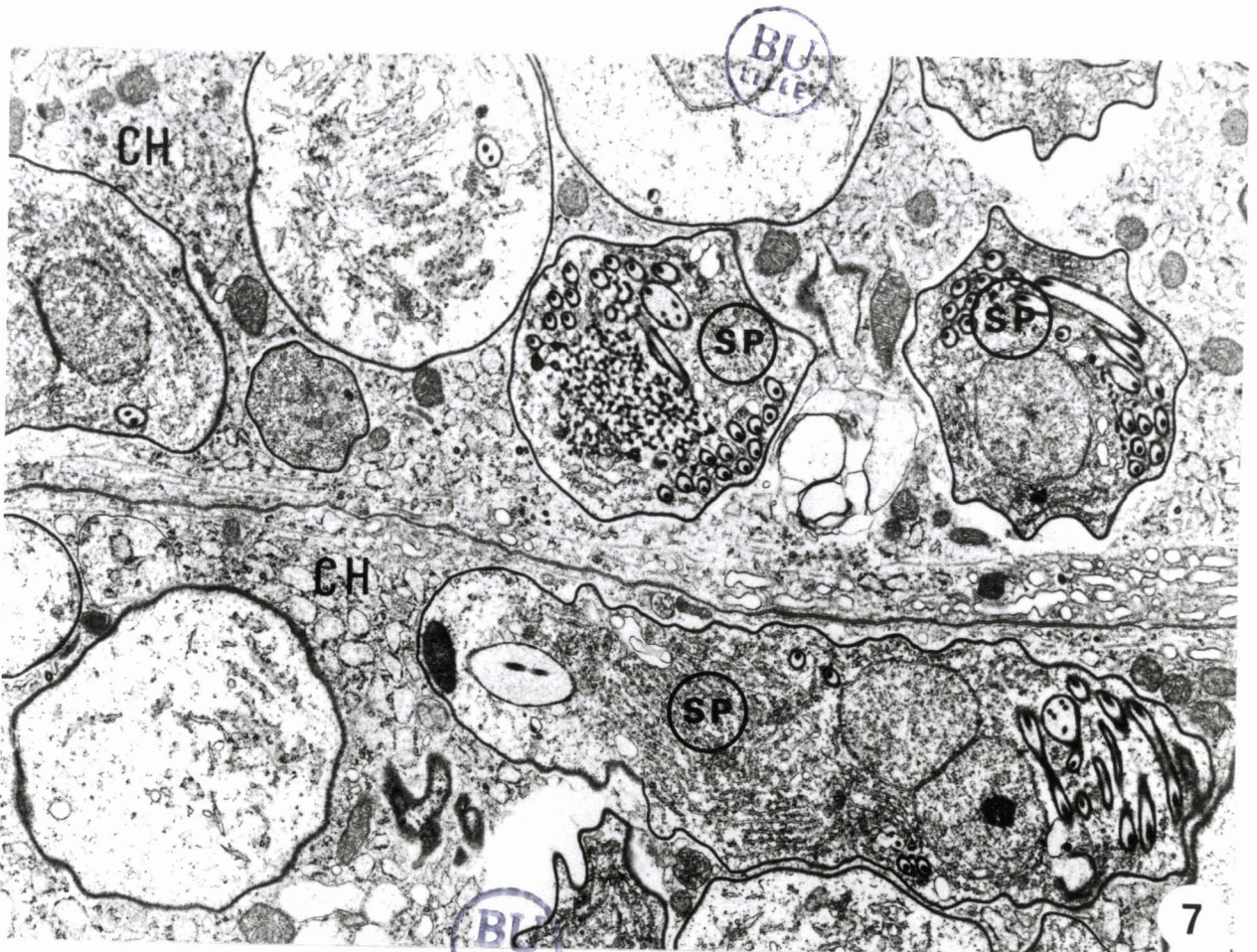


PLANCHE III

Phase végétative ou mérogonie : les mérontes (schizontes)

Figs. 9, 10 - En contact direct avec le cytoplasme-hôte, les mérontes sont limités par la seule membrane plasmique (mp). L'appareil nucléaire ou diplocaryon est constitué de 2 noyaux (N1 et N 2) étroitement accolés. Le cytoplasme est riche en ribosomes et en réticulum endoplasmique (re) pouvant se dilater en petites vésicules (index). Parfois on y observe déjà un ou deux amas de petites vésicules (vg) à contenu plus dense, qui seront à l'origine du Golgi.

X 17200 - X 13750

Cryofracture

Fig. 11 - Sur réplique, les mêmes structures sont retrouvées dans le cytoplasme du méronte : diplocaryon (N 1 et N 2) réticulum endoplasmique (re), amas de petites vésicules (vg).

X 22800

Fig. 12 - Le méronte (M) est limité par la membrane plasmique dont la face de fracture P (PF) montre de nombreuses particules intramembranaires régulièrement réparties. La cellule paraît entourée d'une "ligne" de PIM (index) de diamètre légèrement plus grand.

X 34100

BU
VILLE

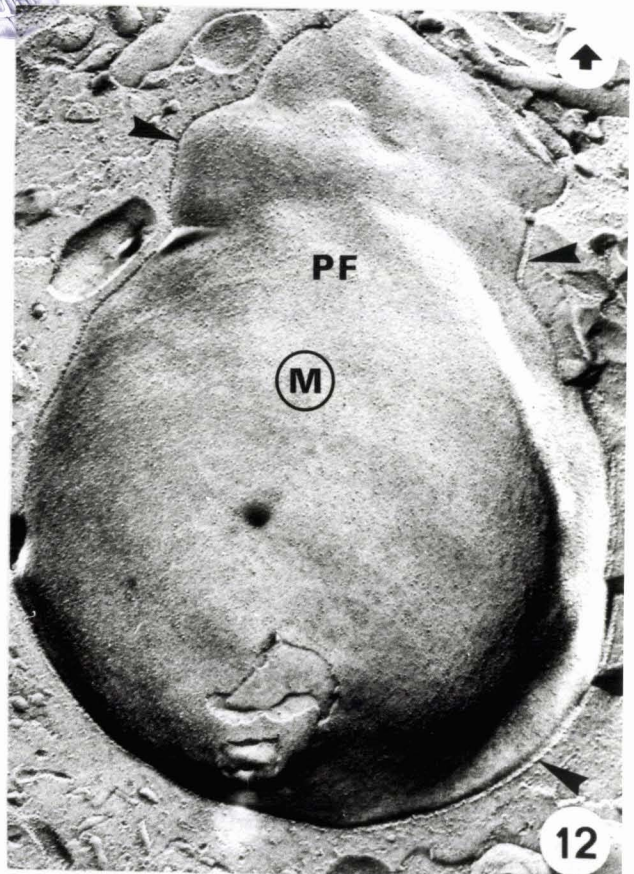
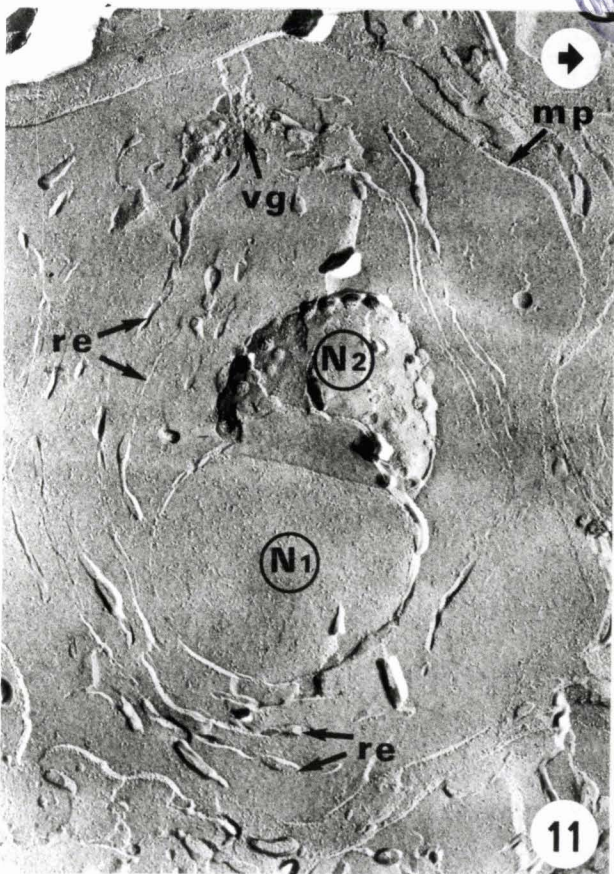
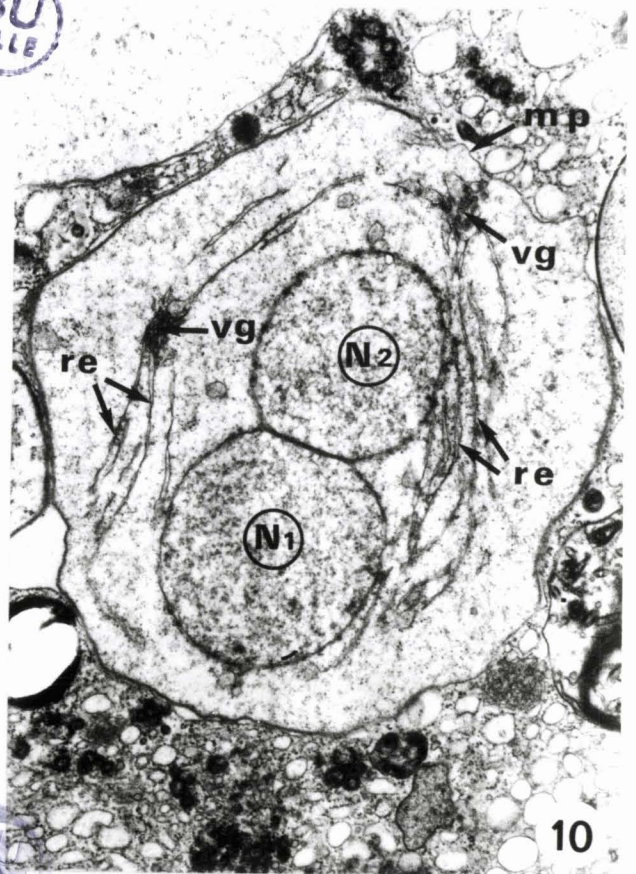
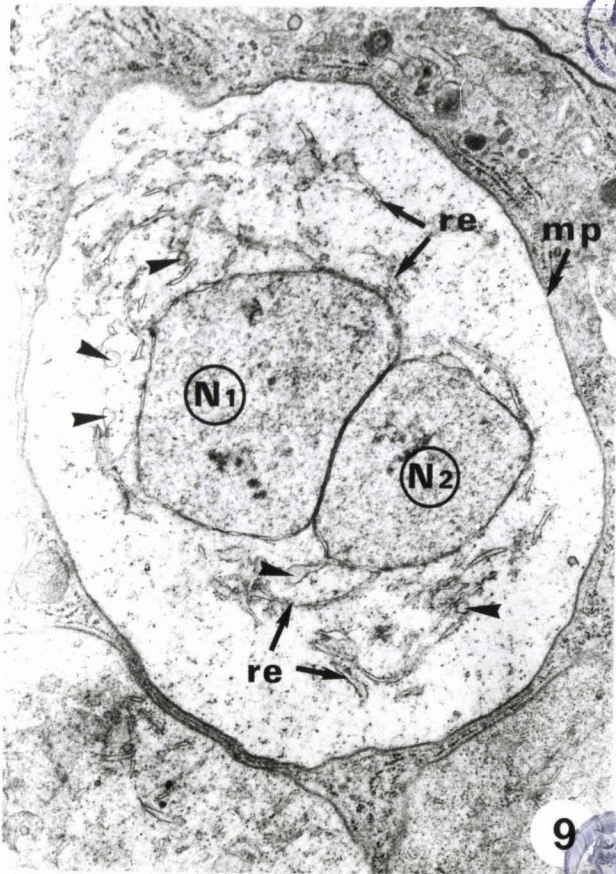


PLANCHE IV

Phase végétative : les mérontes

Figs. 13, 14, 15 - Relations entre le réticulum endoplasmique (re) et la membrane externe de l'enveloppe nucléaire (index) d'une part, et des amas de petites vésicules (vg) à contenu plus dense d'autre part.

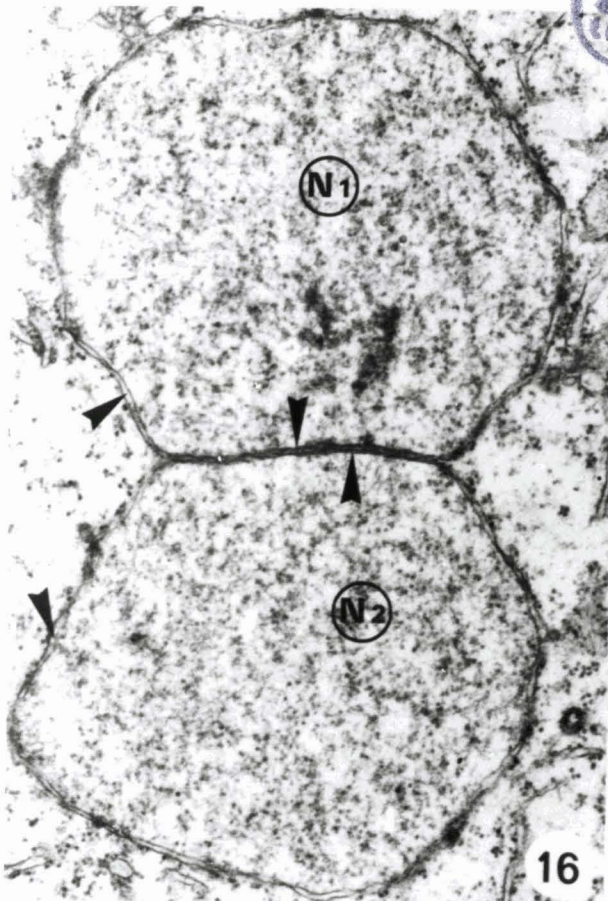
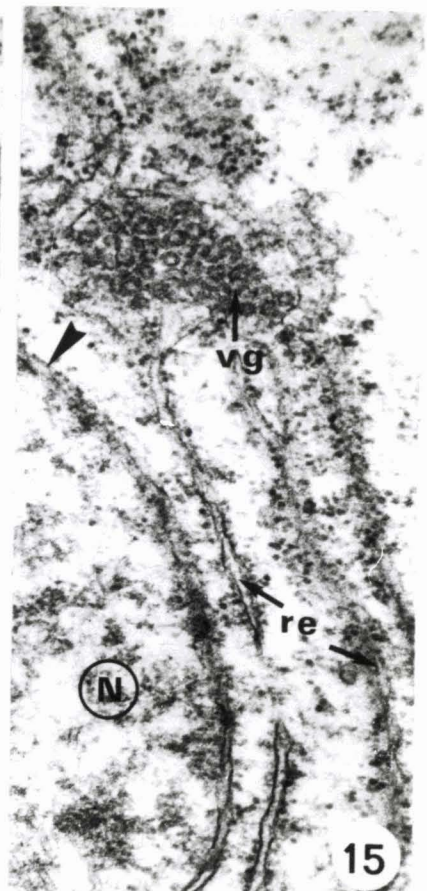
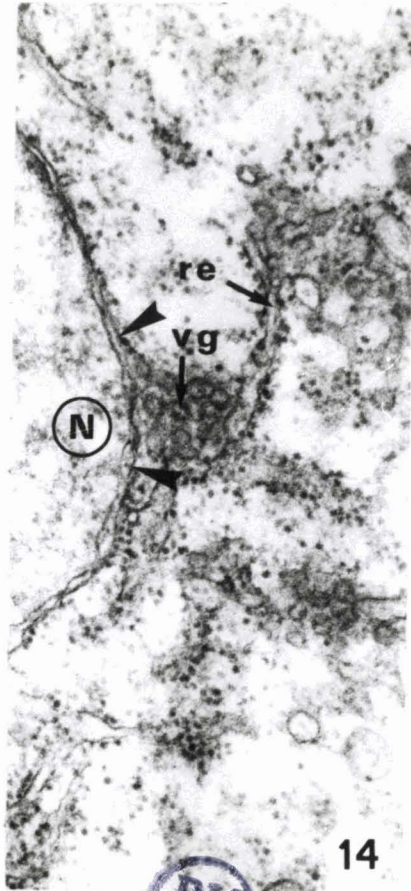
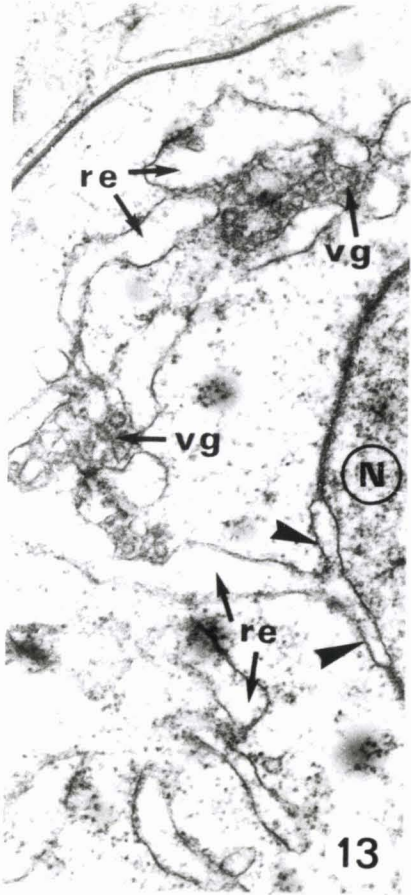
X 32650 - X 73400 - X 53200

Fig 16 - Le diplocaryon est composé de deux noyaux (N 1 et N 2) étroitement accolés et de structure identique. Chacun d'eux, de forme plus ou moins arrondie, est aplati au niveau de la zone d'accolement et possède sa propre enveloppe nucléaire (index).

X 34750

Fig.17 - Cryofracture du diplocaryon : les deux faces de fracture des deux membranes de l'enveloppe nucléaire (EFe, PFe, EFi, PFi) portent des particules intramembranaires dont la densité varie d'une face à l'autre. Cette enveloppe nucléaire est percée de pores nucléaires (pn), excepté au niveau de la zone d'accolement. Le nucléoplasme (nu) présente un aspect homogène.

X 24850



BU
ELLE

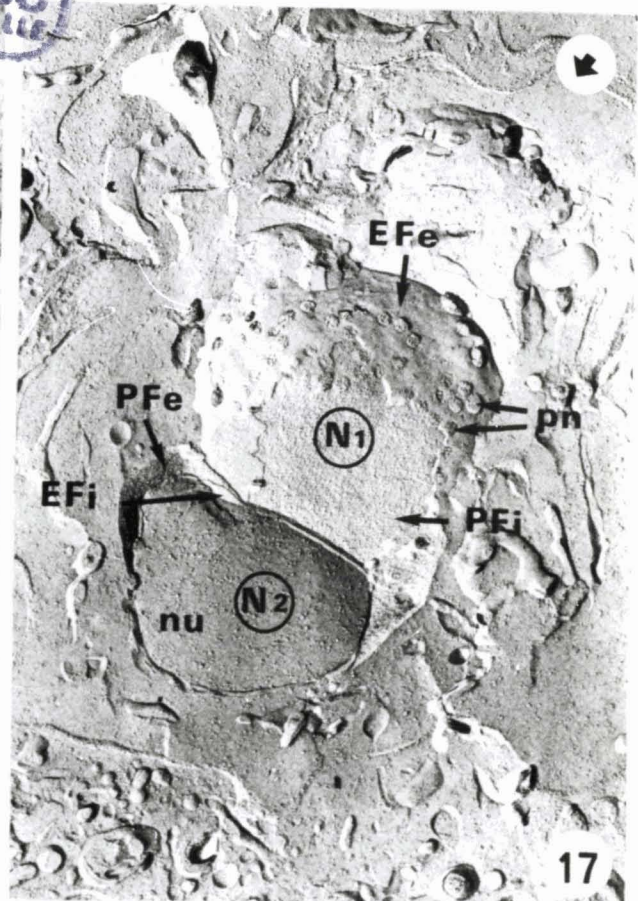


PLANCHE V
Les mérontes : le diplocaryon

Fig. 18 - Zone d'accolement des deux noyaux N1 et N2 du diplocaryon. Les deux enveloppes nucléaires (en), bien individualisées, sont séparées par un espace clair (index).

X 107300

Cryofracture

Figs. 19, 20, 21 - Le diplocaryon fracturé suivant différents plans montrant les deux faces de fracture des deux membranes de l'enveloppe nucléaire : PFe et EFe, faces P et E de la membrane nucléaire externe, PFi et EFi, faces P et E de la membrane nucléaire interne. (La zone d'accolement des deux noyaux est indiquée entre deux index). l'enveloppe nucléaire est percée de pores (pn) excepté au niveau de la zone de contact entre les noyaux N 1 et N 2.

X 50200 - X 39550 - X 34600

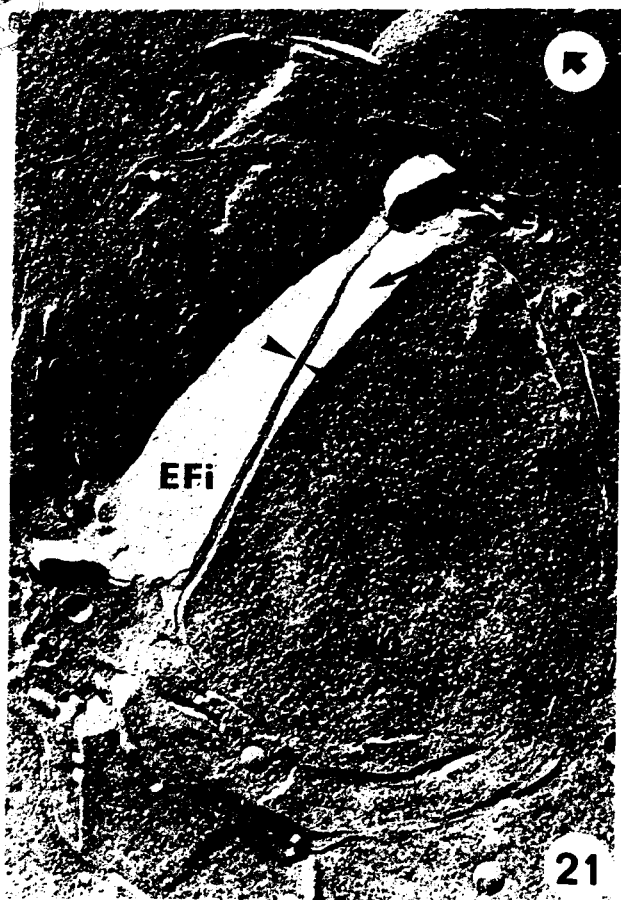
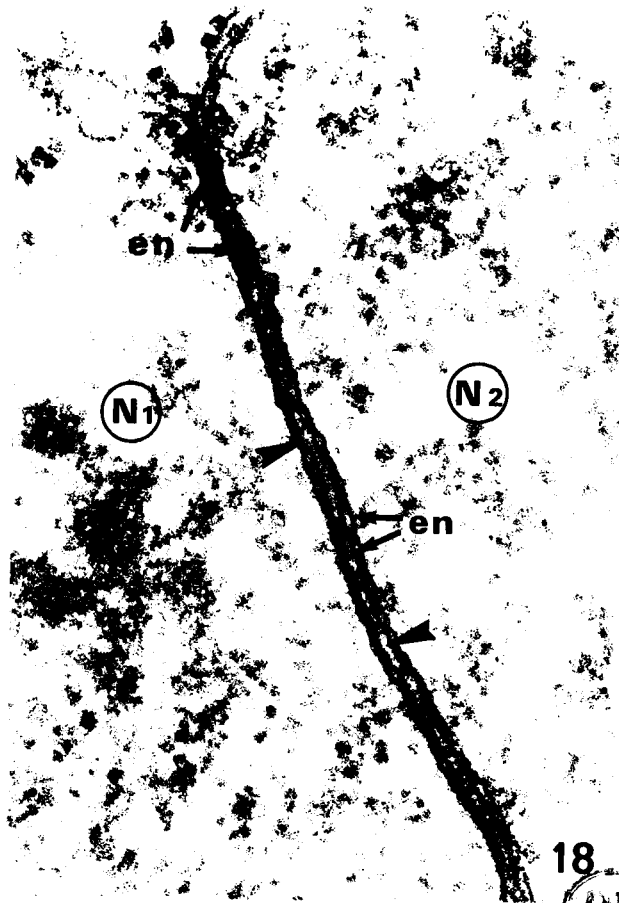


PLANCHE VI

Les mérontes : le diplocaryon

Les faces de fracture des deux membranes de l'enveloppe nucléaire.

Figs. 22,23,24 - Dans l'ensemble les particules intramembranaires sont toujours plus nombreuses sur les faces P (PFe et PFi) que sur les faces E (EFe et EFi). Sur PFi les PIM paraissent plus denses près de la zone d'accolement (figs.22,24) que sur le reste de l'hémimembrane où elles sont groupées en paquets, dessinant ainsi une espèce de réseau irrégulier (figs.22,23,24). Sur EFi les PIM sont nettement moins nombreuses et la fig.22 suggère également une plus grande densité, bien que faible, au niveau de la zone d'accolement. Sur PFe les PIM semblent aussi plus ou moins groupées en petits amas (figs.22 et 24), tandis que sur EFe elles sont très peu nombreuses et régulièrement dispersées (figs. 22,23,24). L'enveloppe nucléaire est percée de pores (pn) constitués de quelques granules ou sous-unités du complexe nucléaire.

X 27000 - X 42350 - X 43300

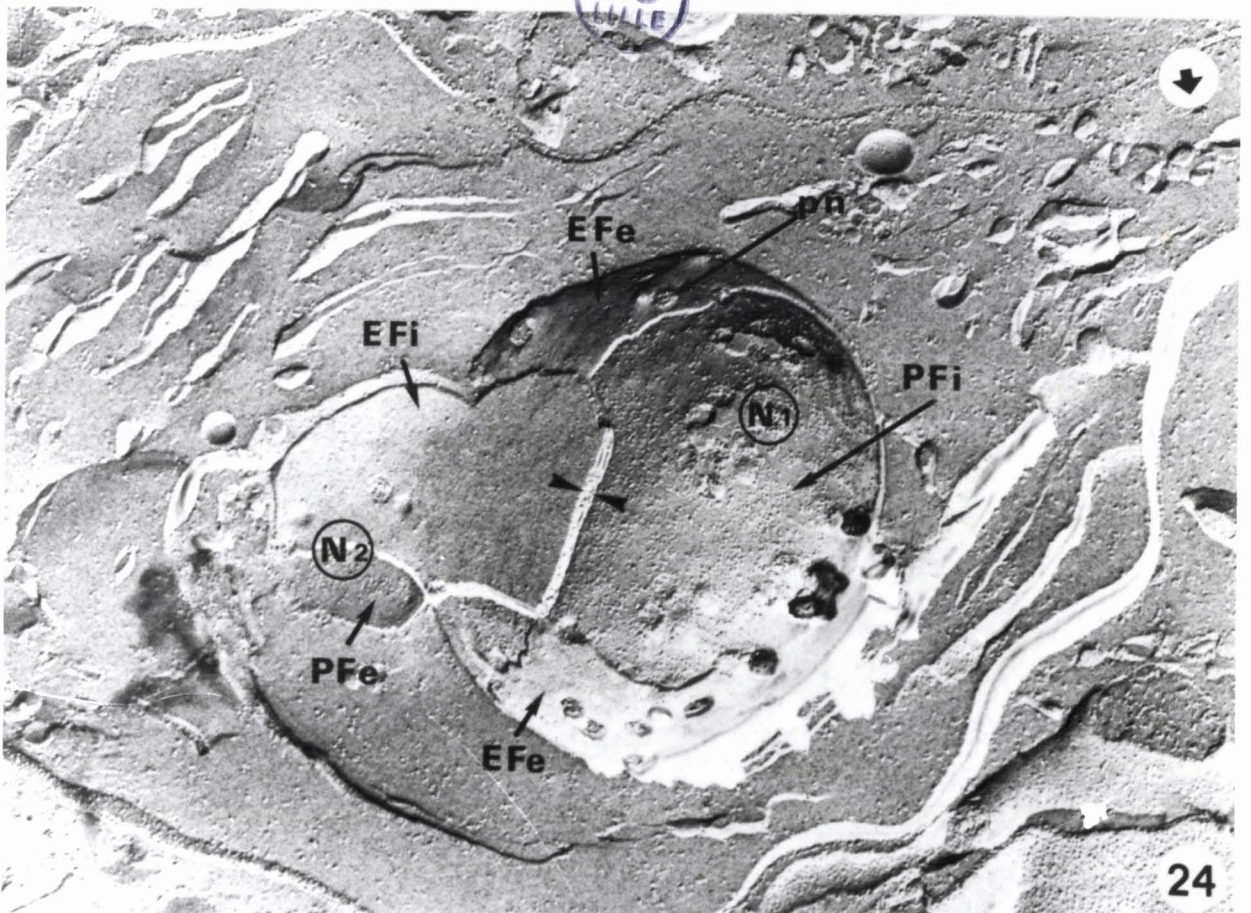
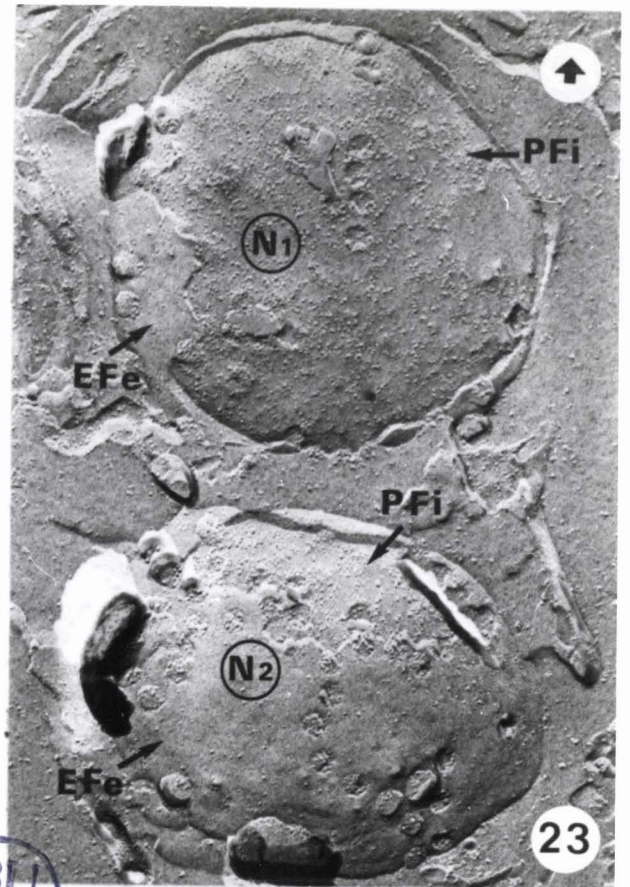
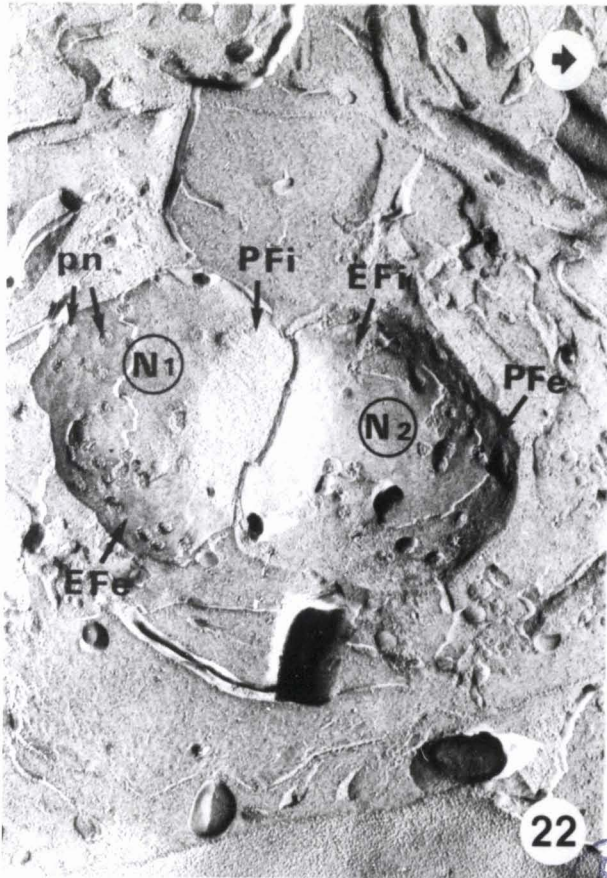


PLANCHE VII

Les mérontes : l'appareil nucléaire

Figs. 25,26 - Il arrive parfois que l'appareil nucléaire soit constitué de trois noyaux, mais la présence, dans le nucléoplasme, de microtubules (index) et d'aggrégats chromatiniens, peut suggérer une figure de caryocinèse.

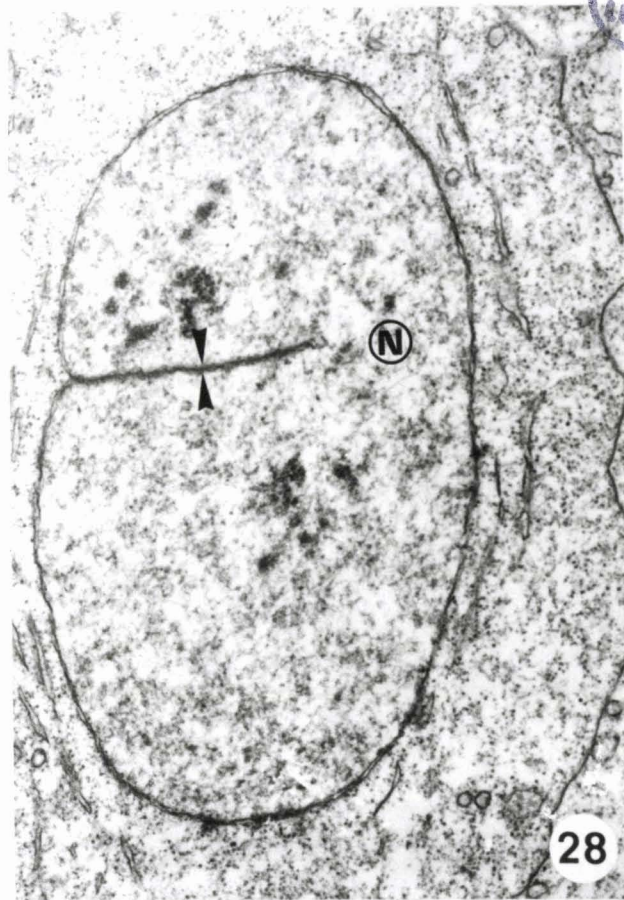
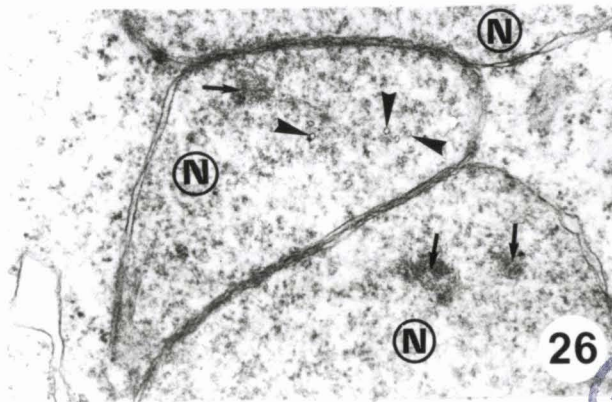
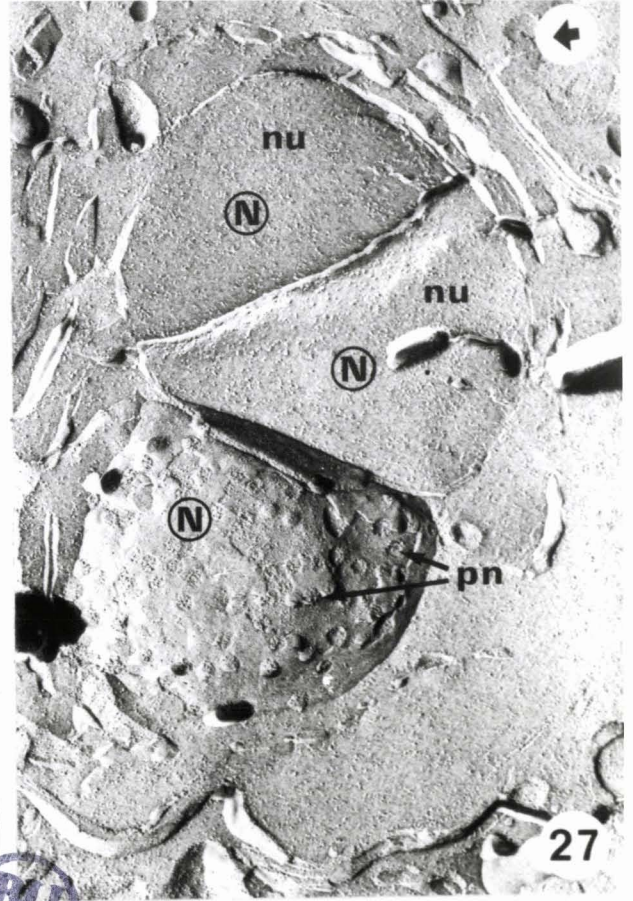
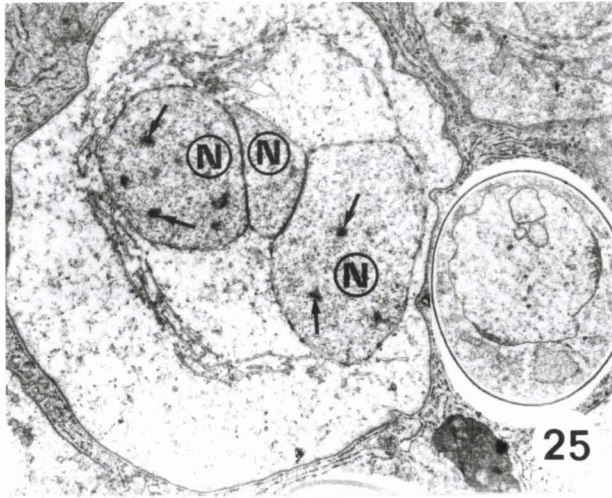
X 10000 - X 50150

Fig. 27 - Le même type de figure a pu être observé en cryofracture.

X 31300

Figs 28, 29 - Appareil nucléaire paraissant constitué d'un noyau replié en U dont la cavité semble occupée par les deux enveloppes nucléaires (en) étroitement accolées (index).

X 24800 - X 89350



BU
HILL

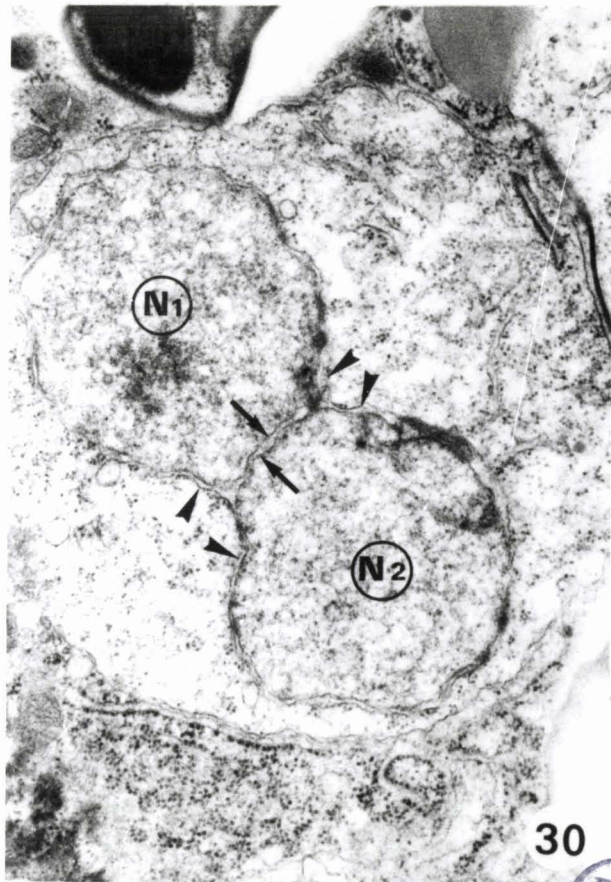
PLANCHE VIII
Le diplocaryon

Figs. 30,31 - Chez le méronte, il y a parfois fusion au niveau des membranes nucléaires des deux noyaux N1 et N2 du diplocaryon : ceux-ci ne sont plus accolés que par les seules membranes nucléaires internes (flèches), la membrane nucléaire externe (index) étant continue d'un noyau à l'autre.

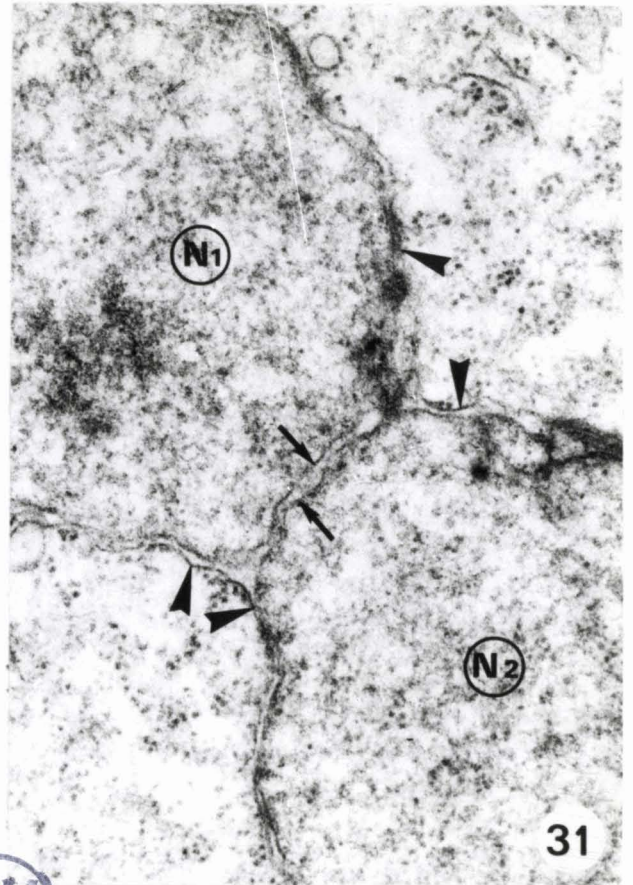
X 29750 - X 54100

Figs 32,33 - Le même phénomène a pu être observé chez le sporoblaste où les deux noyaux N1 et N2 paraissent reliés par un pont constitué d'espace périnucléaire et limité par la membrane nucléaire externe (index) continue d'un noyau à l'autre, chacun d'eux ayant sa propre membrane nucléaire interne (flèches).

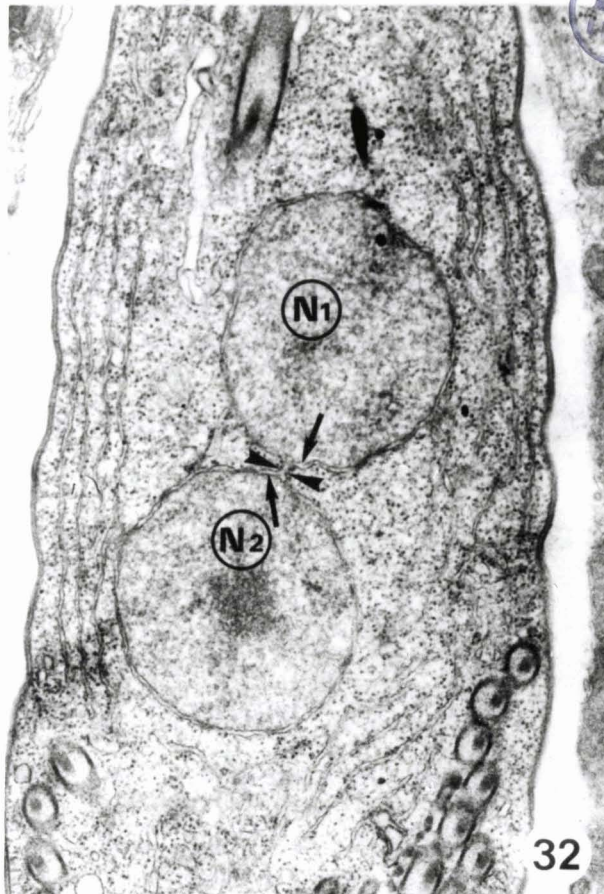
X 26700 - X 102800



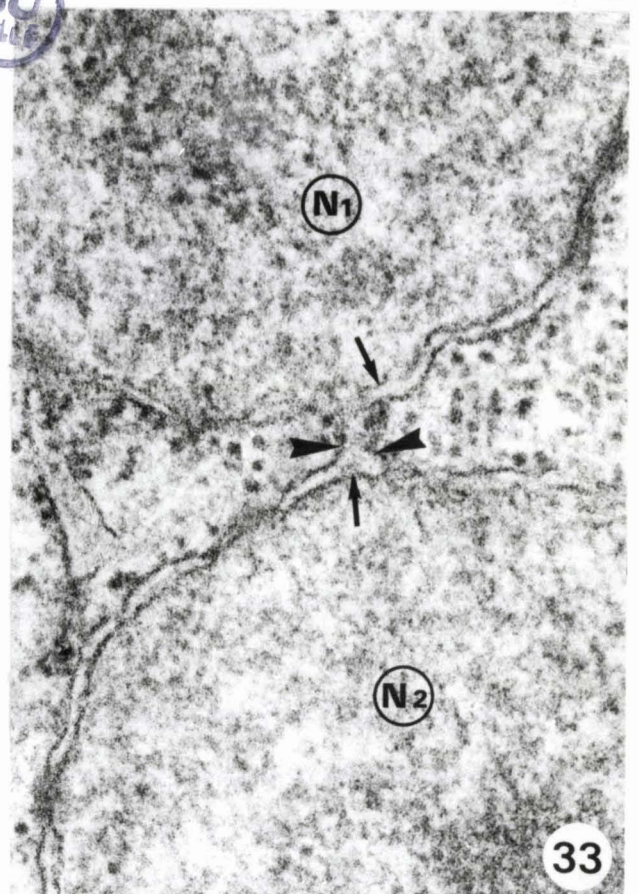
30



31



32



33

BU
Library

PLANCHE IX

Phase de multiplication des mérontes : la caryocinèse

Fig. 34 - Division nucléaire de type cryptomitose acentriolaire au stade pseudo-métaphase. L'enveloppe nucléaire (en) persiste et les microtubules fusoriaux (mtf), en relation avec les deux lots de chromatides (ch), divergent à partir de deux formations appelées plaques polaires (pp)

X 34350

Fig. 35 - Les deux plaques polaires (pp), d'abord jointives et induisant chacune la formation d'un hémifuseau dont les microtubules (mtf) se mettent en relation avec l'un des deux lots de chromatides (ch), vont s'écarter l'une de l'autre et gagner les pôles opposés du noyau.

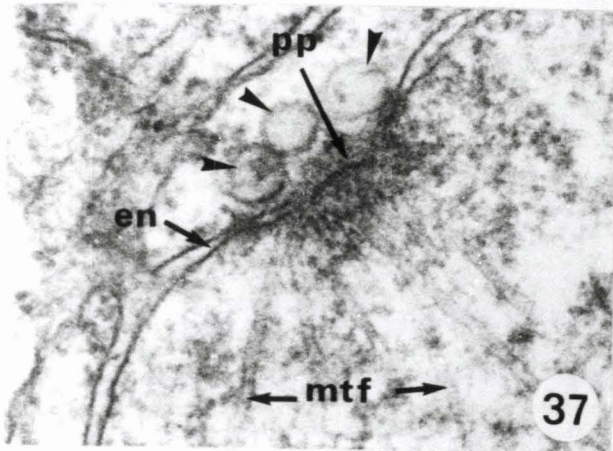
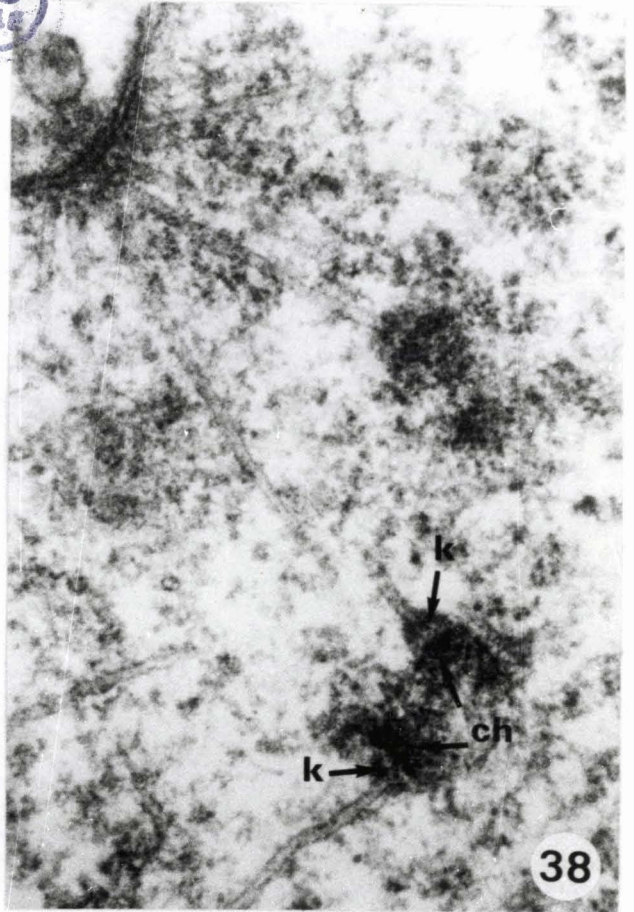
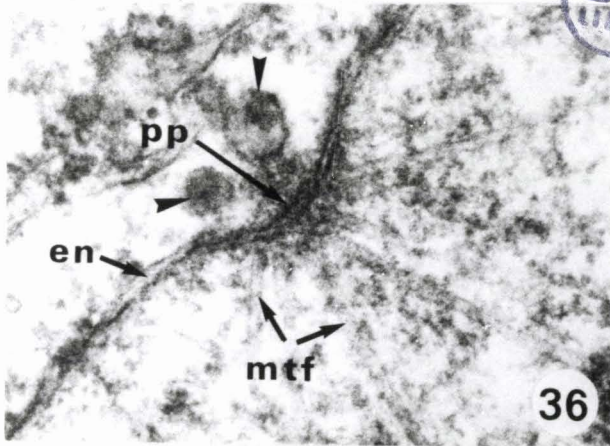
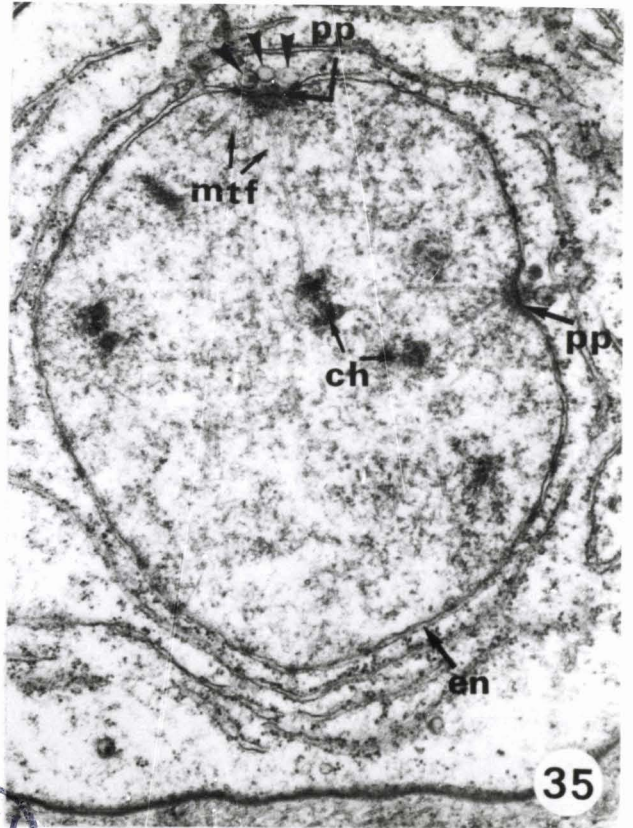
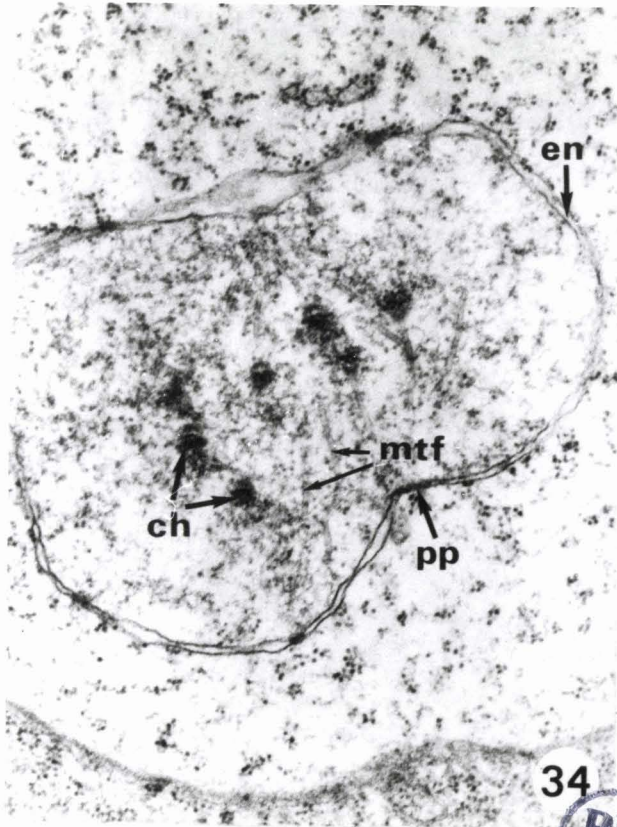
X 24050

Figs. 36,37 - Les plaques polaires (pp), placées sur l'enveloppe nucléaire (en) au niveau d'une petite dépression paraissent constituées de deux épaissements membranaires. De part et d'autre de chaque plaque, il existe du matériel dense sur lequel, du côté interne, prennent appui les microtubules fusoriaux (mtf) et se trouvent, du côté externe, des petites vésicules généralement au nombre de trois.

X 82450 - X 86000

Fig. 38 - Microtubules chromosomiques rattachés aux chromatides (ch) au niveau des kinétochores (k).

X 82450



BU
LIBRARY

PLANCHE X

Phase de multiplication des mérontes : la cytodiérèse

Fig. 39 - La cytodiérèse, qui intervient après la caryocinèse, est marquée par l'allongement du plasmode à deux diplocaryons et se fait par étranglement médian du cytoplasme (index).

X 13100

Sporogonie : les sporontes

Figs. 40,41 - Sporonte de forme plus ou moins ovoïde, limité par une membrane plasmique (mp) recouverte en certains endroits (index) par un dépôt discontinu externe de matériel dense. Le cytoplasme, riche en réticulum endoplasmique (re) peut-être en relation avec un amas de petites vésicules (vg). Le diplocaryon est constitué de deux noyaux N1 et N2 étroitement accolés.

X 12850 - X 29800

Fig. 42 - Sporonte en voie de division : stade plasmodial à deux diplocaryons. Le dépôt de matériel dense (index) sur la membrane plasmique se poursuit et devient presque continu.

X 12600

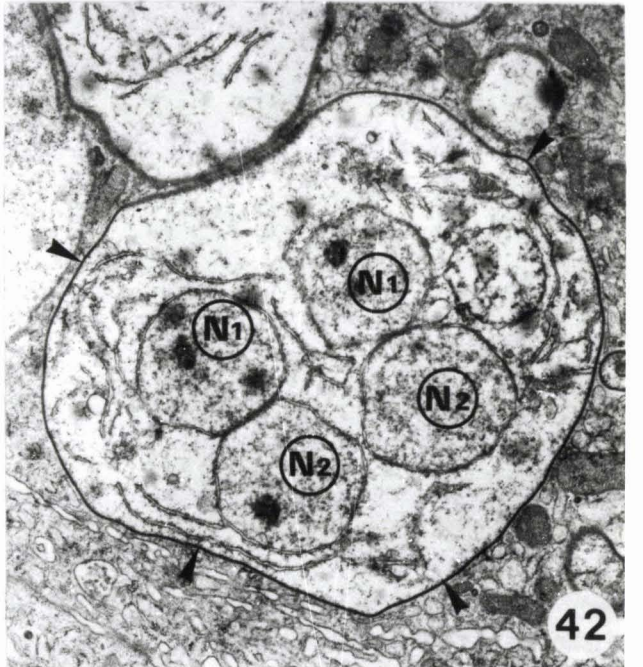
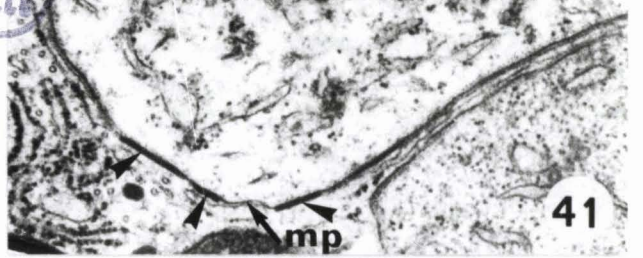


PLANCHE XI

Sporogonie : sporontes en voie de division

Figs. 43,44 - Stade plasmodial à plusieurs noyaux, limité par une membrane plasmique (mp) recouverte en quelques endroits, côté cellule-hôte, par un dépôt de matériel dense (index). On remarquera dans le cytoplasme, la présence de plusieurs amas de petites vésicules (vg).

X 15600 - X 29800

Fig. 45 - Stade plasmodial dont les deux diplocaryons sont alignés suivant le plus grand axe du sporonte. La membrane plasmique (mp) est de plus en plus recouverte par le dépôt discontinu de matériel dense (index).

X 11750

Figs. 46,47 - Stade plasmodial limité par une membrane plasmique presque entièrement recouverte par un dépôt de matériel dense (index). On remarque souvent dans le cytoplasme-hôte près de ce dépôt, la présence de microtubules (mt).

X 15650 - X 44450

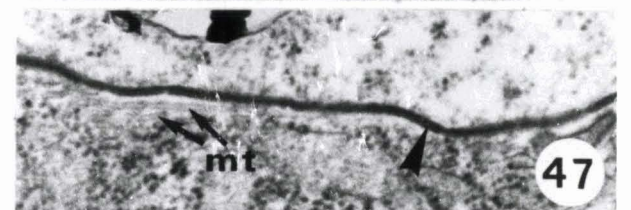
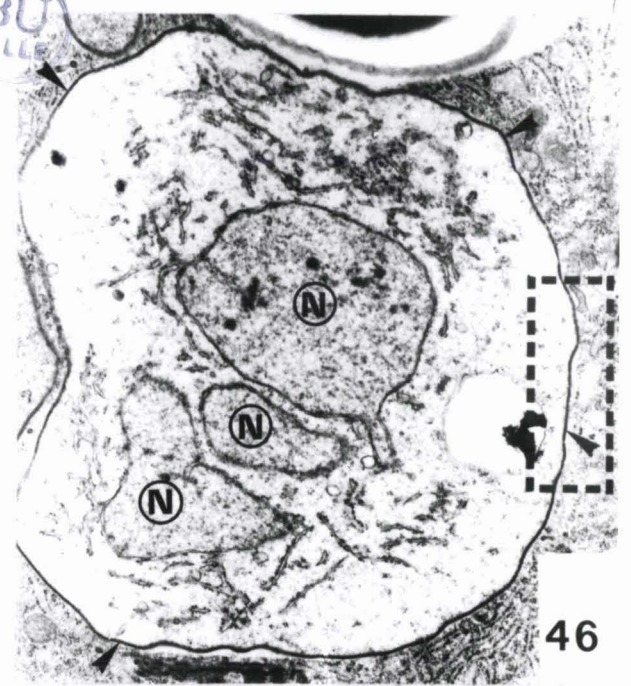
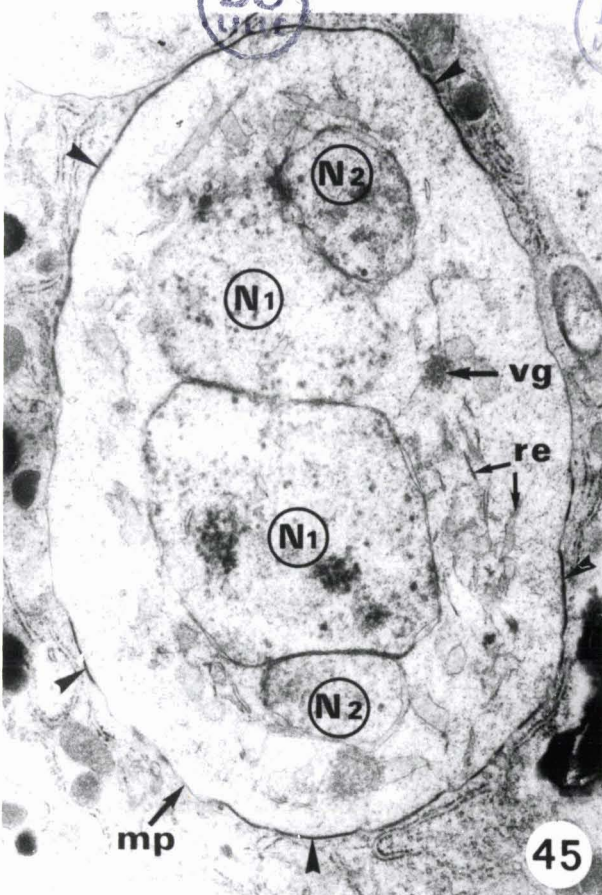
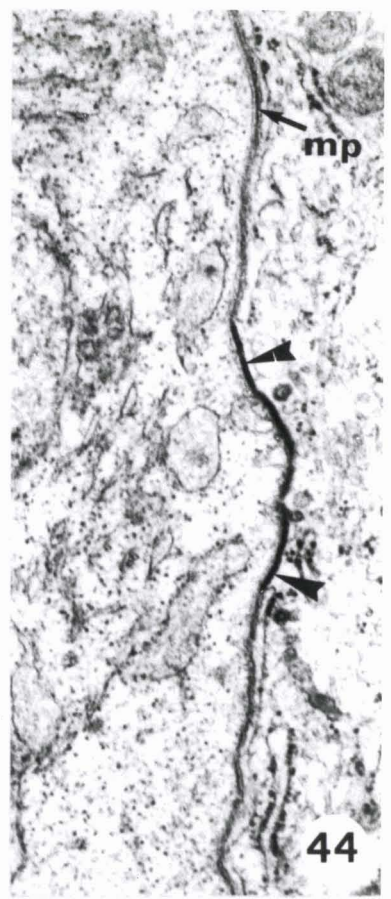
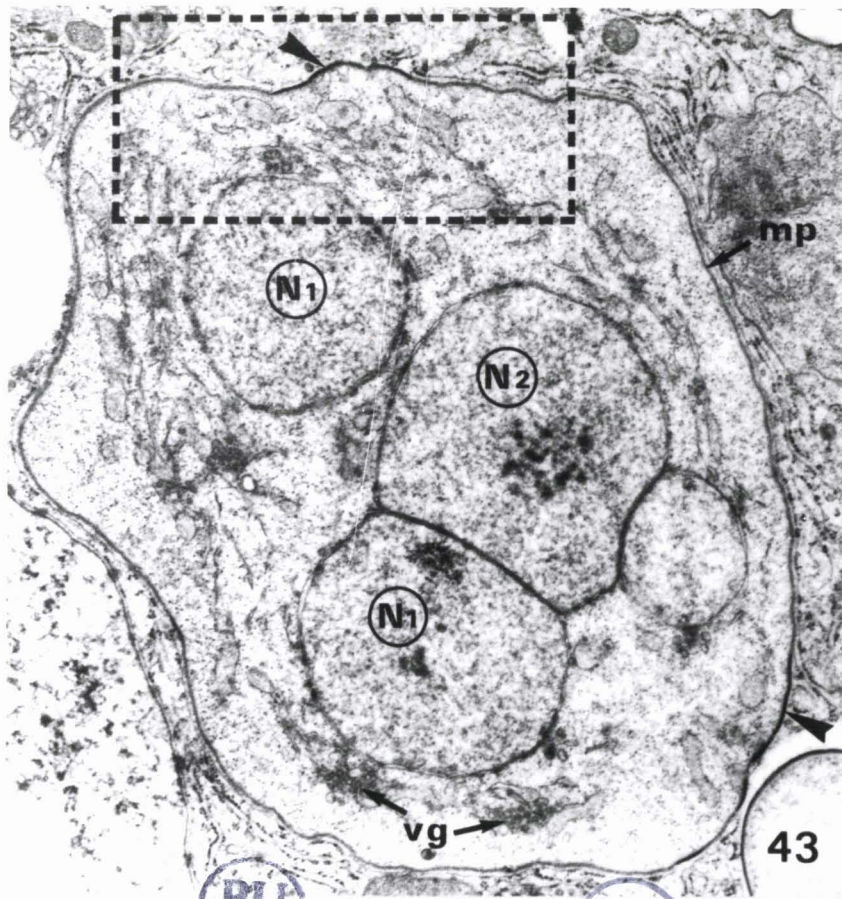


PLANCHE XII

Sporogonie : sporontes en voie de division

Figs. 48, 49 - Stades plasmodiaux à deux diplocaryons, limités par une membrane plasmique totalement recouverte par un dépôt de matériel dense (index). Le cytoplasme est riche en réticulum endoplasmique (re) en relation avec des amas de petites vésicules à contenu plus dense (vg). On notera également la présence d'une vacuole à contenu plus ou moins clair (v).

X 20100 et (X 44450) - X 20700 et (X 32000)

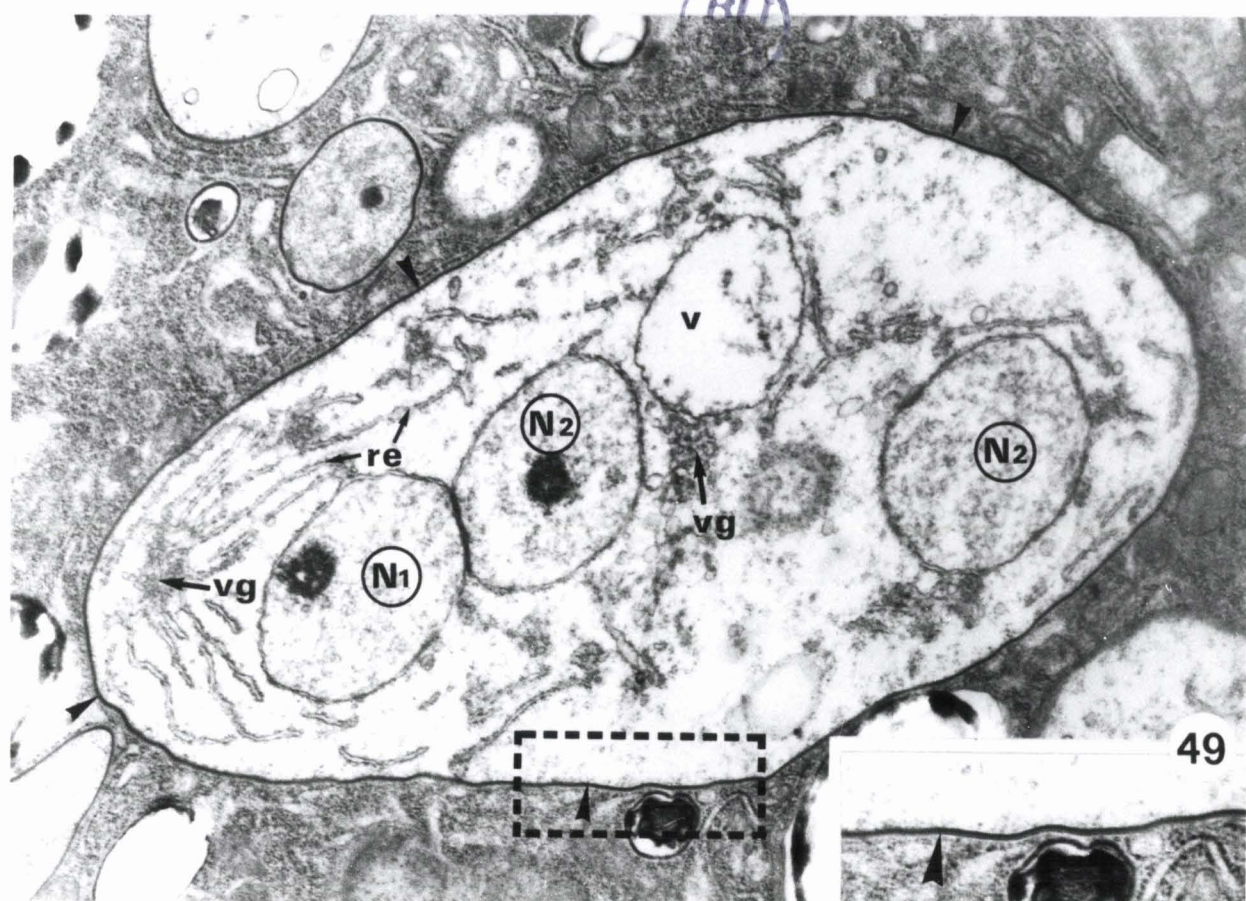
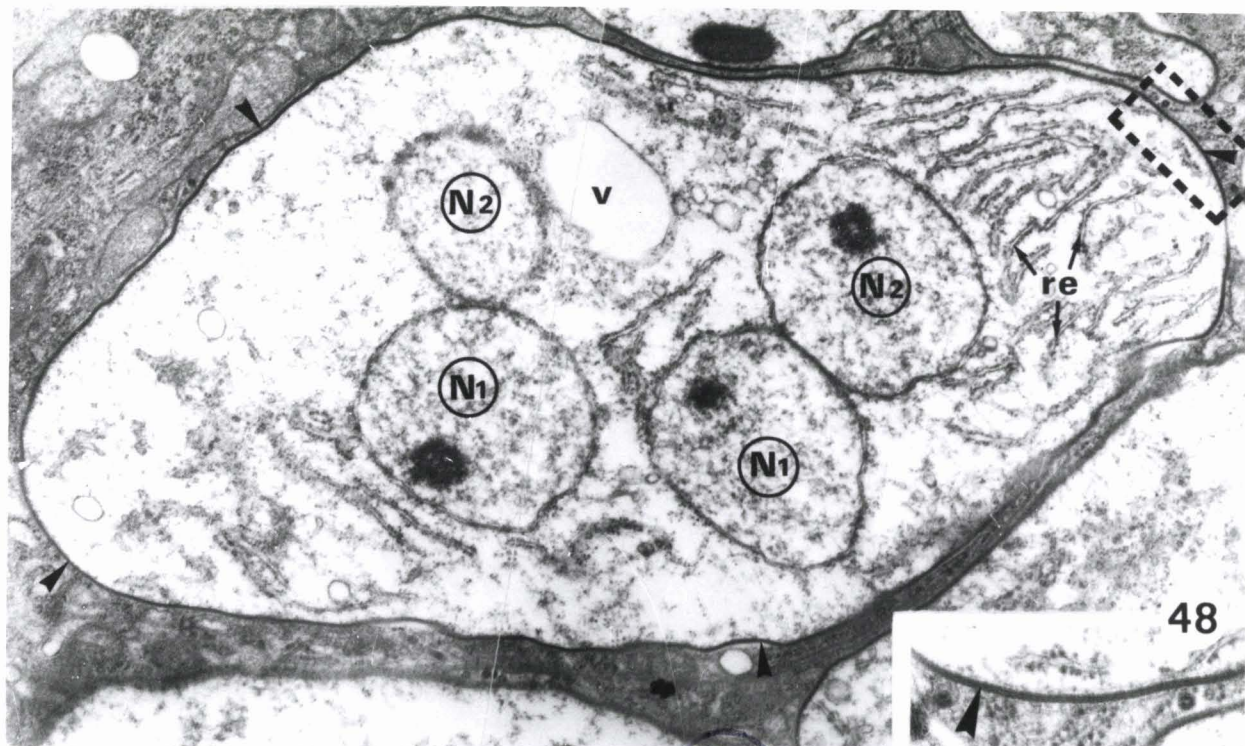


PLANCHE XIII

Sporogonie : les sporoblastes et la transformation sporoblastique

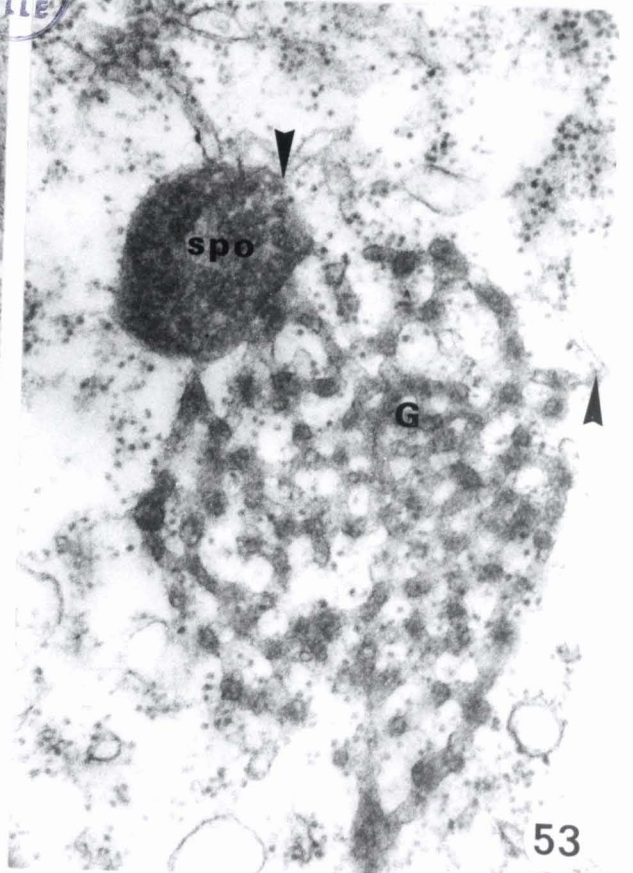
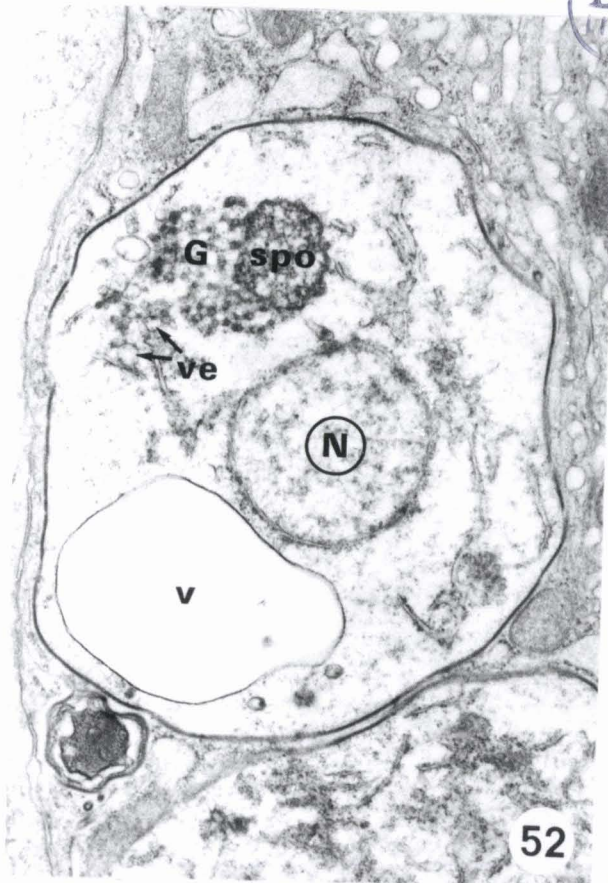
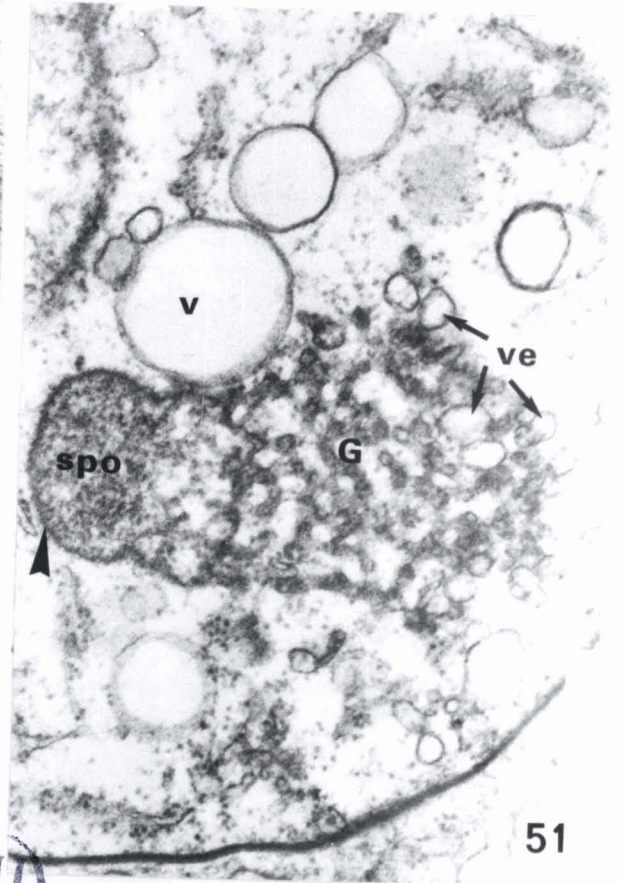
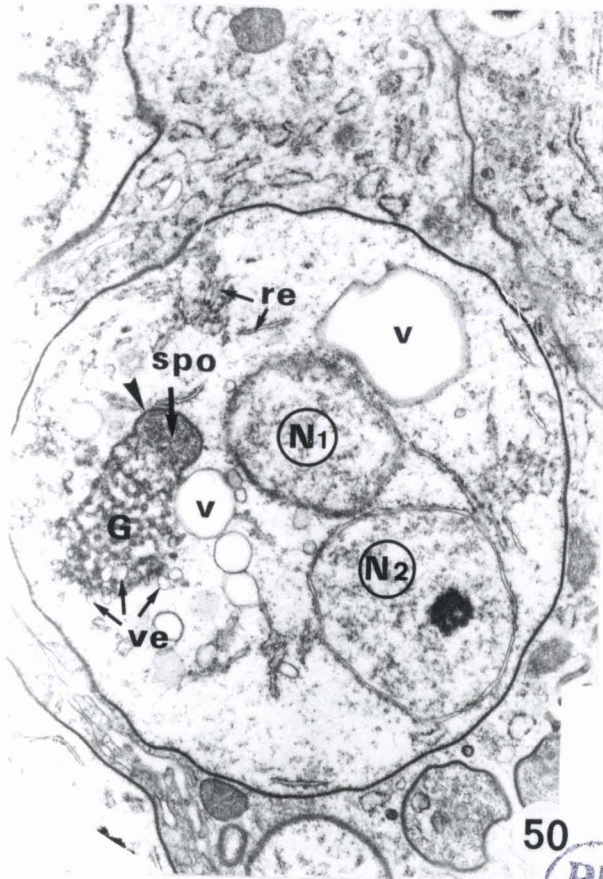
Formation du sac polaire

Figs. 50,51,52 - Dans le jeune sporoblaste, l'élaboration du filament polaire débute par la formation d'une structure nouvelle, le sac polaire (spo), à contenu moyennement dense et en partie limité d'un côté par une membrane unitaire (index) et ouvert, du côté opposé, sur un amas de vésicules golgiennes (G) anastomosées et à contenu dense. Parmi celles-ci on peut observer des vésicules plus claires (ve) de taille légèrement plus grande. Dans le cytoplasme se trouvent également une ou plusieurs vacuoles (v) de taille variable.

X 16600 - X 48100 - X 20100

Fig. 53 - Des relations sont possibles entre le réticulum endoplasmique et le sac polaire (spo) d'une part, et les vésicules golgiennes (G) d'autre part (index).

X 71000



BU
LITTLE

PLANCHE XIV

Sporogonie : les sporoblastes et la formation du filament polaire

Figs. 54,55 - Le sac polaire (spo) va très vite migrer à un pôle du sporoblaste (futur pôle apical de la spore), tandis qu'au pôle opposé va se former une autre structure dense paraissant également en relation avec les vésicules golgiennes (G) et qui pourrait être à l'origine de la vacuole postérieure (vp).

X 19650 - X 18500

Fig. 56 - Formation du filament polaire (FP) à la périphérie de l'amas de vésicules golgiennes (G) anastomosées. Parfois certaines sections (index) comportent plusieurs zones centrales denses. A côté des vésicules golgiennes on remarque aussi la présence d'un granule dense (flèche).

X 26000

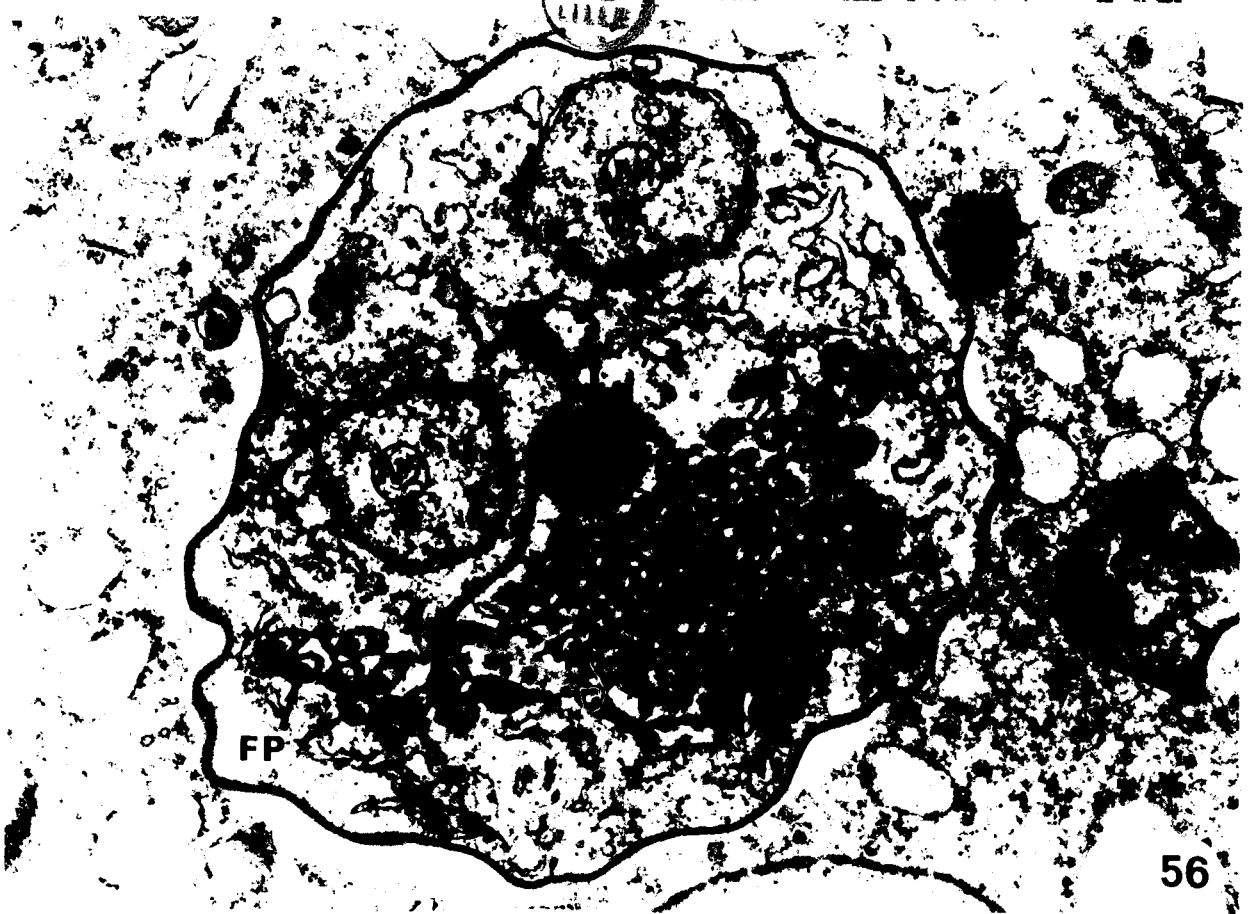


PLANCHE XV

Sporogonie : les sporoblastes et la formation du filament polaire

Fig.57. - Le filament polaire (FP) se forme par juxtaposition et coalescence des vésicules golgiennes (G) qui sont en rapport étroit avec les zones externe et centrale ou axiale denses du filament. Certaines sections, de diamètre réduit et dépourvues d'axes centraux sont parfois accolées à des sections typiques; d'autres, de diamètre plus important comportent plusieurs axes centraux denses (index).

X 27650

Fig.58 - Les vésicules golgiennes (G) anastomosées peuvent former un réseau à mailles plus ou moins hexagonales (index) rappelant les rayons des abeilles. Souvent un granule dense (flèche) est présent près de ces vésicules.

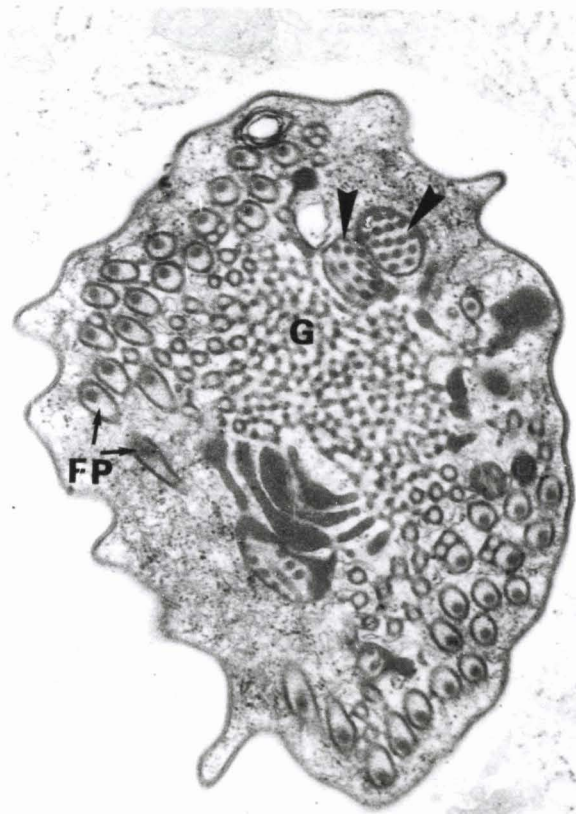
X 22550

Fig. 59 - Pour former le filament polaire (FP), les vésicules golgiennes (vg) peuvent aussi se disposer en une sorte de manchon cylindrique dense englobant une zone centrale axiale également dense.

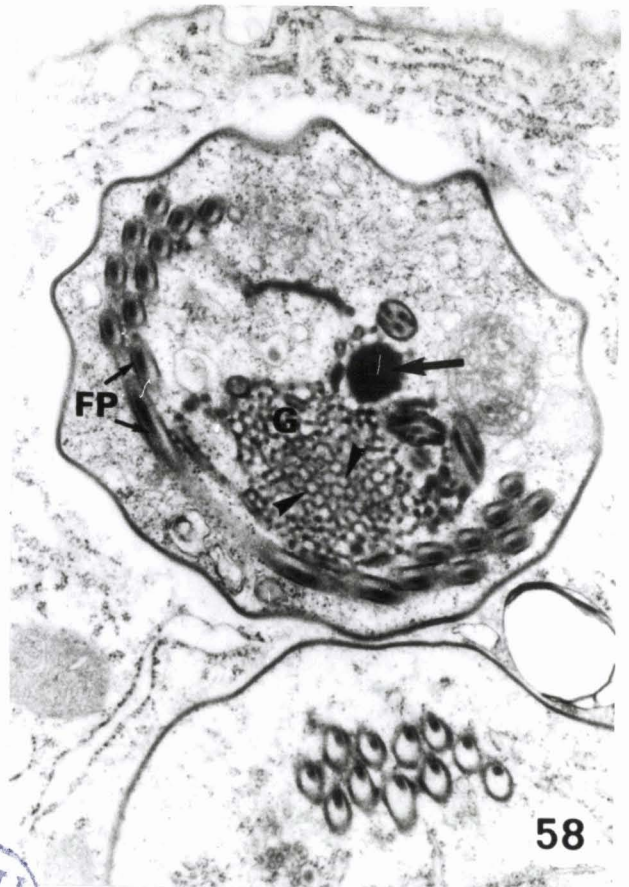
X 40350

Fig. 60 - Le filament polaire (FP) peut avoir l'aspect de deux cylindres emboîtés l'un dans l'autre et séparés par une zone claire. Il paraît alors constitué de trois zones : une zone externe dense (ze), une zone moyenne claire (zm) et une zone centrale axiale dense (zc).

X 40800

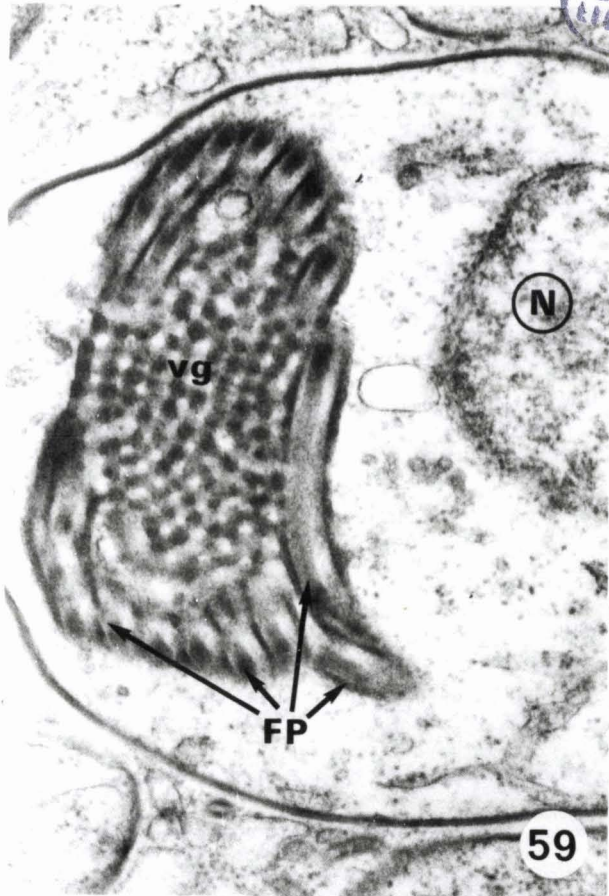


57

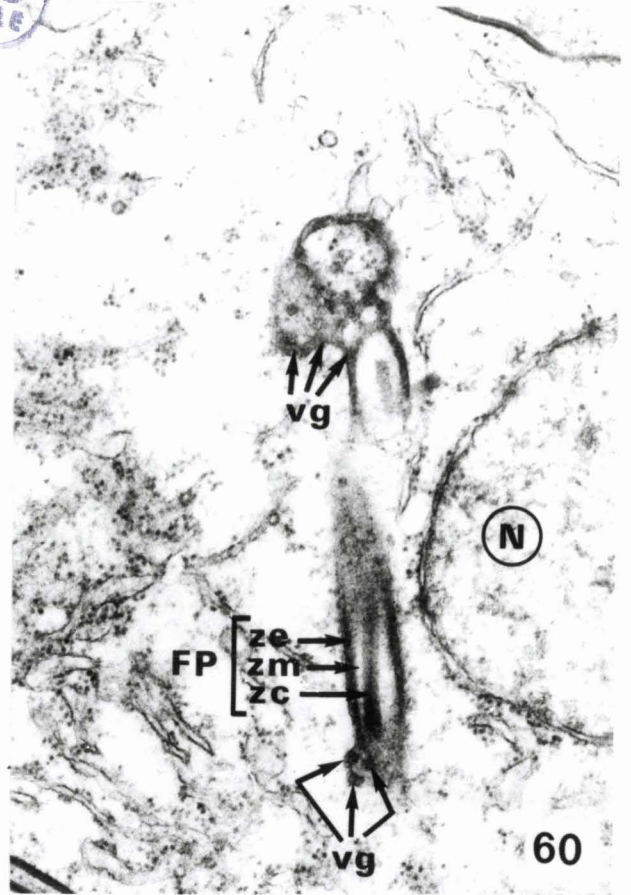


58

BU
FILE



59



60

PLANCHE XVI

Sporogonie : les sporoblastes et la formation du filament polaire

Fig. 61 - Le filament polaire (FP) se formant par coalescence des vésicules golgiennes (G) apparaît constitué de trois zones : une zone externe dense (ze) limitée par une membrane, une zone moyenne claire (zm) et une zone centrale dense excentrée (zc). La paroi (P) du sporoblaste commence à s'épaissir.

X 52900

Cryofracture

Figs. 62, 63, 64 - La face de fracture E de la membrane du filament polaire (mFP) présente beaucoup plus de particules intramembranaires que la face P. Des particules sont également observées au niveau de la zone externe (ze) et de la zone centrale (zc) du filament (FP) tandis que la zone moyenne (zm) en semble pratiquement dépourvue.

X 33100 - X 58000 - X 58000

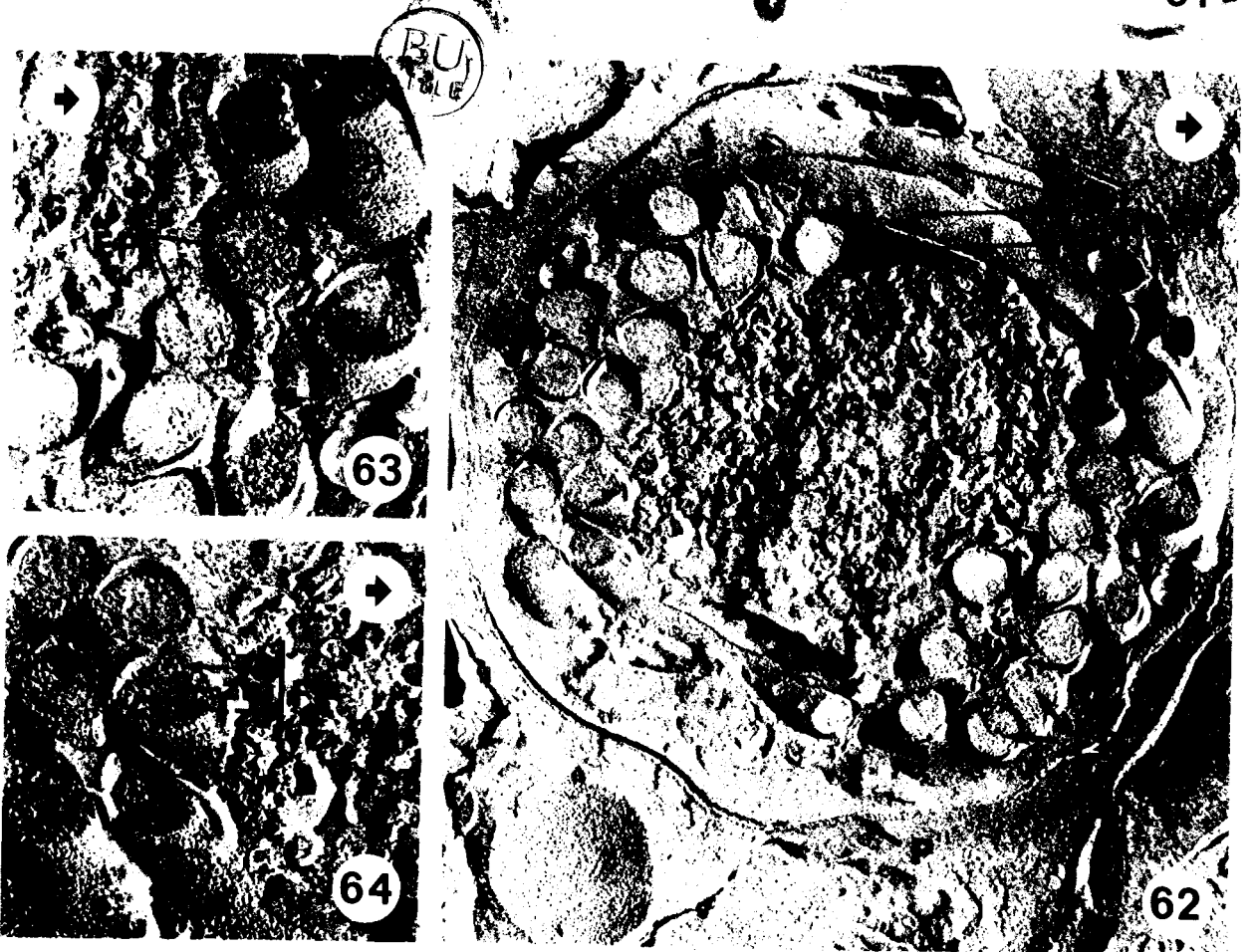
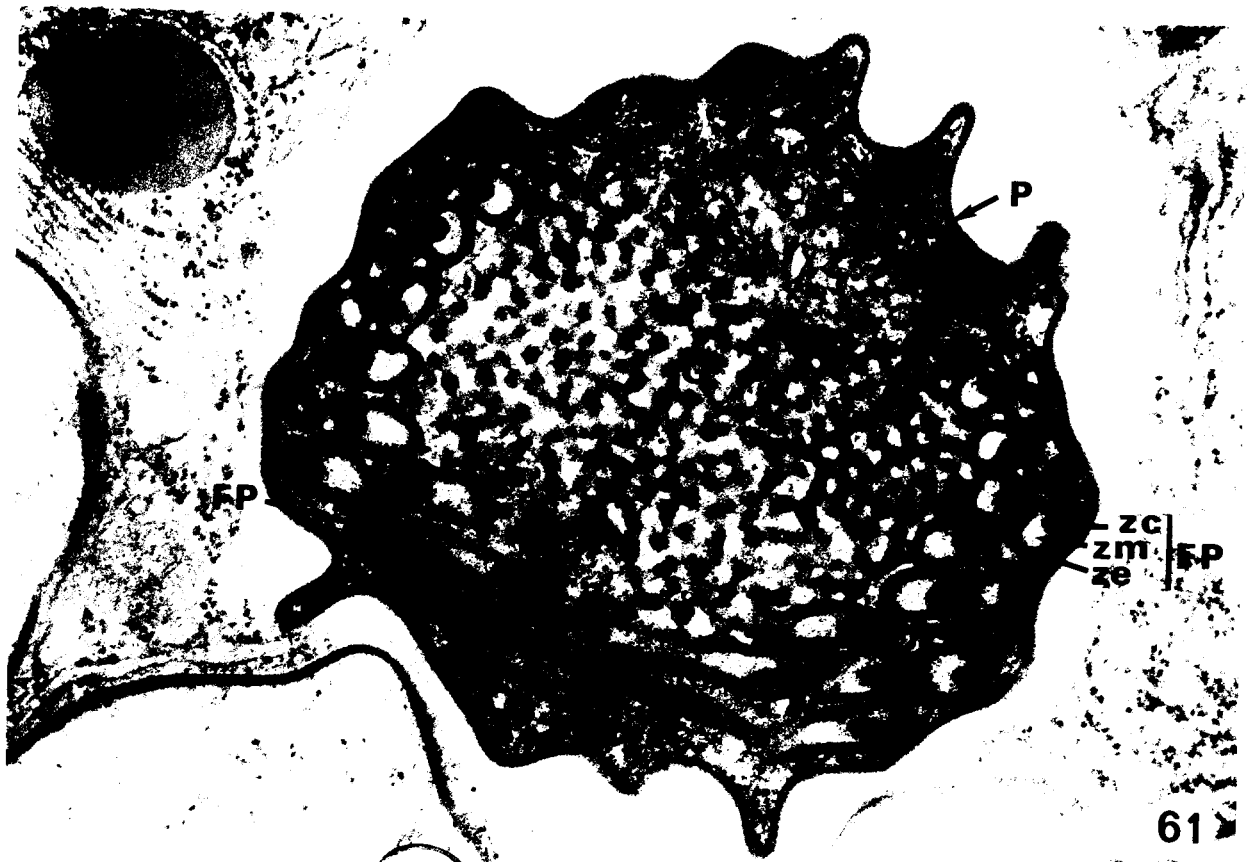


PLANCHE XVII

Sporogonie : les sporoblastes et la formation du filament polaire

Figs. 65, 66 - Lors de l'élaboration du filament polaire (FP), il est parfois possible d'observer parmi les vésicules golgiennes (vg) des petites vésicules claires (index) de taille variable et d'origine énigmatique.

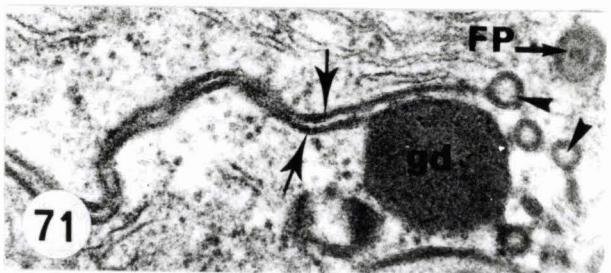
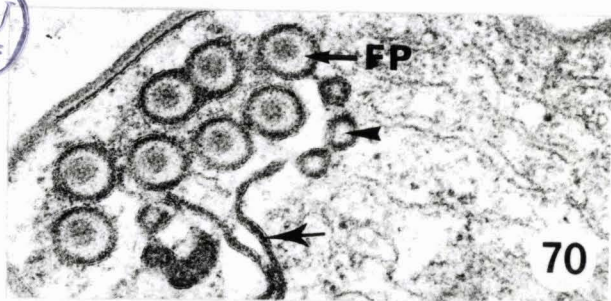
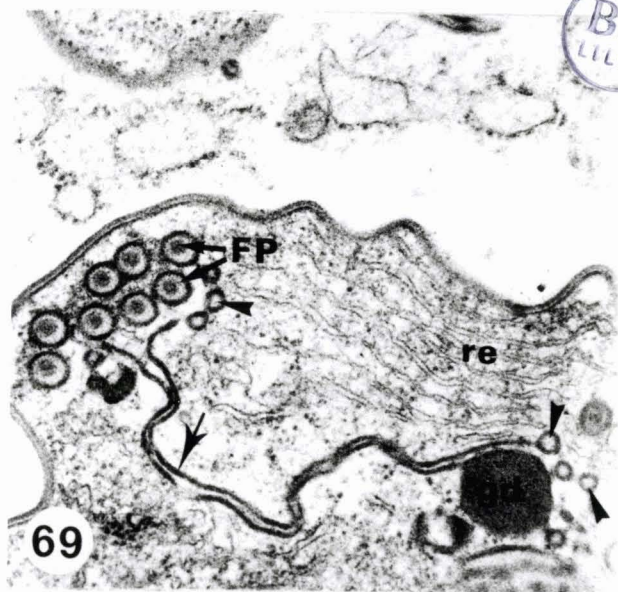
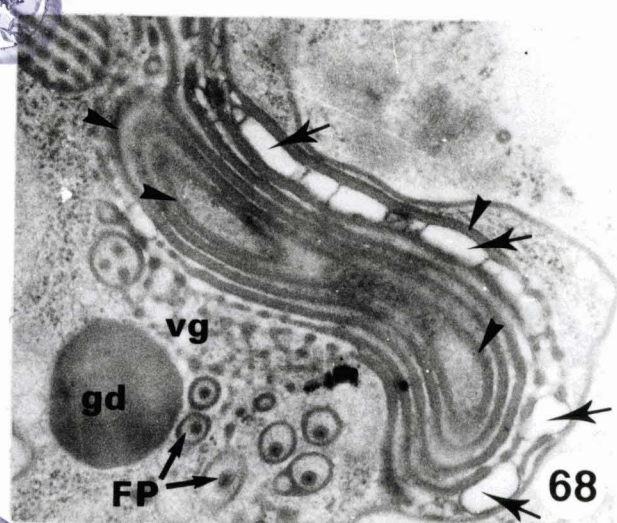
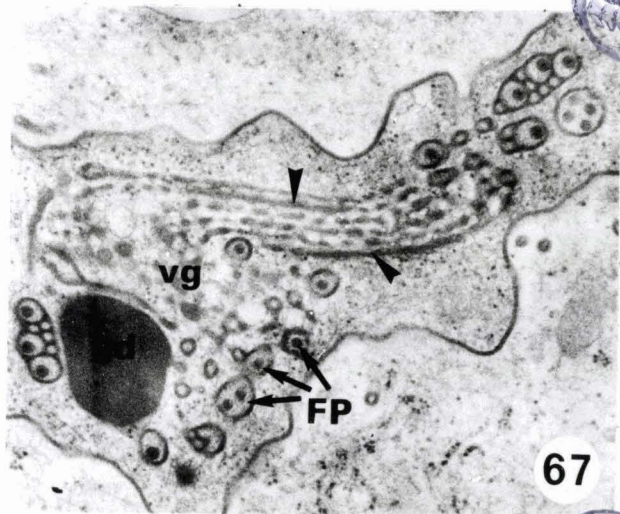
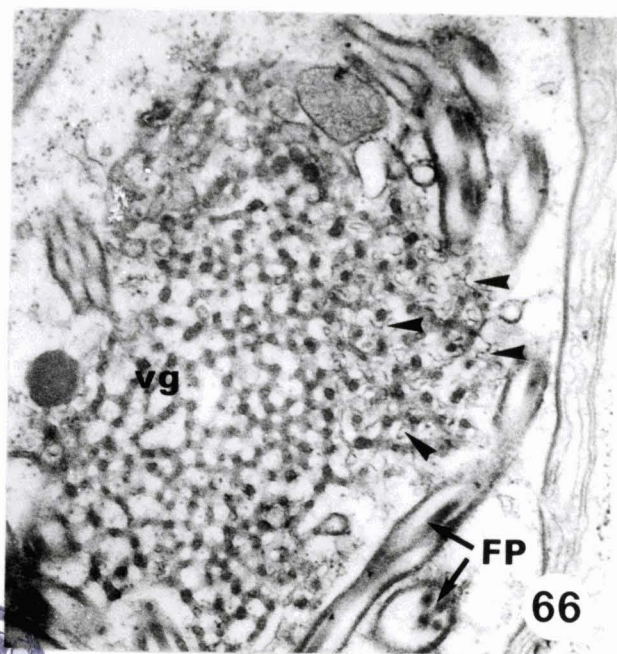
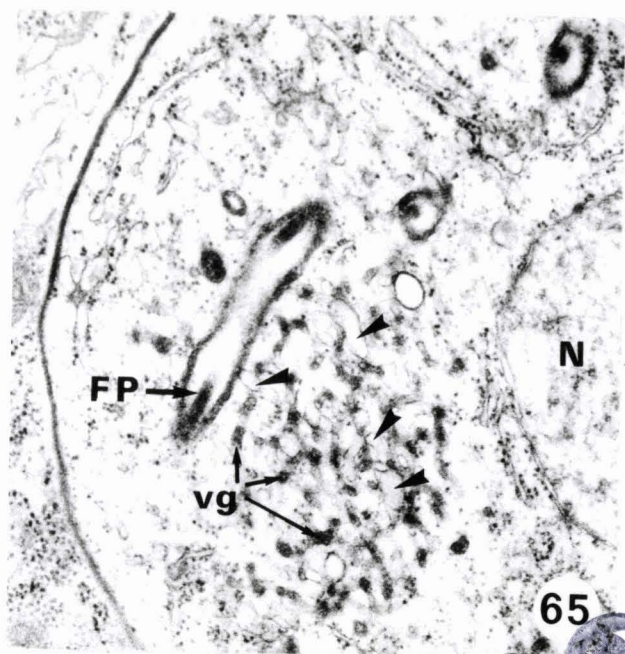
X 35400 - X 33200

Figs. 67, 68 - Les vésicules golgiennes (vg) peuvent aussi provenir de longs saccules aplatis (index) à contenu dense, empilés les uns sur les autres (fig.67) ou même disposés de façon concentrique (fig.68). Ces saccules paraissent parfois séparés de vésicules claires (flèches, fig.68). On observe également la présence de granules denses (gd).

X 35100 - X 46800

Figs.69, 70, 71 - Parfois de longs saccules très aplatis et à contenu dense (flèches) peuvent donner naissance à leurs extrémités, soit à un granule dense (gd), soit à des "vésicules" de taille variable (index) à centre clair et à périphérie dense limitée par une membrane, suggérant ainsi une section de filament polaire, de diamètre réduit et dépourvue de zone centrale.

X 44000 - X 67500 - X 67500



BU
LILLE

BU
LILLE

PLANCHE XVIII

Sporogonie : les sporoblastes et la formation du filament polaire

Fig. 72 - Formation du filament polaire (FP). Parfois des sections de filament avec plusieurs zones centrales denses (index) ou une "petite vacuole" (flèche) contenant plusieurs petits granules denses rappelant cette zone centrale, peuvent être observées.

X 16700

Figs. 73, 74, 75 - Pendant son élaboration, le filament polaire (FP) est souvent en relation, soit immédiatement sous le sac polaire (spo), soit vers son extrémité distale, avec une grande vacuole à contenu clair (v). La fig.73 montre aussi la présence d'une vacuole en relation avec le réticulum endoplasmique (flèche).

X 20900 - X 32700 - X 32400





72



73



74



75

BU
CYLES

PLANCHE XIX

Sporogonie : insertion du filament polaire sur le sac polaire

Figs. 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83 - Au début de sa formation le contenu du sac polaire (spo) est relativement peu dense (figs.76,77), mais au fur et à mesure de la transformation sporoblastique, cette densité deviendra de plus en plus importante (figs.78 à 83). Très tôt, il est possible de distinguer trois zones au niveau de ce sac polaire (figs.79,81,82,83) : une zone périphérique plus dense (1) et une zone interne (3) constituée par l'extrémité proximale renflée de la partie centrale dense du filament polaire (FP), séparées par une mince zone centrale (2) plus claire. La membrane limitante externe du filament polaire est en continuité avec celle du sac polaire (figs.80,81,index). La partie périphérique dense du filament, sous-jacente à la membrane unitaire, pénètre dans le sac polaire pour constituer une sorte d'anneau basal stratifié ou "charnière" (c) (figs.80,82,83). Puis cet anneau semble "coiffer" la zone 3 et présente alors au minimum cinq densifications (fig.82, flèches).

X 64450 - X 69650 - X 59700 - X 96900 - X 116300 - X 65450 - X

66100

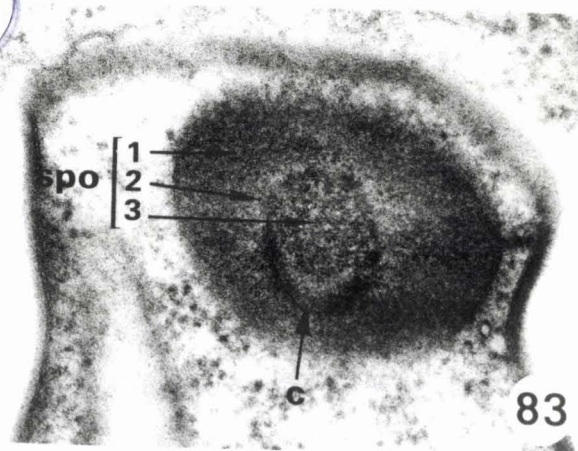
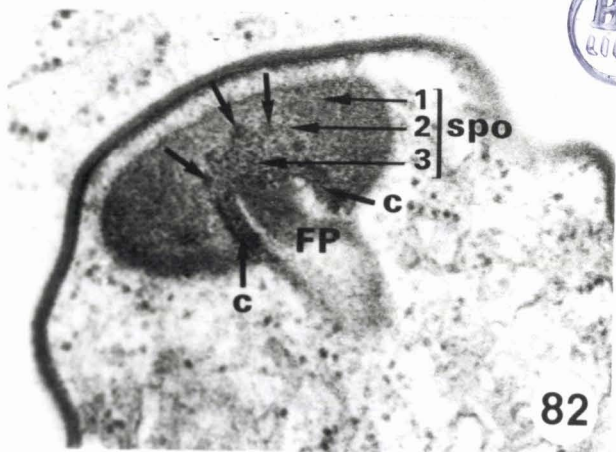
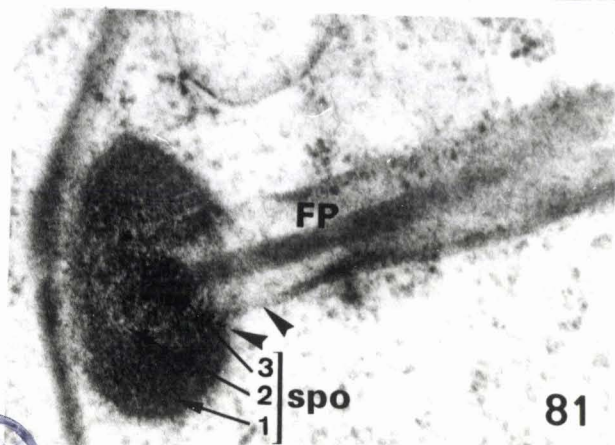
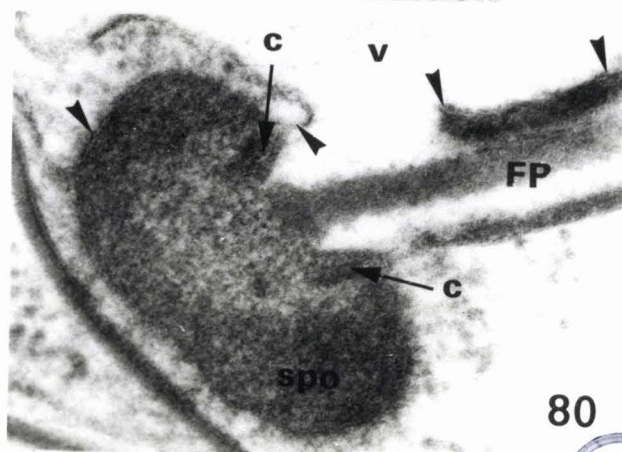
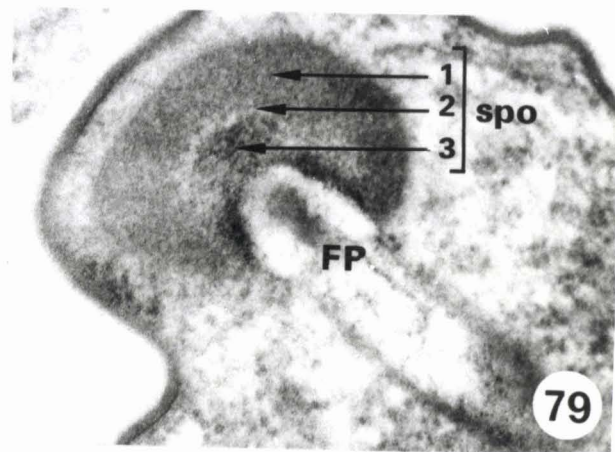
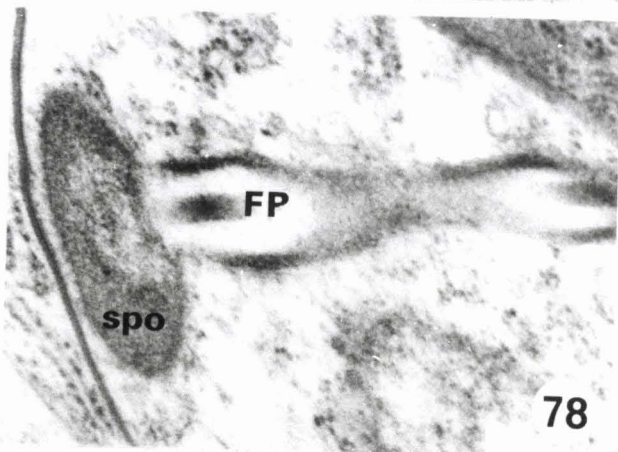
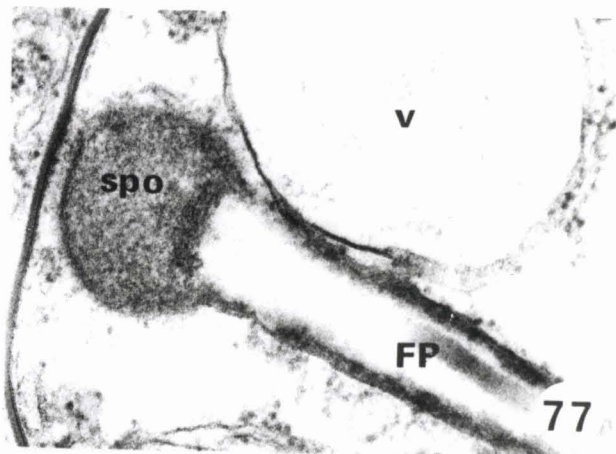
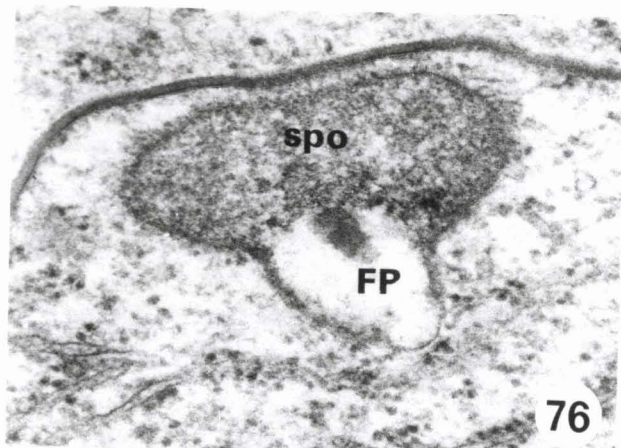


PLANCHE XX

Sporogonie : les sporoblastes

Fig. 84 - Sporoblaste de forme ovoïde très allongée et de contour assez sinueux, limité par une paroi (P) constituée de la membrane plasmique recouverte d'un dépôt de matériel dense. Au pôle apical se trouve le sac polaire (spo) et le cytoplasme de la moitié antérieure est très riche en réticulum endoplasmique (re), tandis que dans la moitié postérieure se trouvent le diplocaryon (N1-N2) et le filament polaire (FP) en cours d'élaboration.

X 21900

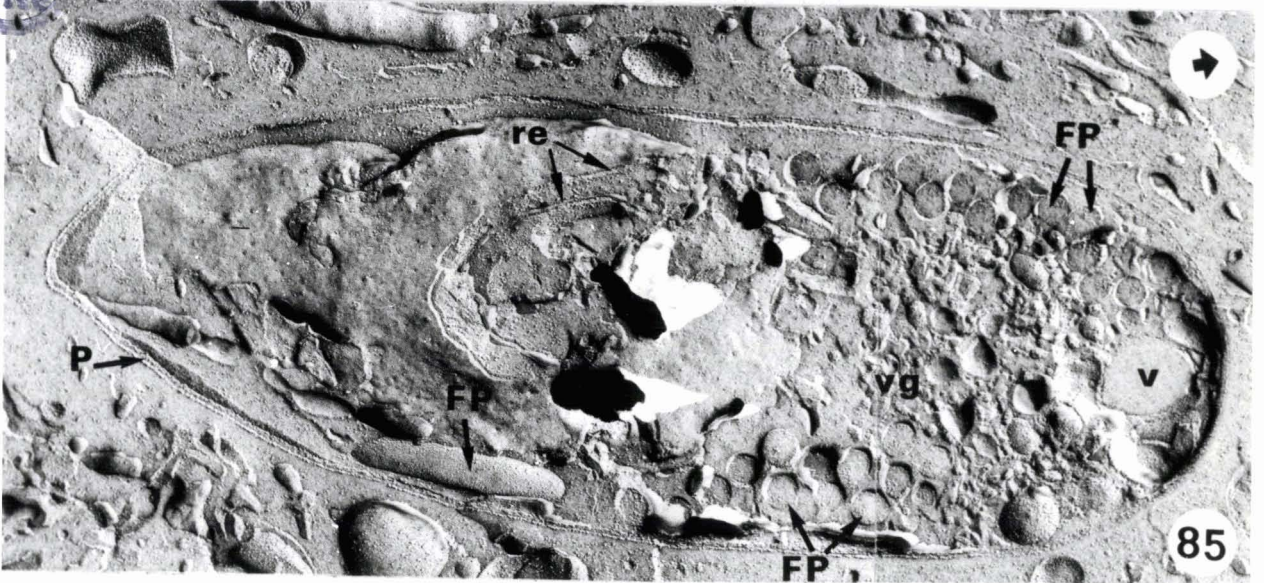
Fig. 85 - La cryofracture révèle exactement les mêmes structures que sur la figure précédente.

X 24600





84



85

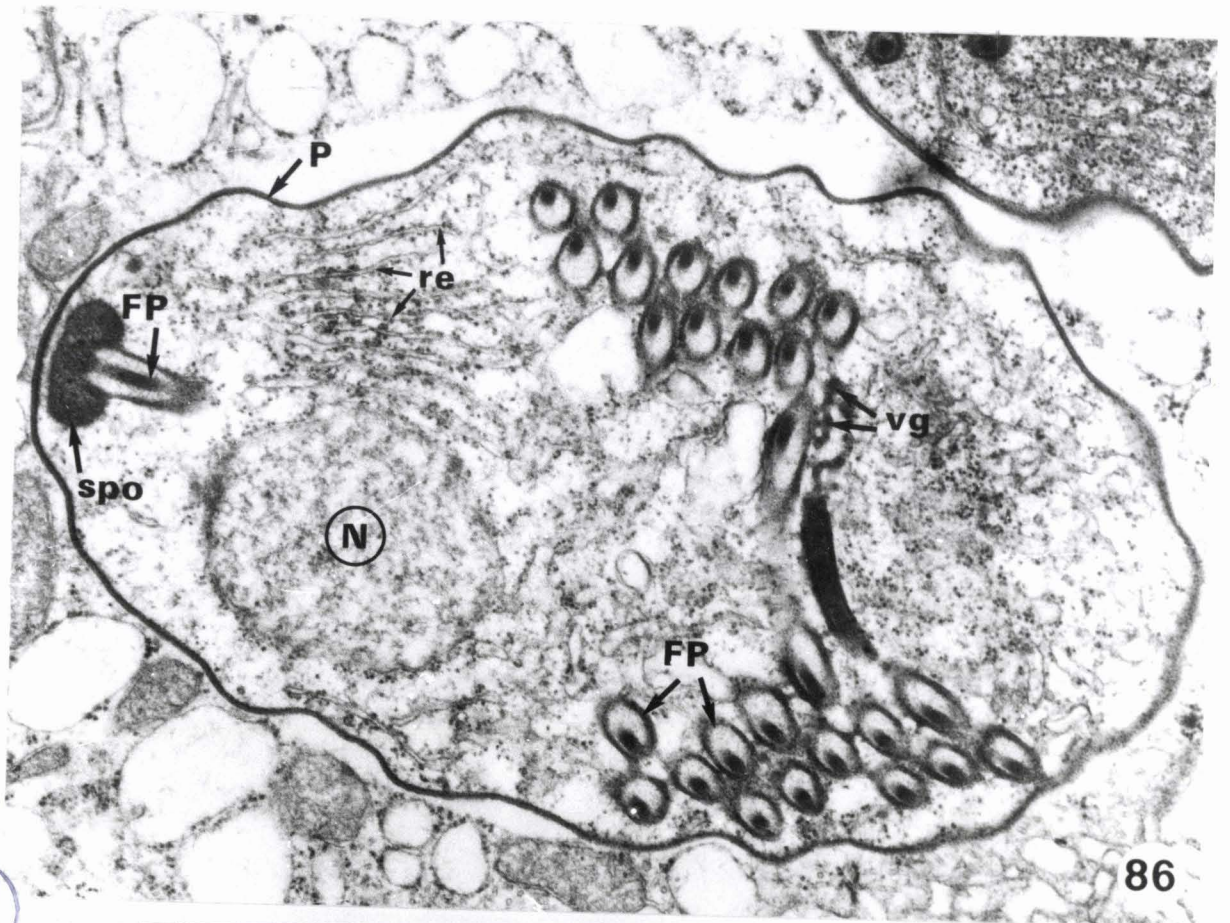
FIGURE XXI
Sporogonie : les sporoblastes

Fig. 86 - Sporoblaste toujours de forme ovoïde avec, au pôle apical, le sac polaire (spo) sur lequel s'insère le filament (FP) et, dans le cytoplasme de la partie antérieure, du réticulum endoplasmique (re) et l'un des deux noyaux du diplocaryon (N). Le filament polaire (FP) en cours de formation se trouve placé latéralement dans la partie médiane et la partie plus postérieure.

X 32900

Fig. 87 - En cryofracture, ces mêmes structures sont observées. La face de la fracture E de la membrane plasmique (EF) porte de nombreuses particules intramembranaires.

X 28000



BU
LILLE

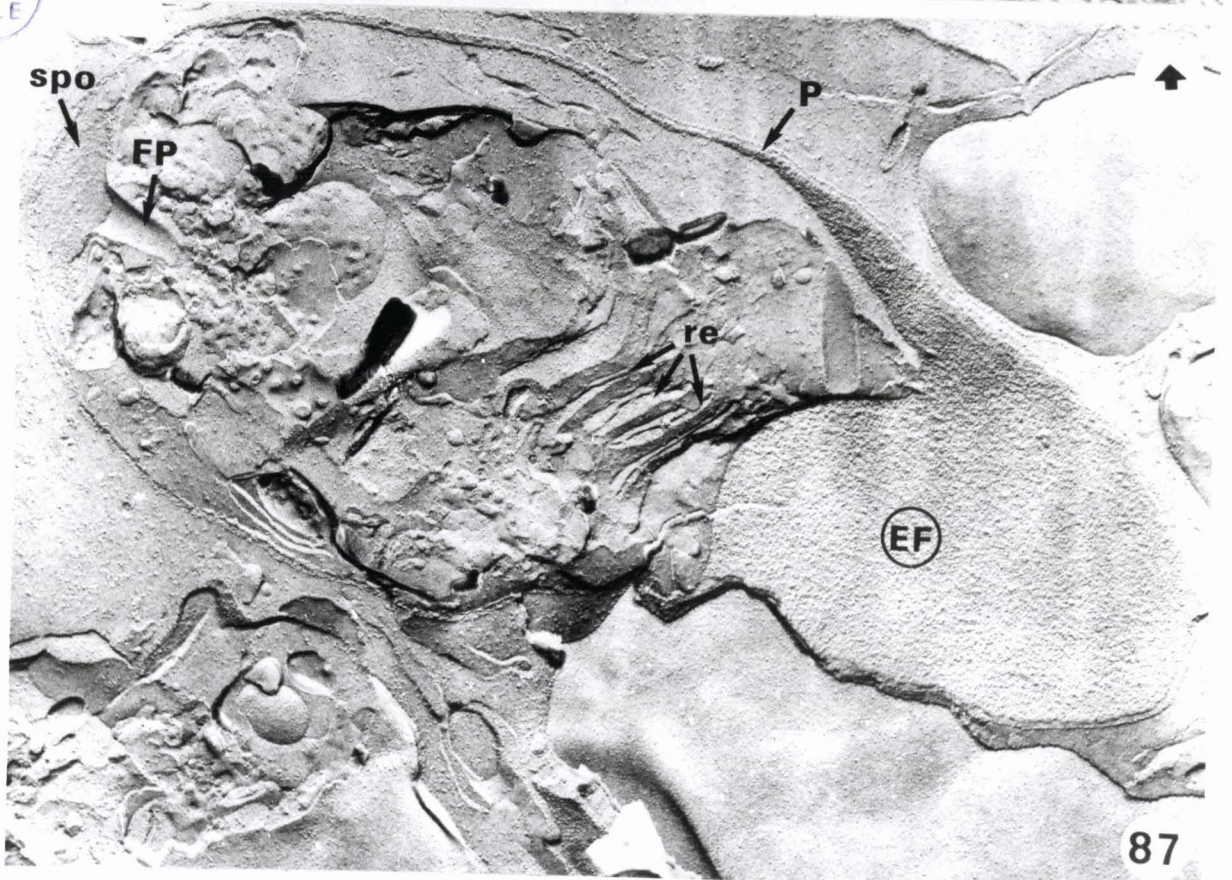


PLANCHE XXII
Sporogonie : les sporoblastes

Cryofracture

Figs. 88, 89 - Jeune sporoblaste. En début de formation le filament polaire (FP) paraît parfois très dilaté en certaines zones. Il est limité par une membrane (mFP) dont les faces de fracture P et E sont peu riches en PIM, celles-ci étant cependant plus nombreuses sur la face E (EF) que sur la face P (PF). Dans le cytoplasme on observe aussi le diplocaryon (N1 -N2) et du réticulum endoplasmique (re). La paroi (P) est caractérisée par des particules paraissant disposées selon approximativement deux rangées.

X 16000 - X 44500

Figs. 90, 91, 92 - Sporoblastes et formation du filament polaire (FP) par coalescence des vésicules golgiennes (vg). Ce filament est toujours constitué des trois zones observées précédemment : une zone centrale excentrée comprenant une dizaine de particules, une zone moyenne dépourvue de particules, et une zone périphérique externe avec quelques particules et limitée par une membrane (mFP) dont la face de fracture E (EF) porte toujours plus de particules que la face P (PF). Dans le cytoplasme on retrouve du réticulum endoplasmique (re) et des vacuoles (v).

X 26850 - X 36300 - X 23000

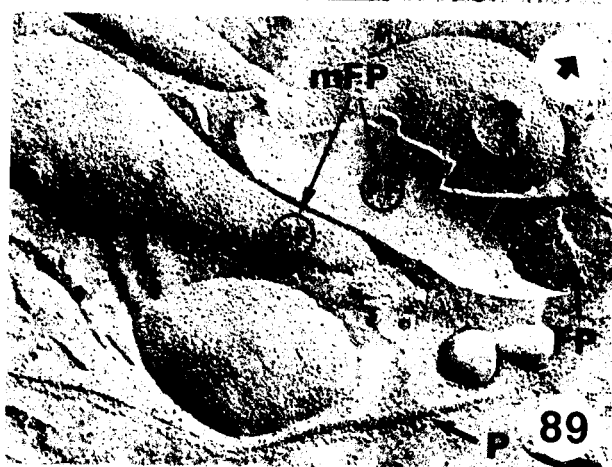
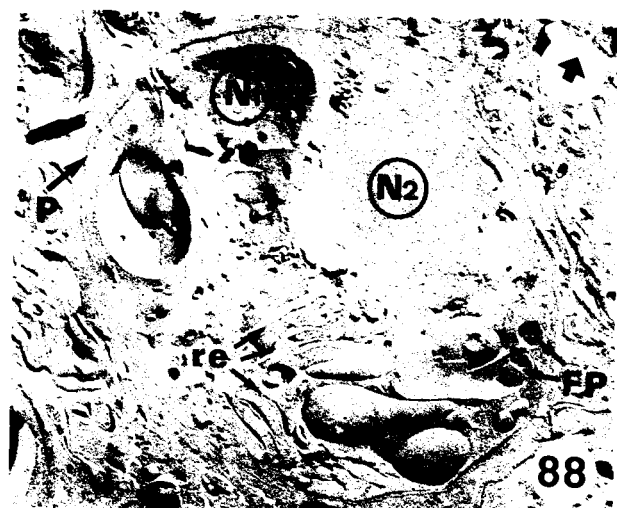


PLANCHE XXIII

Sporogonie : les sporoblastes et la formation du filament polaire et du polaroplaste

Figs. 93, 94 - Formation du polaroplaste lamellaire. Dans le tiers antérieur du sporoblaste, en fin de genèse du filament polaire, apparaissent des vésicules claires plus ou moins allongées (flèches) pouvant provenir du réticulum endoplasmique (re). Ces vésicules, qui viennent se placer soit parallèlement à la partie basale rectiligne du filament polaire (FP), soit perpendiculairement à celui-ci, sous le sac polaire (spo), sont probablement à l'origine du polaroplaste lamellaire. Au niveau de la paroi (P) du sporoblaste, une mince couche claire vient s'intercaler entre la membrane plasmique et le dépôt dense.

X 40300

Figs. 95, 96 - A l'extrémité postérieure du sporoblaste, le filament polaire (FP) est en fin de formation. Parmi les vésicules golgiennes (vg), on observe des vésicules plus claires (index) et des granules denses (flèches). La paroi (P) présente aussi cette mince couche claire observée sur les deux figures précédentes.

X 31500

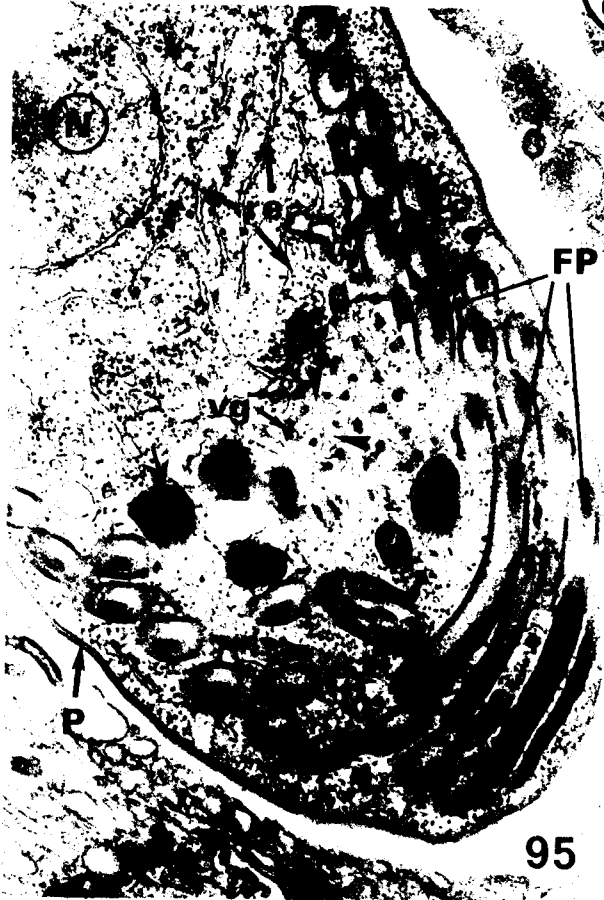


PLANCHE XXIV

Sporogonie : les sporoblastes et la formation du polaroplaste

Cryofracture

Fig. 97 - Le polaroplaste lamellaire (PI) paraît constitué de saccules aplatis empilés les uns sur les autres et limités par une membrane dont la face de fracture P (PF) présente beaucoup plus de particules intramembranaires que la face E (EF). Le polaroplaste vésiculaire (Pv) est également présent. La face de fracture E (EF) de la membrane plasmique porte, à ce stade, de très nombreuses PIM, tandis que le dépôt dense de la paroi (P) apparaît plutôt granulo-fibrillaire.

X 28350

Fig. 98 - Vue apicale du polaroplaste lamellaire (PI). Les saccules aplatis entourent la partie basale rectiligne du filament polaire (FP). Le dépôt dense de la paroi (P) relativement épais, a toujours l'aspect granulo-fibrillaire.

X 45400

Fig. 99 - Chez le sporoblaste plus âgé, les saccules du polaroplaste lamellaire (PI) s'aplatissent de plus en plus. A l'extrémité opposée au pôle apical se trouve la vacuole postérieure (vp) et du réticulum endoplasmique (re) est toujours présent dans le cytoplasme. La face de fracture E (EF) de la membrane plasmique porte toujours de nombreuses PIM.

X 19100

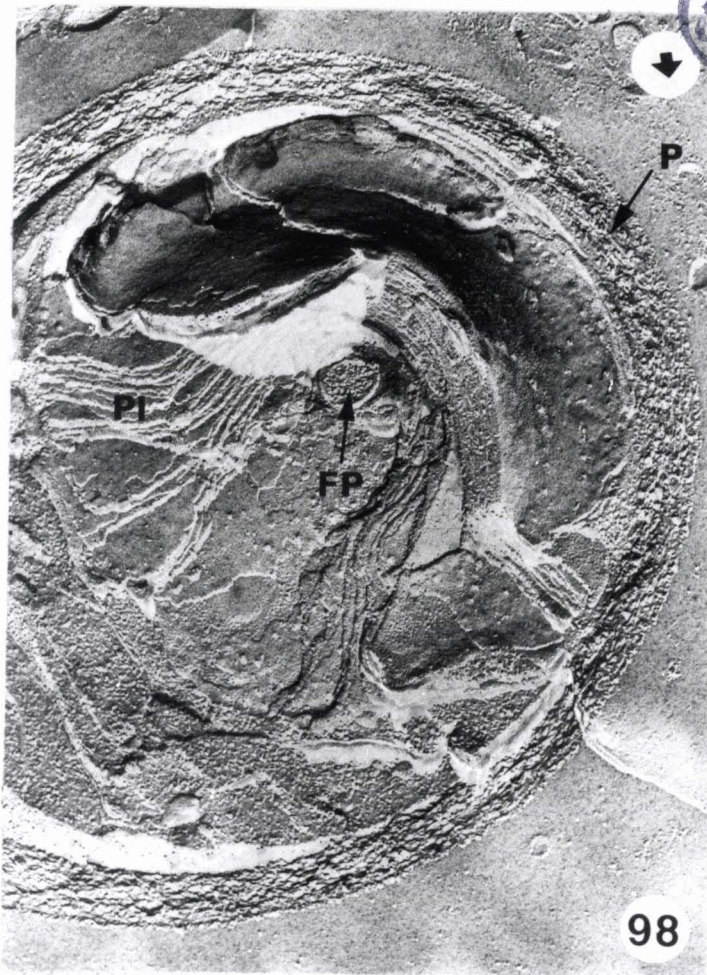
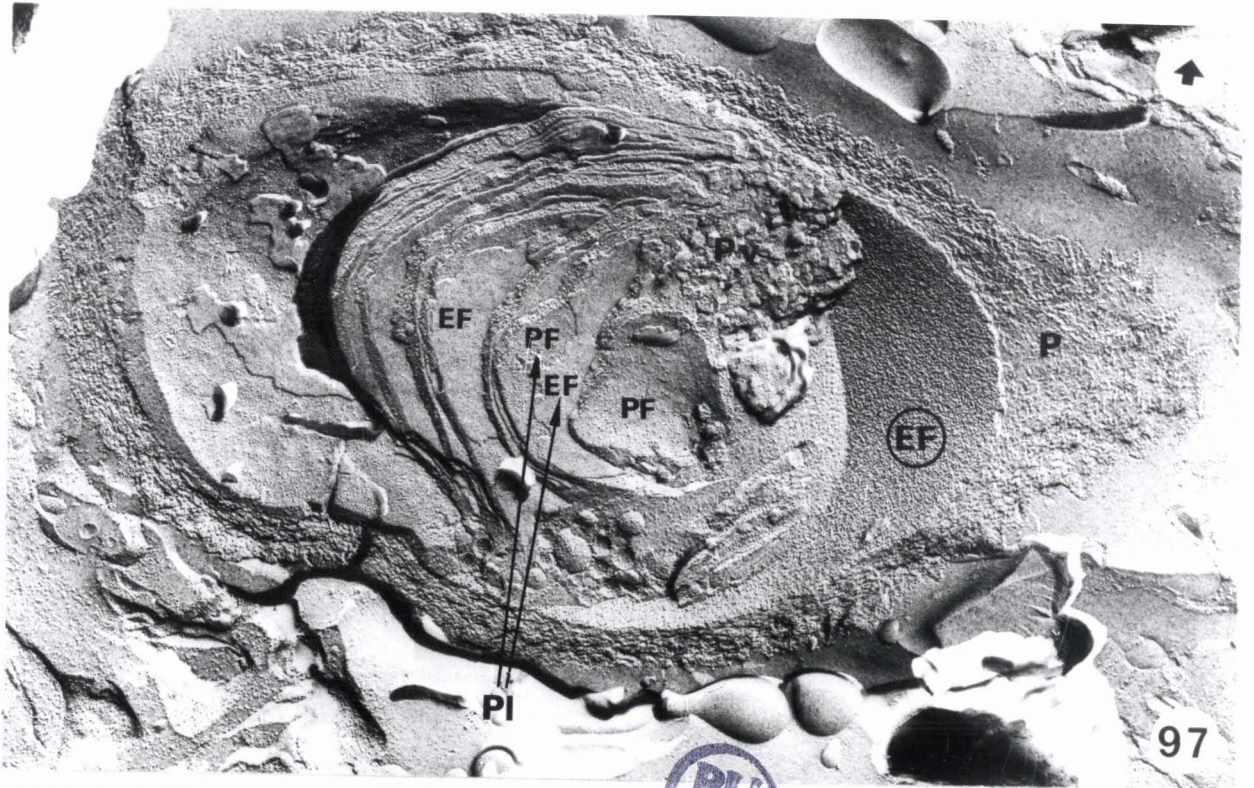


PLANCHE XXV

Sporogonie : la paroi des sporoblastes

Cryofracture

Figs. 100, 101 - Sporoblastes limités par une paroi (P) formée de la membrane plasmique (mp) recouverte par un dépôt de matériel dense de texture granulo-fibrillaire (Ex) qui constituera la couche externe ou exospore (Ex) de la paroi définitive de la future spore. Les deux faces de fracture P et E de la membrane plasmique portent de nombreuses particules intramembranaires uniformément réparties et dont la densité est cependant plus importante sur la face E (EF) que sur la face P (PF).

X 28500 - X 23650



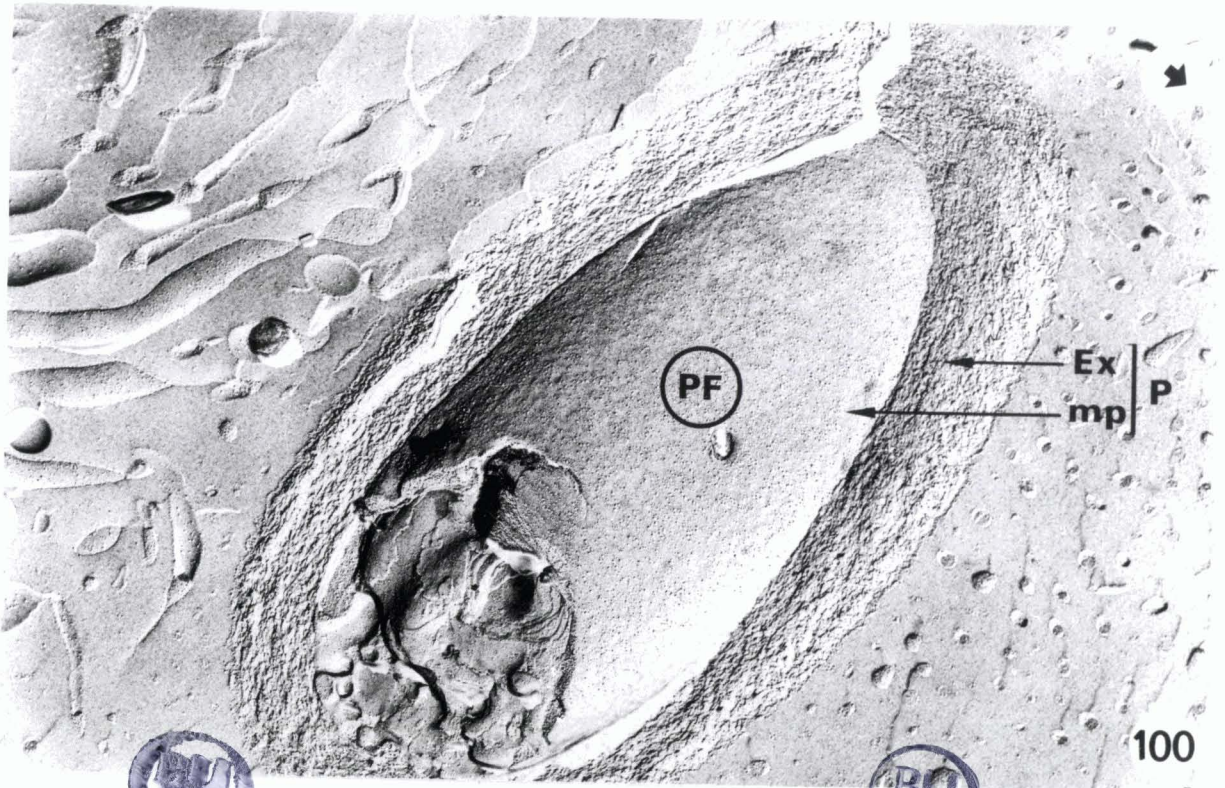


PLANCHE XXVI

Sporogonie : la paroi des sporoblastes

Cryofracture

Figs.102, 103 - Chez le sporoblaste plus âgé, en fin de transformation sporoblastique, sur la face de fracture P (PF) de la membrane plasmique (mp) le nombre de particules intramembranaires diminue considérablement et les PIM restantes paraissent plutôt réparties irrégulièrement en petits amas. L'exospore (Ex) garde toujours sa texture granulo-fibrillaire.

X 33400 - X 20250

Figs. 104, 105 - De même, en ce qui concerne la face de fracture E (EF) de cette membrane plasmique (mp), le nombre de PIM diminue également, d'abord en certaines zones (fig.104), puis presque totalement et il ne restera alors que quelques rares particules dispersées sur toute la surface de l'hémimembrane (fig.105).

X 31600 - X 26850



PLANCHE XXVII

Sporogonie : la paroi des sporoblastes et formation de la paroi définitive de la future spore

Cryofracture

Fig.106 - Chez le sporoblaste âgé, la paroi (P) du sporoblaste est formée de la membrane (mp) dont la face de fracture P (PF) porte quelques PIM réparties en petits amas, recouverte d'un dépôt granulo-fibrillaire (Ex).

X 27500

Figs 107, 108 - En fin de transformation sporoblastique, va se former la paroi (P) définitive de la future spore. Entre la membrane plasmique (mp) et la couche de matériel granulo-fibrillaire ou exospore (Ex), s'intercale une mince couche claire pratiquement dépourvue de particules à l'origine de la couche médiane ou endospore (En) de la paroi sporale (P). Il semble qu'à ce stade la densité des PIM au niveau de la face de fracture P (PF) de la membrane plasmique (mp) ait augmenté.

X 36650 - X 28350

Fig. 109 - Par contre au niveau de la face de fracture E (EF) de la membrane plasmique (mp), lorsqu'apparaît la couche médiane ou endospore (En) de la paroi, il ne semble pas y avoir une augmentation bien nette de la densité des PIM, celles-ci pouvant parfois se disposer suivant une ligne plus ou moins ondulée (index).

X 24400

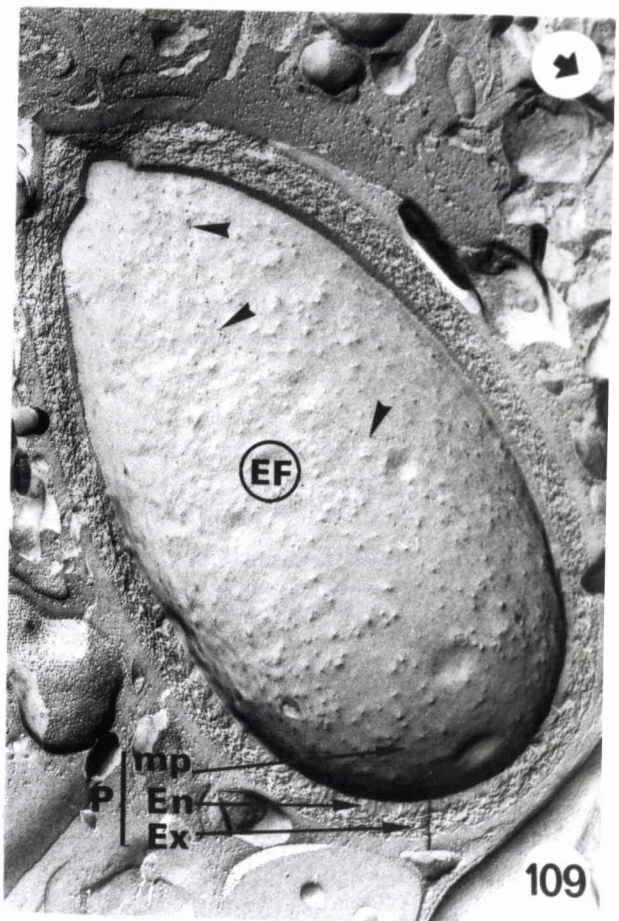
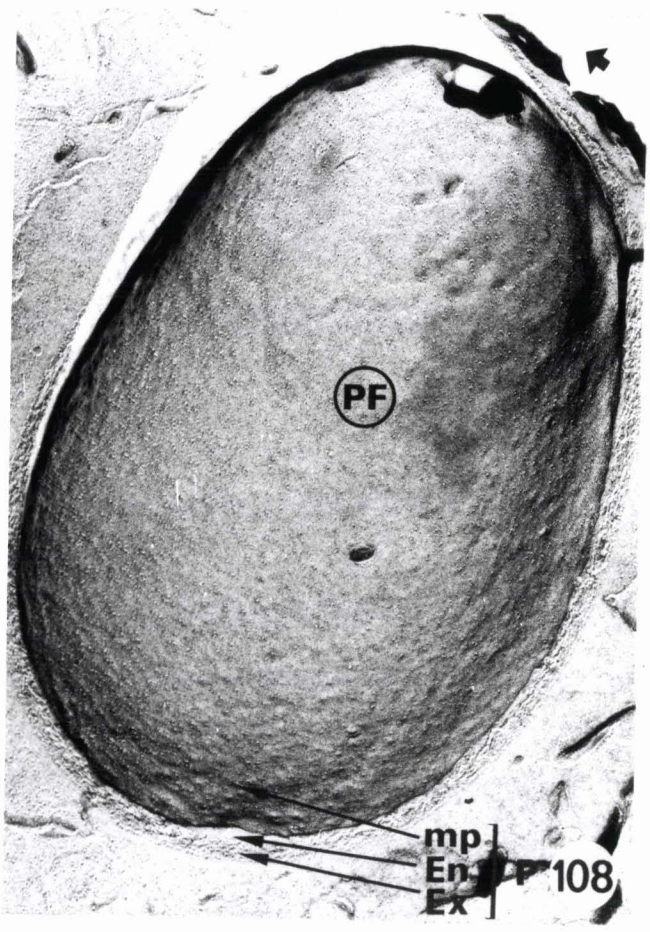
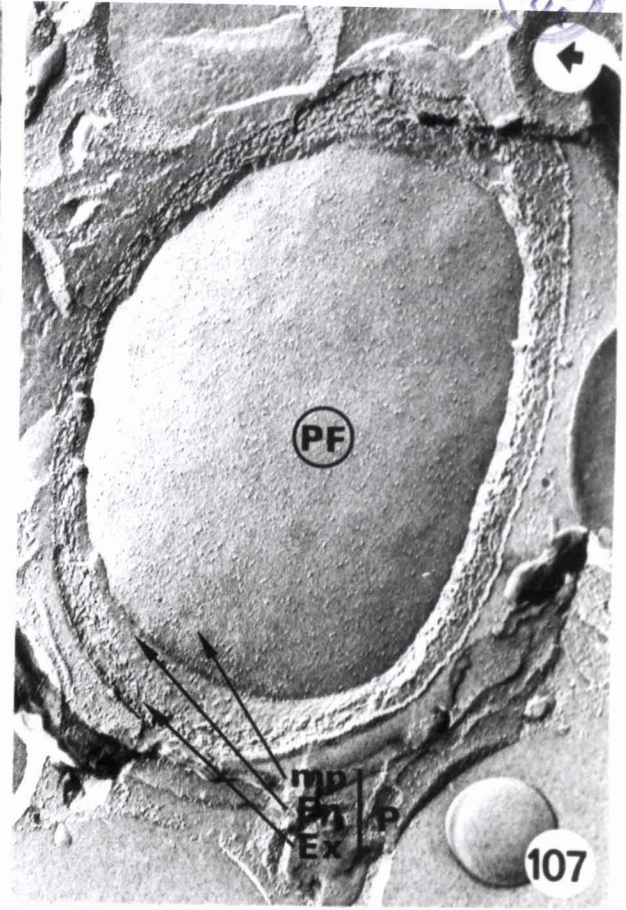
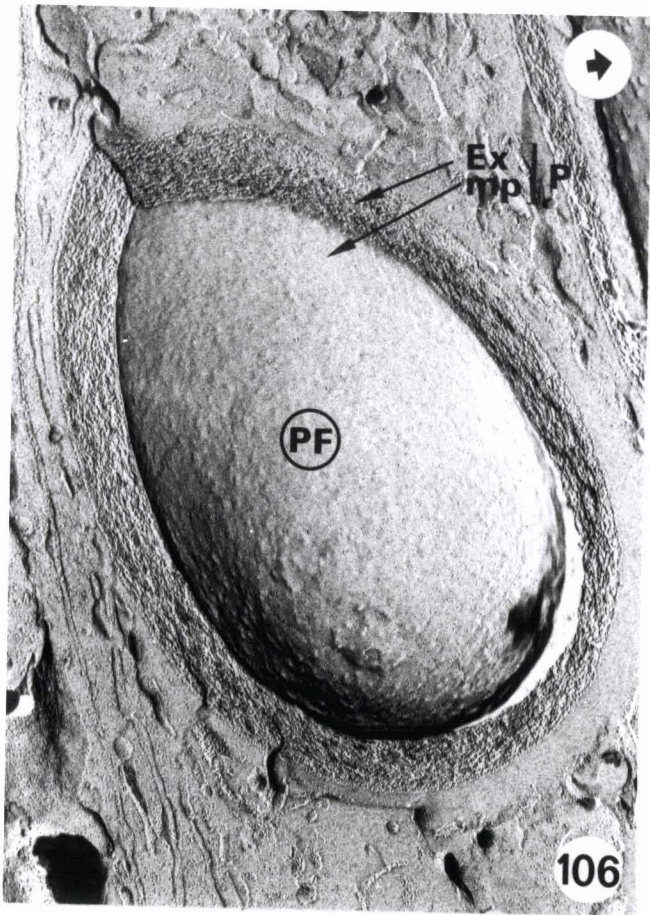




PLANCHE XXVIII
Sporogonie : la spore

Fig. 110 - Jeune spore limitée par une paroi (P) formée de la membrane plasmique (mp), d'une couche médiane claire et épaisse ou endospore (En) et d'une couche externe dense et plus mince ou exospore (Ex). Au pôle apical et au niveau du sac polaire (spo) l'endospore est nettement rétrécie (flèche). Sous le sac polaire, le polaroplaste lamellaire (Pl) est constitué par un empilement encore lâche de saccules aplatis entourant la partie basale rectiligne du filament polaire (FP). Les extrémités de ces saccules semblent former des petites vésicules à contenu moyennement dense et d'aspect granulaire, à l'origine du polaroplaste vésiculaire (Pv). Au pôle opposé au pôle apical, se trouve la vacuole postérieure (vp).

X 31600

Fig. 111 - Partie antérieure apicale d'une spore plus âgée. Une portion très aplatie du sac polaire (spo) coiffe le polaroplaste lamellaire (Pl) dont les nombreux saccules, de plus en plus aplatis et denses, prennent l'aspect d'une structure pluristratifiée constituée de minces couches sombres alternant avec des couches plus claires. La paroi (P) comprend toujours la membrane plasmique (mp), l'endospore (En) et l'Exospore (Ex).

X 85600

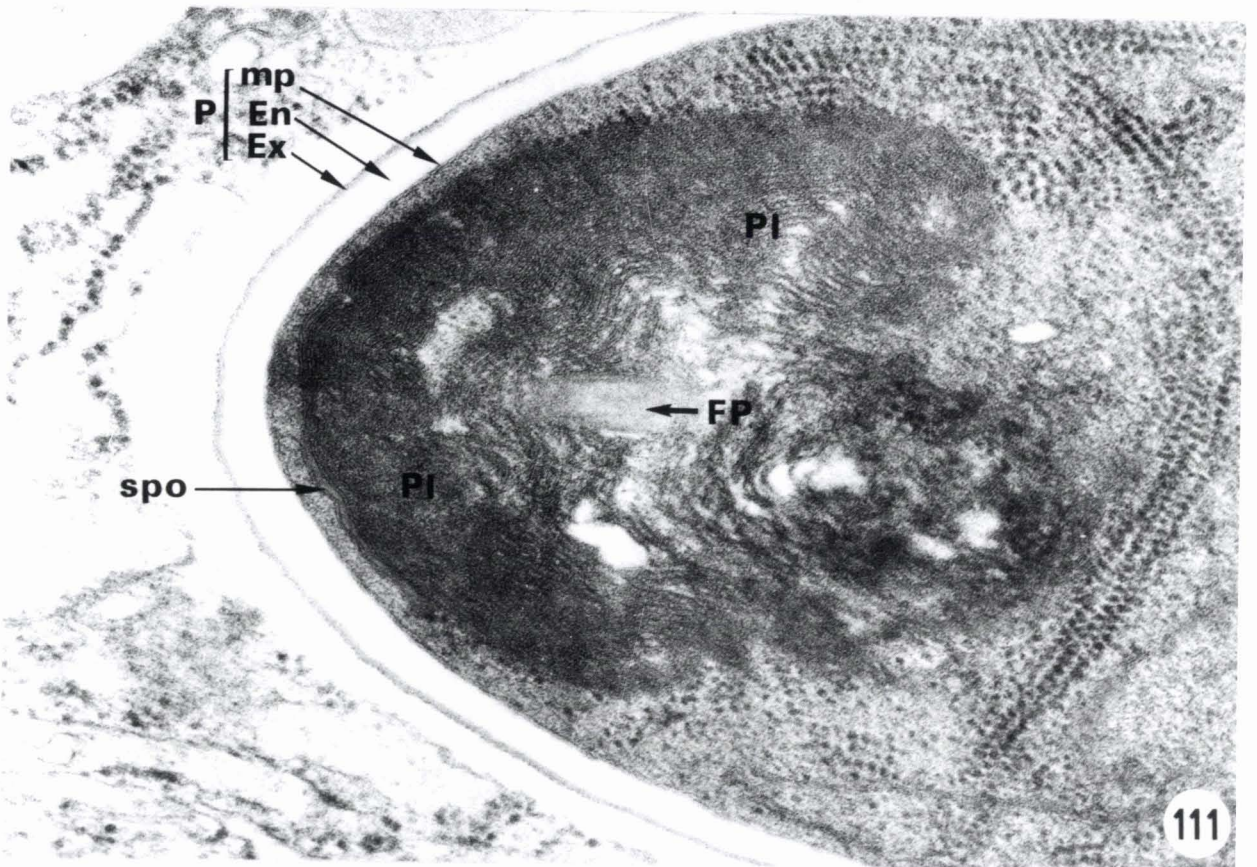
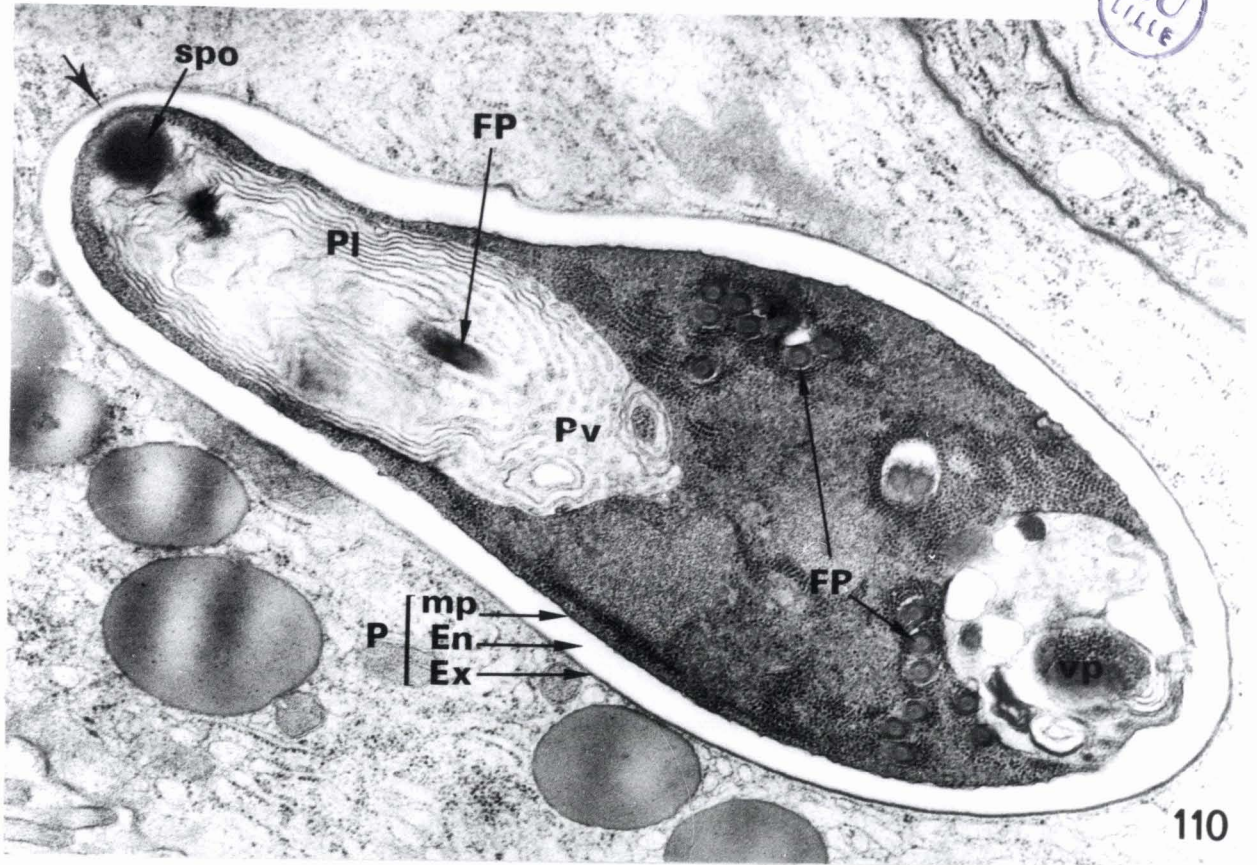




PLANCHE XXIX
Sporogonie : la spore

Fig. 112 - Partie antérieure apicale de la spore. Le filament polaire (FP) s'insère sur le sac polaire (spo) au niveau d'un anneau basal pluristratifié ou "charnière" (c). Le sac polaire très aplati coiffe une partie du polaroplaste (PI) dont les saccules très aplatis et très serrés les uns contre les autres lui donnent une forme d'ombrelle de structure lamellaire très dense vers l'extérieur et plus lâche vers l'intérieur. Au dessus du sac polaire, l'endospore (flèche) reste beaucoup plus mince que sur le reste de la paroi sporale (P).

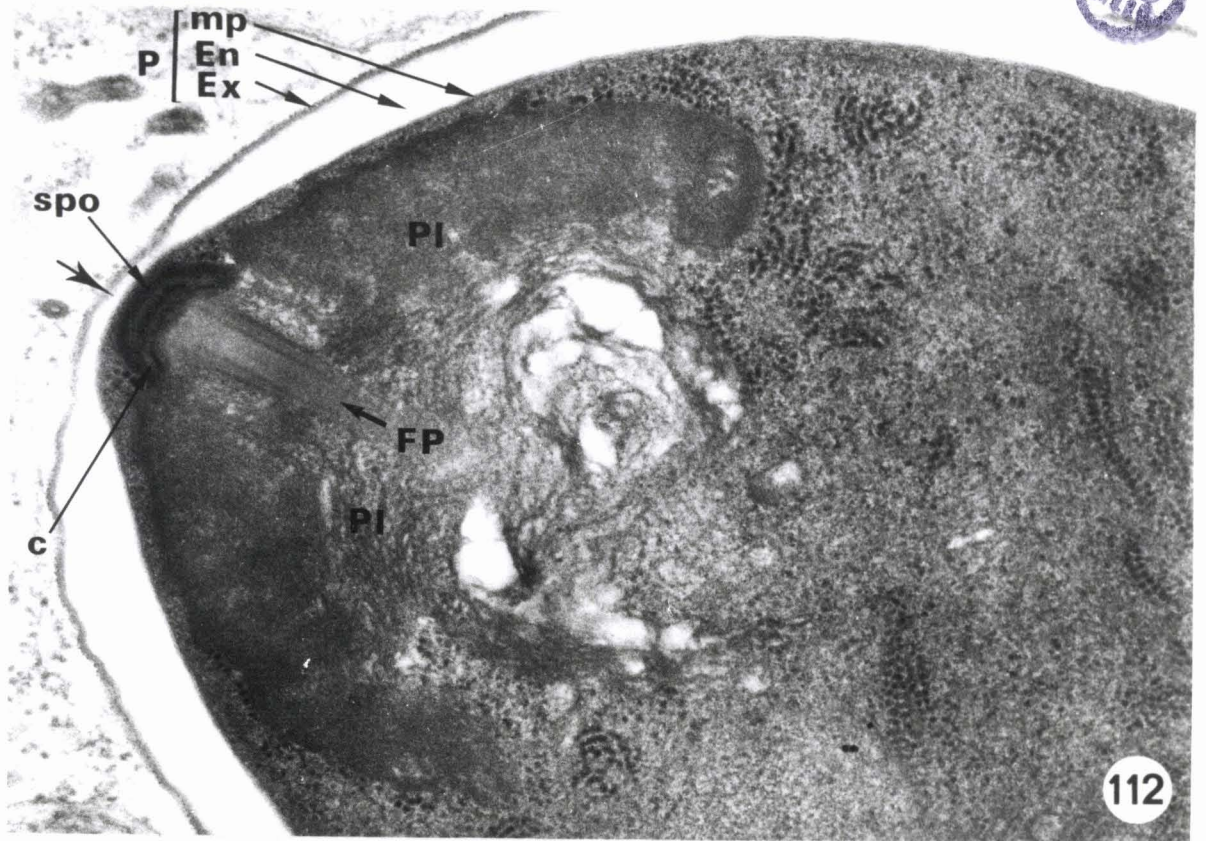
X 65500

Fig.113 - Pôle apical de la spore avec le sac polaire (spo) très aplati et la base du filament polaire (FP). La paroi sporale (P) apparaît toujours constituée de ses trois composantes : la membrane plasmique (mp), l'endospore (En) très réduite au niveau du sac polaire (flèche) et l'exospore (Ex).

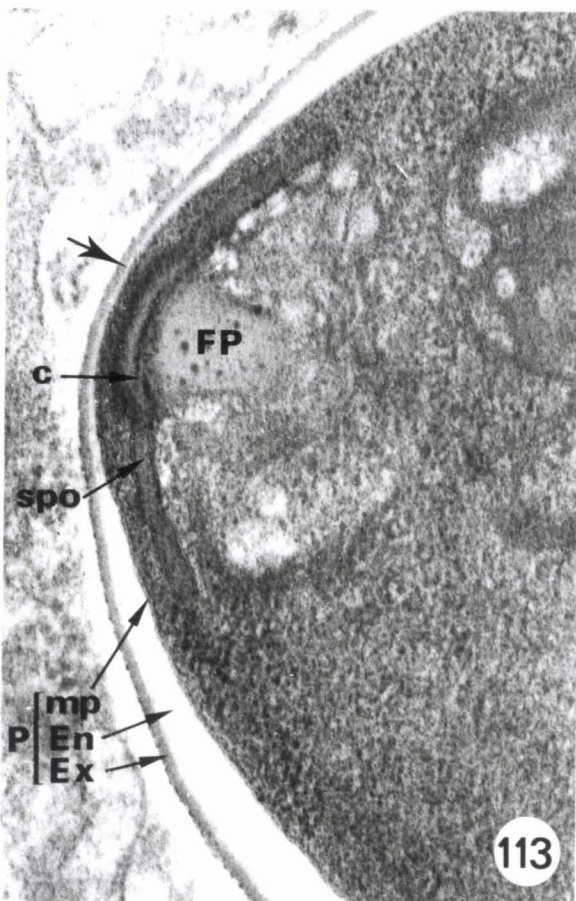
X 86750

Fig. 114 - Coupe longitudinale (légèrement oblique) d'une spore limitée par une paroi P à trois composantes. Le tiers antérieur comprend le sac polaire (spo) et le polaroplaste lamellaire (PI) qui entoure la partie basale du filament polaire (FP). Le tiers médian est occupé par le diplocaryon (N1-N2) alors que la partie distale hélicoïdale du filament polaire (FP) occupe le tiers postérieur. Dans le cytoplasme on observe souvent un alignement régulier des ribosomes. Dans le cytoplasme-hôte, à la périphérie de la spore, des sortes de tubules, provenant probablement de la paroi sporale, sont visibles (index).

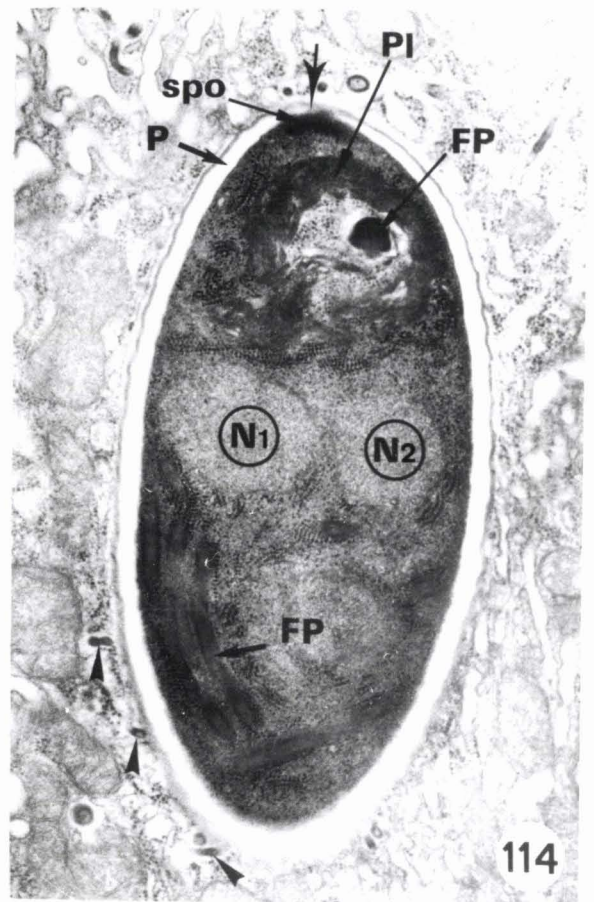
X 23400



112



113



114

PLANCHE XXX
Sporogonie : la spore

Fig. 115 - Coupe longitudinale d'une spore. Dans la moitié antérieure se trouve le polaroplaste lamellaire (PI) et le diplocaryon (N) alors que la moitié postérieure est occupée par la partie hélicoïdale du filament polaire (FP) avec, à l'extrémité de la spore, la zone occupée par la vacuole postérieure (vp). Dans le cytoplasme de nombreux ribosomes régulièrement alignés (r) peuvent être observés. La paroi sporale est caractérisée par la présence, au niveau de l'endospore habituellement totalement claire, d'une sorte de spirale de matériel peu dense (index) située entre la membrane plasmique et l'exospore.

X 26700

Fig. 116 - Partie postérieure de la spore avec la portion hélicoïdale du filament polaire (FP). Au niveau de l'endospore (En), la spirale de matériel peu dense (index) paraissant relier la membrane plasmique (mp) et l'exospore (Ex), est bien visible.

X 68600

Figs. 117, 118 - Coupes transversales du filament polaire (FP). Dans la spore, le filament polaire paraît constitué, de l'extérieur vers l'intérieur, de six couches : la membrane unitaire (1), une couche dense sous-jacente (2), une couche moyennement dense (3), une nouvelle couche dense (4), une couche claire et épaisse (5) et un axe central (6) plus sombre. Souvent (fig.117) le filament polaire apparaît en partie entouré par un alignement régulier de ribosomes (r).

X 113500 - X 132600

BU
1146

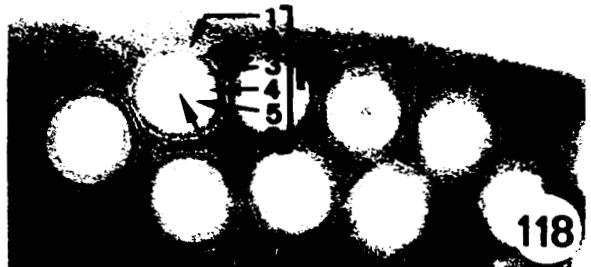
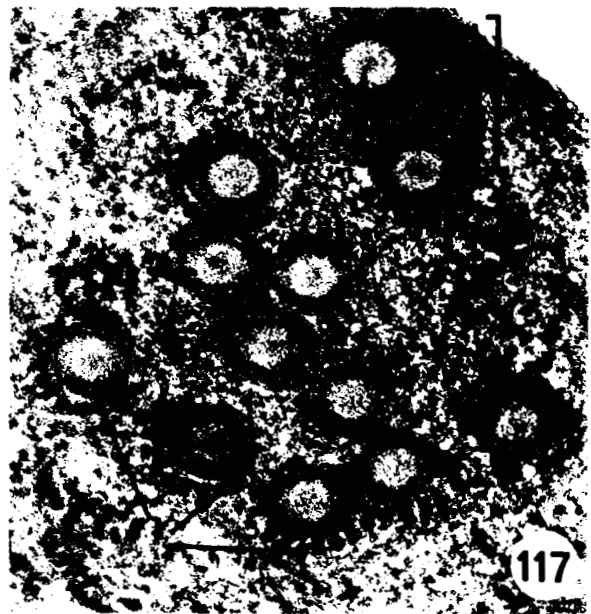
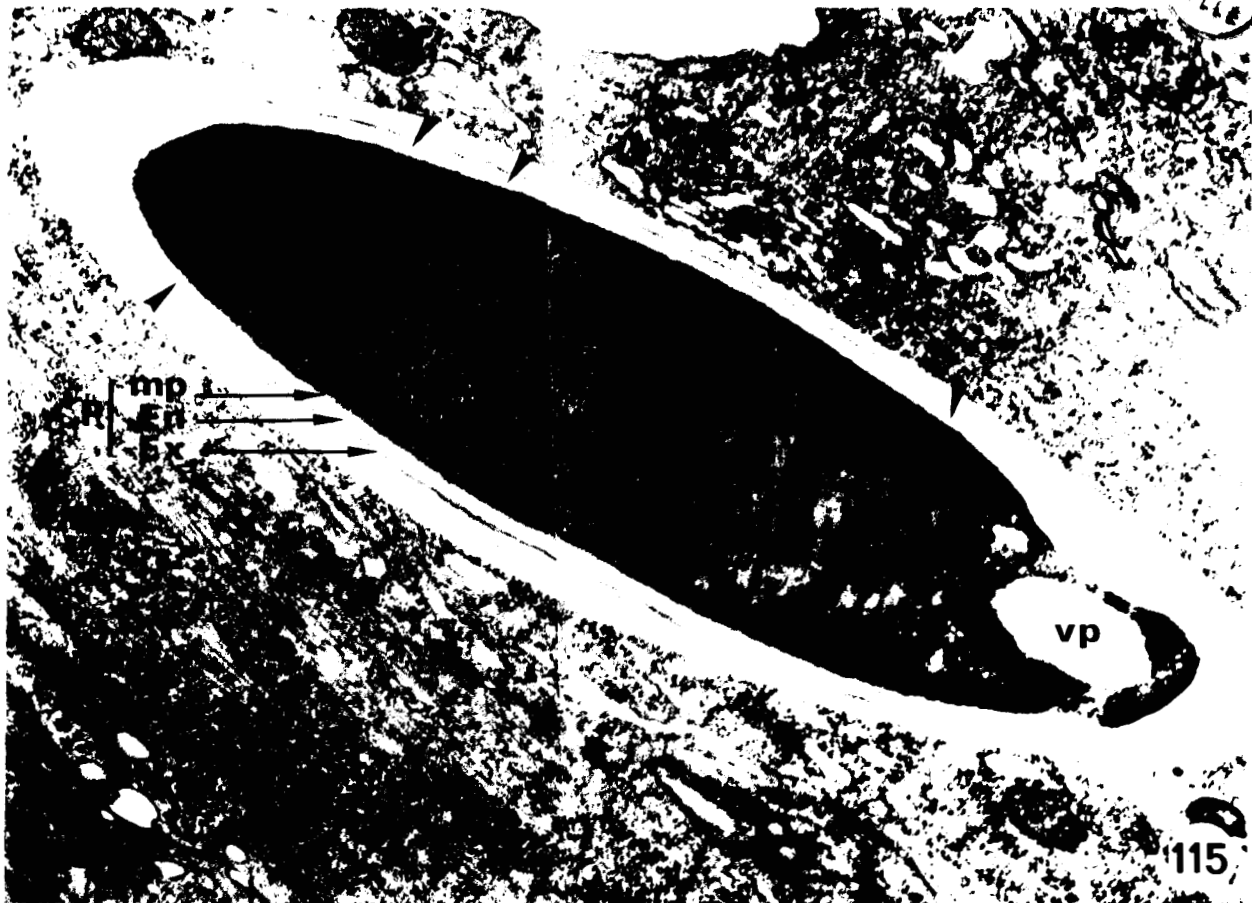




PLANCHE XXXI

Sporogonie : la paroi de la spore

Cryofracture

Figs. 119, 120 - La paroi sporale est constituée, de l'intérieur vers l'extérieur, de trois composantes : la membrane plasmique (mp) dont la face de fracture P (PF) montre des particules intramembranaires réparties de façon homogène, l'endospore (En) claire et relativement épaisse avec quelques rares particules éparses et des vésicules (flèches) d'origine et de fonction inconnues, et l'exospore (Ex) de texture toujours granulo-fibrillaire. On remarquera, fig.120, la présence d'un rétrécissement important (index) au niveau de l'endospore, qui pourrait correspondre à la zone de la paroi sporale située au dessus du sac polaire.

X 29600 - X 29500

Fig. 121 - Jeune spore limitée par une paroi dont la partie médiane ou endospore (En), probablement en cours d'élaboration, est encore peu épaisse. A ce stade la face de fracture E (EF) de la membrane plasmique (mp) porte peu de PIM.

X 25300

Fig. 122 - Spore plus âgée limitée par une paroi dont l'endospore (En), comporte quelques particules dispersées et une vésicule (flèche) d'origine inconnue. La face de fracture E (EF) de la membrane plasmique (mp) porte de nombreuses PIM.

X 29750

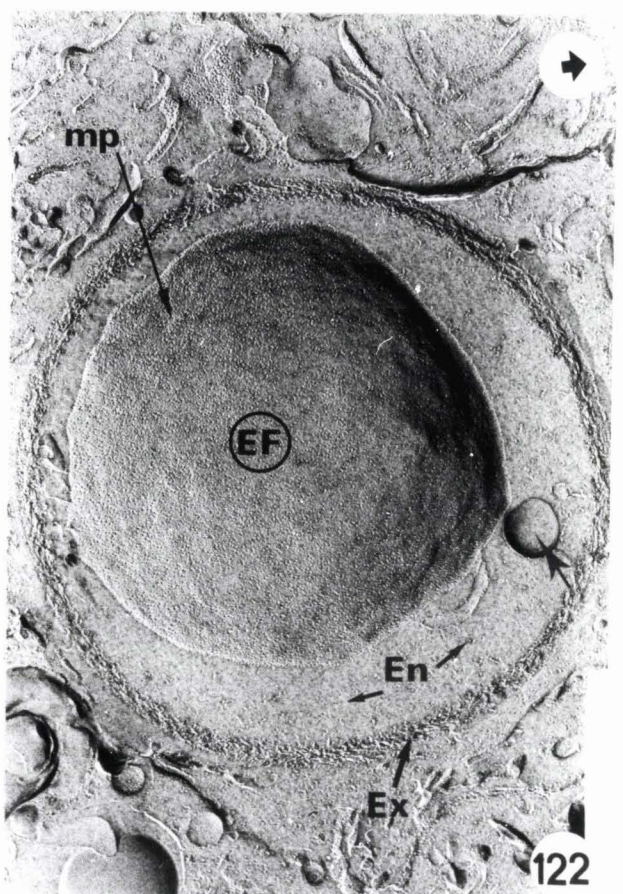
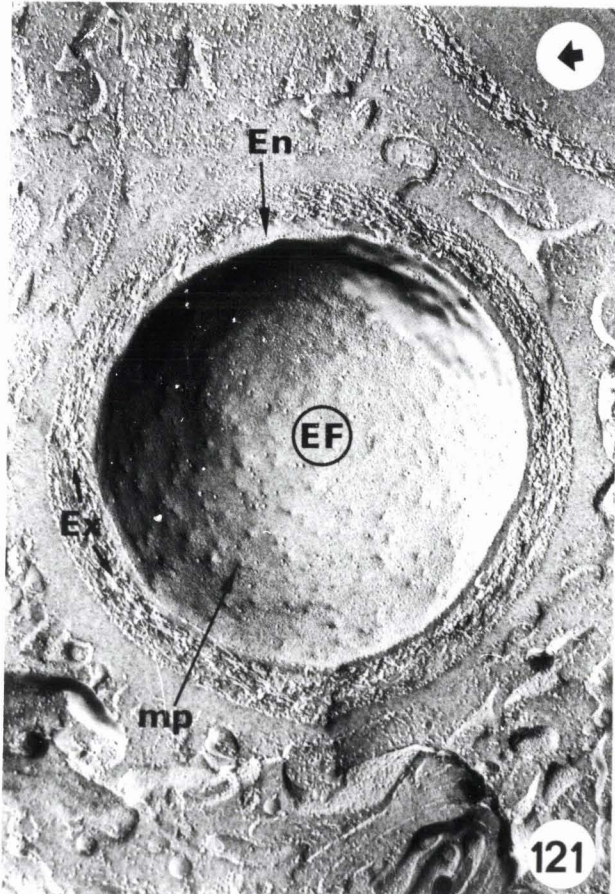
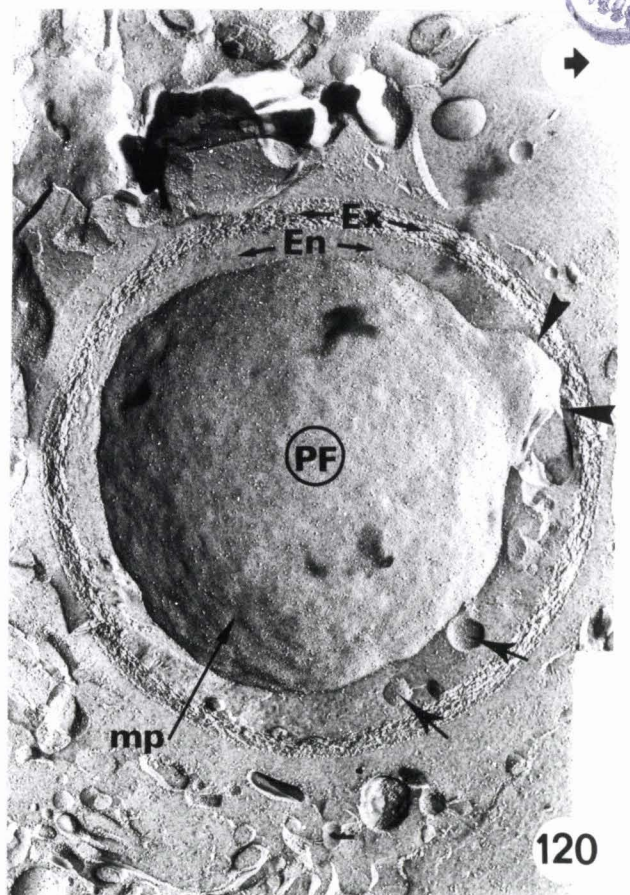
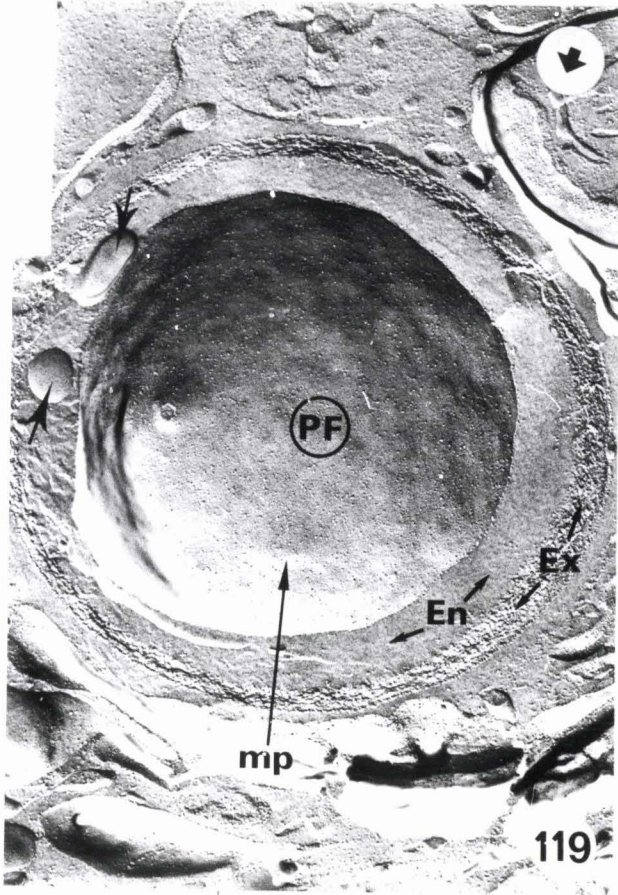


PLANCHE XXXII

Sporogonie : la paroi de la spore

Cryofracture

Fig. 123 - Fracture longitudinale d'une jeune spore limitée par une paroi (P) constituée de la membrane plasmique (mp) dont la face de fracture E (EF) porte quelques rares PIM, l'endospore (En) encore relativement mince à ce stade, et l'exospore (Ex) de texture granulo-fibrillaire.

X 36550

Figs. 124, 125 - Il est possible d'observer parfois au niveau de la membrane plasmique (mp), aussi bien sur la face de fracture E (EF) que sur la face P (PF), parmi les PIM, des espèces de "pustules" (index) qui seraient des artéfacts de signification inconnue. Les PIM, très rares sur la face E (EF), sont légèrement plus nombreuses et parfois alignées (flèches) sur la face P (PF).

X 28200 - X 35200

BU
LILLE

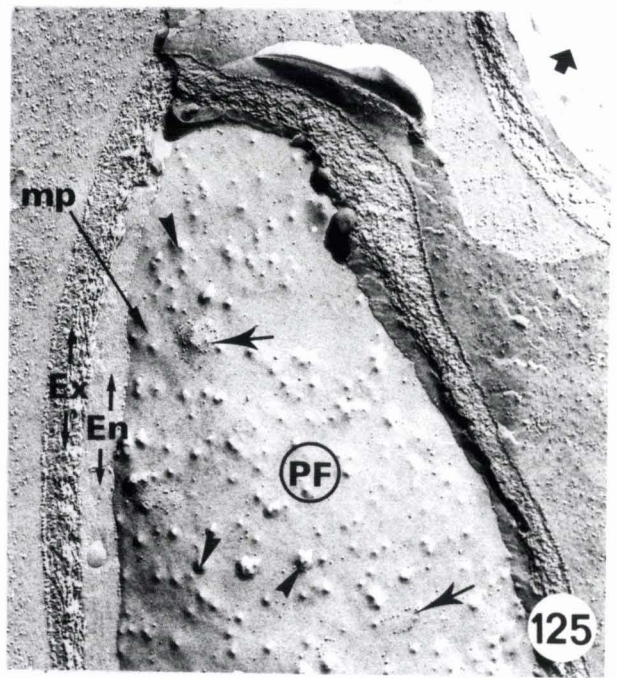
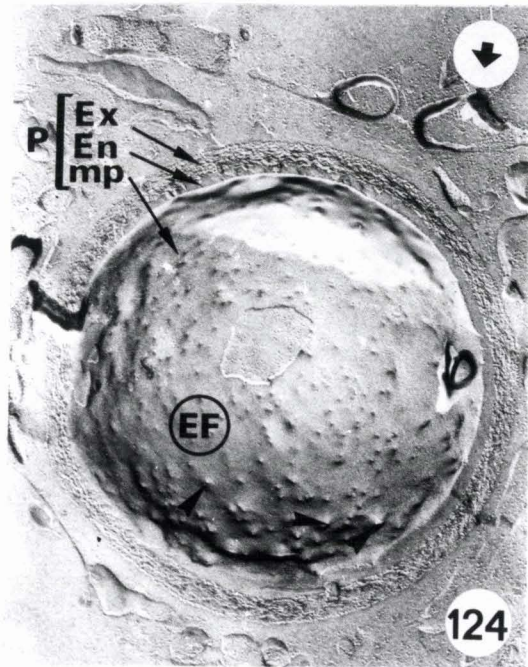


PLANCHE XXXIII

Les contacts parasite - cellule - hôte

Figs. 126, 127 - Pendant la phase végétative, le schizonte (SCH), limité par la seule membrane plasmique (mp), est entièrement bordé par des vésicules très aplaties du réticulum endoplasmique (re) de la cellule-hôte (CH) et dont seule la face orientée vers le cytoplasme-hôte, porte des ribosomes. Ce réticulum est parfois dilaté en grandes vésicules (ve), (fig.127).

X 53000 - X 47100

Figs. 128, 129 - Au stade sporonte (SPt) un dépôt de matériel dense (P) se forme, en certains endroits, sur la membrane plasmique(mp). Le réticulum endoplasmique est absent là où la paroi (P) du sporonte est épaissie, mais reste présent là où le sporonte ne reste limité que par la seule membrane plasmique.

X 80850 - X 47100

Fig. 130 - Chez le sporonte (SPt), la membrane plasmique (mp) peut former une sorte d'évagination (flèche) suggérant l'existence d'un contact direct entre celle-ci et une vésicule du réticulum endoplasmique (flèche) de la cellule-hôte (CH).

X 77900

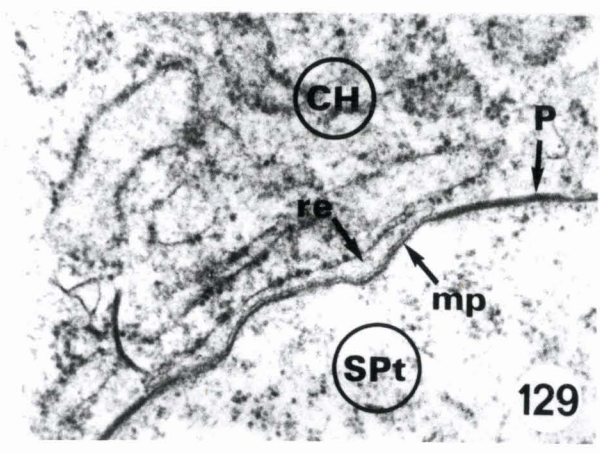
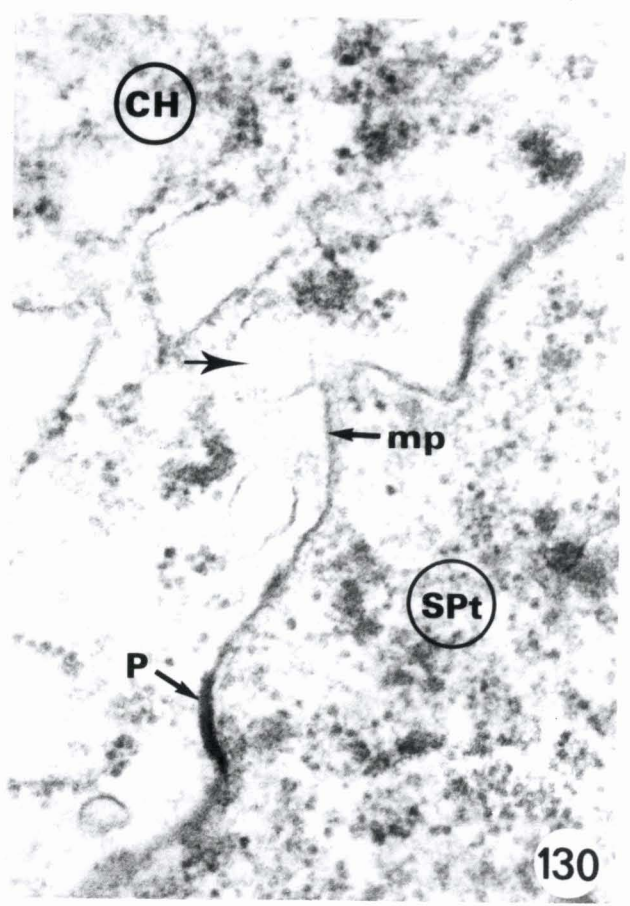
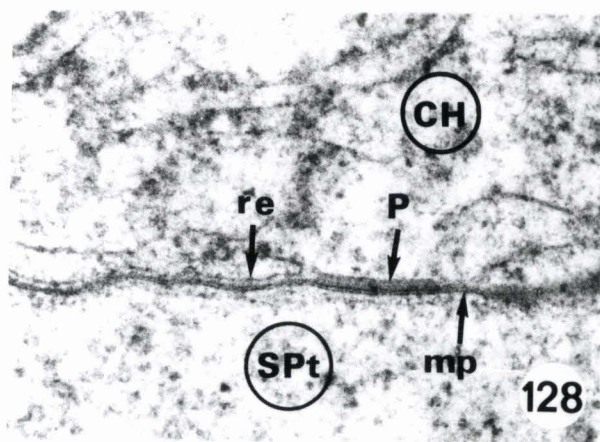
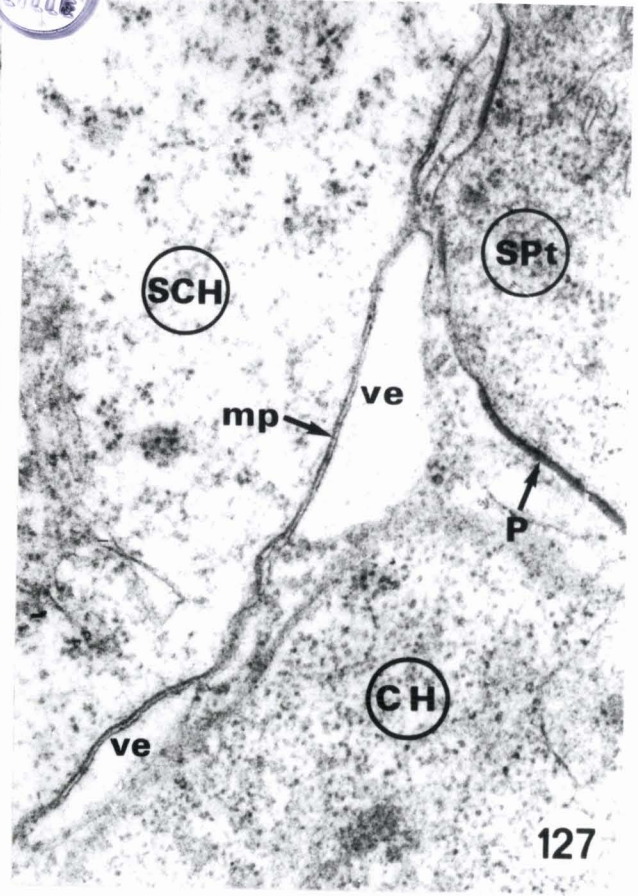
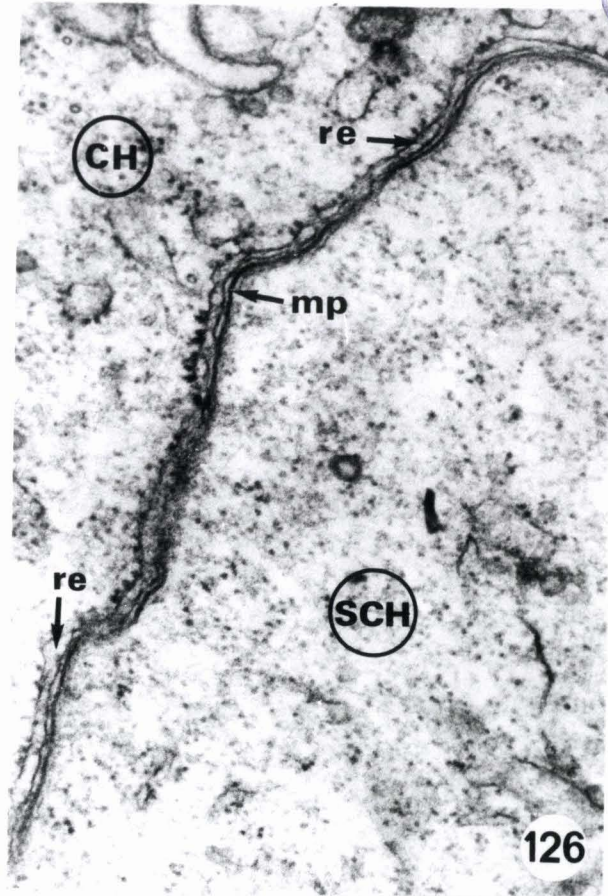


PLANCHE XXXIV

Les contacts parasite-cellule-hôte

Fig.131 - Chez le sporonte (SPt), la membrane plasmique (mp) peut s'évagner (flèche) là où elle n'est pas encore recouverte d'un dépôt de matériel dense, suggérant ainsi une figure d'endocytose. Souvent des microtubules (mt) sont présents dans le cytoplasme-hôte proche du parasite.

X 47100

Fig. 132 - Fréquemment, dans le cytoplasme de la cellule-hôte (CH) proche des parasites, se trouvent de nombreux microtubules (mt) et des mitochondries (m).

X 32700

Figs. 133, 134, 135 - Parfois, à la périphérie du sporonte, il existe des formations tubulaires (flèches) paraissant provenir d'évaginations de la paroi (P). Celles-ci semblent en effet limitées par la membrane plasmique recouverte du dépôt dense.

X 16950 - X 84700 - X 84700

