

BULLETIN SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE
ET DE LA BELGIQUE

FONDÉ PAR

ALFRED GIARD,

ET CONTINUÉ PAR

L. BLARINGHEM (PARIS),
G. BOHN (PARIS),
M. CAULLERY (PARIS),

CH. JULIN (LIÈGE),
F. MESNIL (PARIS),

P. PELSENEER (GAND),
CH. PÉREZ (PARIS),
ET. RABAUD (PARIS).



LONDRES,

DULAU & Co
Soho-Square 7.

PARIS,

Laboratoire d'Évolution des Êtres organisés,
3, rue d'Ulm
Paul KLINCKSIECK, rue Corneille, 3.

BERLIN,

FRIEDLÄNDER & SOHN
N.-W., Carlstrasse, 11

(Sorti des presses le 12 Juillet 1910).

BULLETIN SCIENTIFIQUE DE LA FRANCE ET DE LA BELGIQUE.

QUARANTE-QUATRIÈME ANNÉE (1910).

Le *Bulletin scientifique* paraît par fascicules datés du jour de leur publication. Chaque volume grand in-8°, comprenant 4 fascicules, contient 500 pages environ avec des figures dans le texte et des planches.

Sans négliger aucune des parties des sciences biologiques, la direction s'attache surtout à publier des travaux ayant trait à l'Évolution (ontogénie et phylogénie) des êtres vivants. Les recherches relatives à l'éthologie et à la distribution géographique dans leurs rapports avec la théorie de la Descendance occupent aussi une large place dans le *Bulletin*.

Enfin, ce recueil peut être considéré comme le journal de la Station zoologique de Wimereux (Pas-de-Calais), fondée en 1874 par le Professeur A. GIARD.

PRIX DE L'ABONNEMENT A UN VOLUME :

Pour Paris..... **30 fr.**
Pour les Départements et l'Étranger..... **32 »**

L'abonnement est payable après la livraison du premier fascicule de chaque volume, et sera continué, sauf avis contraire et par écrit.

SÉRIES ANTÉRIEURES.

- 1^{re} Série. — T. I-IX 1869-1877. *Bulletin Scientifique historique et littéraire du département du Nord et des pays voisins.*
2^e Série. — T. X-XVIII 1878-1887. *Bulletin Scientifique du département du Nord et des pays voisins.*
3^e Série. — T. XIX-XXI 1888-1890.
4^e Série. — T. XXII-XXXI 1891-1900.
5^e Série. — T. XXXII-XL et XXXIV^{bis} 1901-1906. } *Bulletin Scientifique de la France et de la Belgique.*
6^e Série. — T. XLI et XLII 1907-1908. }

Les tomes II, III, VIII-XI, XVII-XIX et XXIII sont épuisés, quelques exemplaires des tomes suivants sont encore en vente : TT. V, VI, VII, au prix de 15 francs le vol. ; TT. XII-XVI, au prix de 6 francs le vol. ; les tomes XX-XXII, XXIV, XXVI, et suivants au prix de 35 francs le vol. ; le T. XXV (1893) au prix de 40 francs.

Pour l'achat de volumes, séries ou collections
et

Pour tout ce qui concerne la *Rédaction* et l'*Administration*,
s'adresser

à la *Rédaction du Bulletin Scientifique*

3, rue d'Ulm,

PARIS.

Les auteurs recevront gratuitement 50 tirages à part. Ils pourront en obtenir un plus grand nombre au prix de revient. Les exemplaires ne peuvent être mis dans le commerce à moins de conventions spéciales.

C. PICADO, T.

DOCUMENTS

SUR LE MIMÉTISME

RECUEILLIS EN COSTA-RICA (1).

Rien n'est plus difficile que de donner une explication satisfaisante d'un ensemble de phénomènes, tels que ceux d'imitation présentés par les animaux les plus variés, car rien n'est plus hasardeux que de vouloir interpréter, d'après nos impressions personnelles, les rapports des animaux entre eux.

Le fait de l'imitation, du mimétisme, ne paraît pas contestable si nous le prenons comme synonyme de ressemblance pure et simple ; son caractère utilitaire laisse prise à la discussion dans la plupart des cas ; aussi vaut-il mieux éviter de se laisser guider par l'idée utilitariste préconçue quand il s'agit d'interpréter un pareil ensemble de faits, sûrement hétérogène. Par contre, la négation absolue et obstinée de l'utilité pourrait être non moins regrettable.

Je vais rapporter quelques observations relatives aux cas de mimétisme de la faune costaricienne, en me tenant toujours éloigné de tout parti-pris, en prenant les faits tels que je les ai observés, m'efforçant de me placer en dehors de la réalité objective et doutant que mes observations aient la précision nécessaire pour permettre de formuler une opinion relative à l'utilité dans les cas mentionnés : les faits mimétiques seront simplement considérés comme des faits de ressemblance apparente, sans aucune autre signification.

*
* * *

Le pays de Costa-Rica, dernier promontoire de l'Amérique du Sud et commencement de l'Amérique du Nord, renferme une faune extrêmement riche, grâce à la diversité du climat : la chaleur équatoriale des côtes s'oppose au froid excessif des sommets ; — à la

(1) Avec la planche IV.

situation géographique: ses côtes, séparées à peine par cent cinquante kilomètres, environ, baignent l'une dans le Pacifique, l'autre dans l'Atlantique; — à ce que le territoire est justement le point de convergence des espèces migratrices des deux Amériques; — à la grande quantité de montagnes situées à l'intérieur du pays et qui isolent les unes des autres des régions présentant des faunes tout à fait autochtones dans une très petite localité.

Cette faune si riche offre une quantité non négligeable de faits de mimétisme. Je vais en présenter une très sommaire revision en m'arrêtant seulement sur les cas qui méritent d'être examinés un peu plus attentivement soit à cause de leur nouveauté, soit à cause des conditions dans lesquelles ils se présentent.

L'exposé se divisera naturellement en trois parties: Homochromie — Homotypie — Mimétisme spécifique.

I. — HOMOCHROMIE.

On connaît depuis très longtemps l'homochromie des félins; les premiers mémoires de BATES, DARWIN et WALLACE en parlent: on attribue un rôle protecteur à la coloration de tous les félins; on dit que les espèces unicolores sont homochromes des branches des arbres sur lesquelles ils attendent l'arrivée de leurs proies.

Trois espèces de ces félins habitent Costa-Rica: *Felis concolor* LINN. *F. jaguarondi* DESM. et *F. eyra* DESM. dont la coloration uniforme est très semblable à celle des branches.

La première de ces espèces étant plus terrestre qu'arboricole ne peut tirer grande utilité de son homochromie. Le *F. jaguarondi* est le plus arboricole; on le connaît à Costa-Rica sous le nom de *leon miquero* (Lion singier), nom qui rappelle la chasse fréquente que ce puma fait aux singes; mais ils n'attendent pas l'approche des victimes, les chassant au contraire en champ découvert.

F. eyra, de la taille d'un chat, chasse indifféremment sur le sol ou dans les arbres; c'est l'espèce qui profite peut-être le mieux de son homochromie, car l'animal se couche sur les branches et y attend, immobile, l'arrivée des petits animaux.

On a cité aussi comme cas d'homochromie *utile* celle que présentent les Cervidés. La faune costaricienne en contient deux espèces: *Dorcelaphus clavatus* TRUE. et *Mazama temama* KERR. qui sont homochromes des prairies desséchées de nos contrées. Dans les

mêmes endroits, habitent aussi les Coyotes (*Canis latrans* Sm.) qui peuvent se trouver encore au nord du pays. Ces Canidés sont aussi homochromes à la manière des Cervidés dont on vient de parler.

L'utilité de l'homochromie dans ces deux derniers cas est tout à fait problématique : les Cervidés ne restent presque jamais immobiles et sont visibles à une très grande distance. Les *C. latrans* marchent réunis par bandes parfois très nombreuses ; ils poussent des cris peu musicaux, de telle sorte que l'avantage tiré de l'homochromie se trouve annulé.

On a également prétendu que la peau tachée du jaguar et d'autres félins semblables constituait un cas parfait de mimétisme, car les taches foncées de leur peau imiterait l'ombre des feuilles de la forêt projetée sur le sol. Il faut une certaine imagination pour trouver ici un cas de mimétisme, pour concevoir la plus petite ressemblance entre une peau blanche ou jaune tachetée de noir et le sol sur lequel l'ombre des feuilles est dessinée.

Chez les oiseaux, on trouve des cas beaucoup plus vraisemblables. Je citerai en particulier les gallinacés du genre *Notocercus*. Les œufs même de ces Crypturidés sont homochromes, d'une couleur verte très vive. Ces œufs sont pondus dans les herbes vertes de la forêt et on ne les distingue qu'avec une grande difficulté. L'animal adulte est homochrome des feuilles sèches et des terrains foncés où il habite.

Les oiseaux nous fournissent encore trois cas bien curieux d'homochromie.

La famille américaine des Ictéridés renferme des espèces arborescentes à l'exception du genre *Sturnella*. Le *Sturnella magna* LAW. vit sur le sol, au milieu des petites graminées des prairies. — Cet oiseau, de la grandeur d'une pie, a le dos gris foncé avec de petites taches longitudinales encore plus foncées, ce qui lui permet de se confondre avec les pâturages dans lesquels il habite. Quand un homme ou un animal s'approche, l'oiseau s'abaisse, se glisse entre les herbes, marche avec une rapidité extrême, ressort à quelques mètres et reste immobile. Ce procédé curieux rend sa capture assez difficile.

Un Caprimulgidé, *Nyctidromus albicollis* Gm., passe toute la journée littéralement couché sur les feuilles sèches de nos forêts, dont il possède les couleurs. Ceci n'a rien de curieux ; voici le

fait intéressant : la femelle dépose simplement ses œufs sur le sol ; lorsqu'on s'approche, on ne distingue pas la femelle, mais quand on est déjà tout près, elle se contourne en pelote, roule sur elle-même durant quelques mètres, puis se lève, prend son vol et va tomber plus loin parmi les feuilles sèches où elle disparaît ; tout ce passe comme si, voulant se sauver et sauver sa progéniture, elle attirait d'abord sur elle l'attention de l'ennemi pour se dissimuler ensuite.

Un autre cas fort intéressant nous est fourni par un Fringillidé qui séjourne sur notre plateau central à l'époque de la récolte du maïs. — *Hedymeles ludovicianus* LINN., oiseau à peine plus grand qu'un moineau, a le plumage foncé comparable aux tiges et aux feuilles sèches du maïs. Le mâle de cette espèce présente à la gorge et à la face inférieure des ailes une très riche coloration rose, mais quand les ailes sont fermées, cet ornement disparaît complètement, ainsi que les plumes de la gorge, que d'autres plumes viennent recouvrir. Pendant l'époque de l'accouplement, qui, d'après nos observations a lieu en janvier et février, le mâle bat des ailes et hérissé les plumes de sa gorge, en s'approchant de la femelle. Cette dernière ne présente aucun riche ornement, mais un plumage absolument homochrome avec les plantes desséchées du maïs.

Il est intéressant de remarquer la coexistence d'une homochromie bien prononcée et des riches colorations, caractère sexuel secondaire, dissimulées.

Chez les Batraciens, mentionnons en passant l'*Ilyla gabbi* COPE au dos vert et au ventre rouge, qui habite sur les feuilles de bananiers dont il se distingue très difficilement. Ses œufs, transparents, sont pondus dans les feuilles ; les larves sont aussi vertes et passent dans l'œuf toute la période de respiration branchiale.

Chez les Reptiles, nous citerons seulement le *Sceloporus malachiticus* COPE, petit lézard qui présente un phénomène de changement de coloration (homochromie mobile) ; mais l'interprétation de ce phénomène est aussi discutable que l'est celle du cas présenté par le Caméléon.

Le *Sceloporus* habite sur les pierres recouvertes de lichens ou sur les troncs d'arbres. Ses ennemis ne sont pas très nombreux à en juger par la grande quantité d'individus que l'on trouve partout. Sa

coloration ne coïncide pas toujours avec celle de l'endroit où il se trouve. On rencontre ainsi, par exemple, des lézards verts sur des pierres grisâtres ; de même, des lézards bruns ou gris sur des troncs recouverts de mousses vertes.

Un phénomène semblable se présente chez le *Basiliscus americanus* LAUR. et les *Anolis*, mais dans de moindres proportions.

Le *Basiliscus americanus* et une espèce voisine habitent les rives des fleuves. Les *Anolis* habitent les branches des arbrisseaux. Leur coloration change en général sous l'influence de la peur ou de la colère plutôt que sous celle de leur milieu.

Parmi les cas nombreux d'homochromie chez les insectes nous mentionnerons seulement :

Le *Thysania agrippina* CRAM. qui est le plus grand papillon connu (ses ailes ayant jusqu'à 35 centimètres d'une extrémité à l'autre) passe inaperçu, malgré ses dimensions, lorsqu'il est posé sur les troncs d'arbres recouverts de lichens. Son ennemi le plus redoutable est le *Falco sparverius* LINN. petit faucon semblable au *Falco tinnunculus* d'Europe. Ces oiseaux ont l'habitude de chasser les *Thysania* qui volent encore au commencement de la journée. Mais nous n'avons jamais vu l'oiseau attraper le papillon du premier coup, car celui-ci s'enfuit et se pose en général près du sol sur un arbre, échappant ainsi le plus souvent à l'oiseau.

On a indiqué une ressemblance fantastique entre les ailes des *Caligo* et la tête d'un hibou ayant les yeux grands ouverts. Disons simplement que ce papillon se pose, près du sol, sur les bananiers ou troncs d'arbres qui ne sont jamais l'habitat des hiboux. En outre, comme le papillon se pose les ailes relevées, à la manière des papillons de jour, on ne voit que la moitié gauche ou droite de la face inférieure de ses ailes ; cette attitude supprime toute ressemblance du papillon avec un hibou. Cette ressemblance, d'ailleurs, serait plutôt dangereuse pour le papillon : les hiboux attirant pendant le jour les oiseaux, le papillon serait entouré par de nombreux oiseaux, parmi lesquels se trouverait sans doute des insectivores qui tireraient le meilleur profit du pseudo-hibou.

Parmi les Coléoptères on rencontre un longicorne, un *Oncideres*, très remarquable par l'homochromie qu'il présente avec les branches des *Inga*, légumineuses qu'on emploie le plus souvent à Costa-Rica pour ombrager les plantations de café. *Oncideres* se nourrit de

l'écorce de ces arbres. Il présente la curieuse particularité de ronger l'écorce en forme d'anneaux. Aussi la branche ne tarde-t-elle pas à se dessécher et à mourir ; cela occasionne parfois de graves pertes. Si un mouvement se produit dans la branche, le Coléoptère court très vite et se réfugie à quelques décimètres de l'endroit où il travaillait et y reste immobile. Sa coloration étant si semblable aux branches de l'*Inga*, il est impossible de le distinguer. Les paysans de Costa-Rica ne le connaissent même pas et attribuent ses ravages à une chenille.

II. — HOMOTYPIC

Chez les Mammifères, le seul cas qui puisse être assimilé à l'homotypie est, probablement, celui des Édentés de la famille des *Bradypodidae*.

Ces animaux, nocturnes comme on le sait, passent toute la journée suspendus aux branches des arbres et sont presque toujours roulés en boule. Leurs poils ont une direction contraire à celle des autres mammifères : au lieu de se diriger du dos vers le ventre, ils se dirigent en sens inverse. Ils sont très longs, et, chez les vieux individus, ils prennent une teinte verdâtre. Dans presque tous les arbres de la forêt tropicale, on trouve des quantités de Broméliacées épiphytes du genre *Tillandsia* : les Bradypodidés ressemblent parfaitement à ces plantes, de sorte qu'on ne peut les découvrir qu'avec une très grande peine.

L'espèce costaricienne la plus remarquable à ce point de vue est le *Choloepus hoffmanni* PETERS espèce propre à l'Amérique centrale, dont le pelage est parfois complètement vert, couleur extraordinaire chez les Mammifères. C'est l'unique moyen de défense que les Paresseux puissent opposer à leurs ennemis (par suite de leurs mouvements lourds et l'absence d'armes), mais ce moyen ne suffira pas à protéger ces animaux dont la proche disparition est absolument certaine : ses ennemis sont nombreux ; le territoire costaricien renferme six espèces de félins qui lui donnent continuellement la chasse.

Chez les Insectes, les cas d'homotypie sont assez notables, mais parfois l'interprétation d'utilitarisme qu'on leur prête est absolument arbitraire.

Les *Pterochroza* sont des Orthoptères à grandes ailes qui présentent le cas le plus remarquable que nous connaissions. Leurs ailes ovales ont une couleur verte, ou brune comme les feuilles mortes; au centre de leurs ailes, existe une nervure principale de laquelle se détachent des nervures latérales qui forment un réseau non moins parfait que celui qui forme les nervures d'une feuille véritable. La ressemblance de ces ailes avec une feuille est beaucoup plus parfaite que celle que présentent les autres Insectes, car les nervures ne sont pas un simple dessin, mais se détachent nettement en relief sur l'aile. Une aile détachée serait presque impossible de distinguer d'une feuille, sans un examen très minutieux.

J'ai rencontré ces animaux sur les caféiers dont ils imitent le mieux les feuilles. Sans doute, il convient de remarquer que les caféiers sont des plantes introduites en Costa-Rica il y a à peine quelques années; il n'en reste pas moins que la ressemblance extrême des *Pterochroza* avec n'importe quelle feuille lancéolée est indiscutable.

Un autre cas d'imitation presque parfaite, est celui que présentent les *Umbonia orozimbo* FAIRM. (Pl. IV, fig. 1). La photographie que nous en donnons le représente sur la *Rosa indica*. L'animal imite avec perfection les épines du rosier, la forme, la couleur verte avec les lignes et les taches rouge-brique. Seulement, — et ceci ne cadre pas avec la théorie du mimétisme —, les individus de cette espèce se posent *très rarement* sur la *Rosa indica* (seule espèce de rosier à grandes épines qu'on trouve à l'état sauvage dans le territoire de Costa-Rica); bien au contraire, on rencontre des quantités énormes de ces Membracidés sur des légumineuses variées qui n'ont pas une seule épine.

On trouve aussi le *Triquetra grossa* FAIRM. qui présente un groupe de trois épines dirigées en avant; l'*Enchenopa binotata* WALK. qui présente une seule épine très aiguë dirigée en avant, et aussi beaucoup d'autres espèces, sur des *Cestrum*, *Acnistus* et sur d'autres plantes qui n'ont jamais d'épines. C'est donc à tort que dans la *Biologia Centrali Americana* on indique des plantes épineuses comme habitat des *Umbonia* et genres voisins.

La carapace des Membracidés présente des variations individuelles assez importantes à noter, car ces variations peuvent annuler toute l'importance utilitariste qu'on prête à ces formes.

Notre schéma (fig. 1 à 4) montre quelques-unes des variations de la carapace chez *Umbonia orozimbo* (à gauche les femelles, à droite

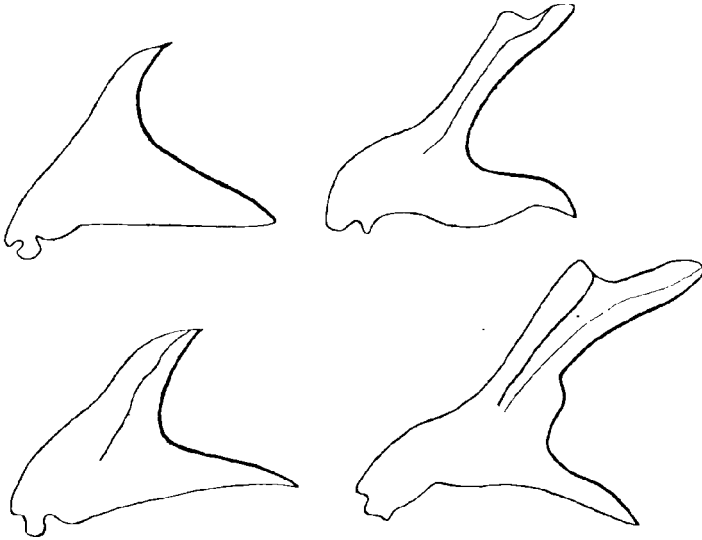


FIG. 1 à 4. — Variations de forme dans la carapace chez *Umbonia orozimbo* FARRM. Les figures à gauche représentent des carapaces appartenant aux femelles et celles de droite aux mâles. (Grossi 3 fois).

les mâles) et on voit que la dernière de nos figures ne peut nullement représenter une épine. Le même phénomène de variation se produit pour d'autres genres.

En dehors de ce cas d'imitation fortuite, il en existe d'autres qui sont, peut-être, plus en rapport avec la théorie: le groupe des Membracidés nous fournit quelques exemples.

FOWLERS, dans sa monographie sur les Membracidés de l'Amérique Centrale, fait remarquer que la forme si bizarre des *Sphongophorus* est protectrice et qu'ils imitent les petites branches cassées.

J'ai trouvé une espèce de ce genre (probablement *S. ballista*) sur une Convolvulacée du genre *Ipomoea*. Les feuilles de quelques-unes de ces plantes sont caduques et leur pétiole persistant grossit après la chute de la feuille. Placé sur la tige volubile, le *Sphongophorus* imite par sa forme et sa couleur le pétiole des feuilles caduques du *Ipomoea*.

La photographie ci-jointe (Pl. IV, fig. 13) donne une idée de la forme de son bizarre prolongement thoracique (1).

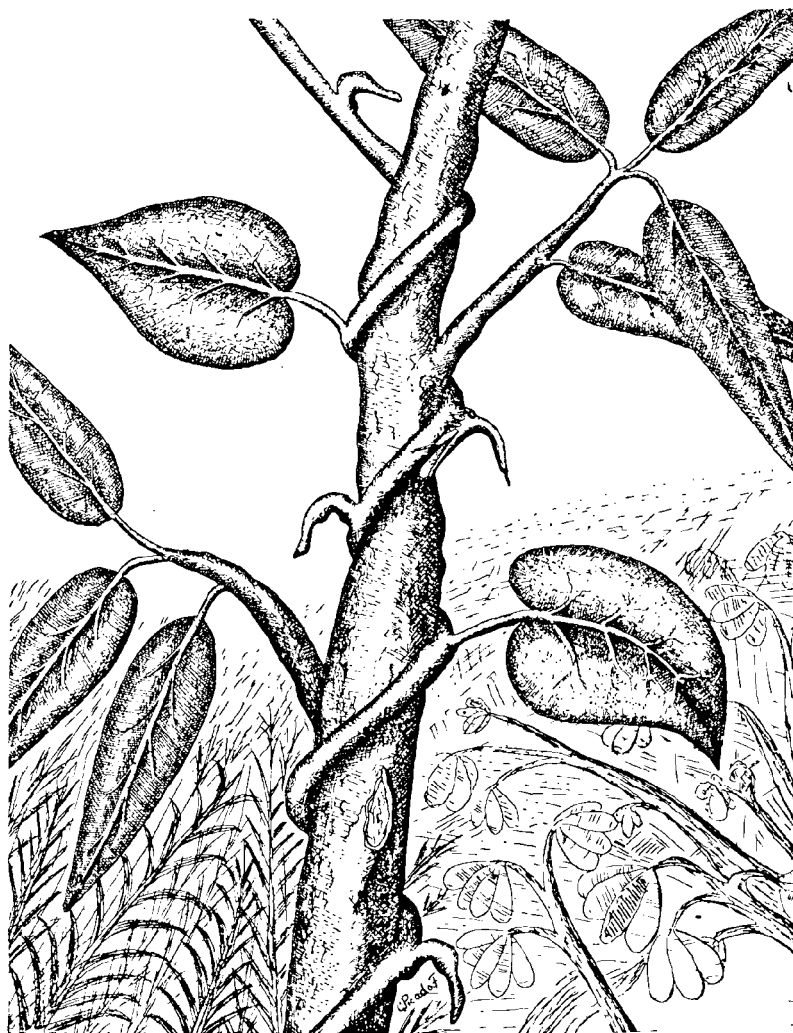


FIG. 5. — Le *Sphangophorus* sur la tige volubile d'une *Ipomoea*, présentant l'aspect des pétioles des feuilles caduques. (Grandeur naturelle).

(1) L'échantillon était détérioré quand nous avons voulu le photographier dans son milieu, mais notre dessin en donne une idée assez précise (fig. 5).

Dans les environs de Cartago, où nous l'avons trouvé, ils sont forts rares, bien que leur aire de dispersion s'étende du Mexique jusqu'au Brésil. Je l'ai rencontré une fois seulement, bien que l'ayant recherché avec grand soin.

Sur les *Cestrum*, Solanées dont quelques rameaux feuillés restent toujours très mal développés, habitent les *Antianthe expansa* STAL. qui présentent la couleur, et un peu la forme, des petites feuilles du *Cestrum* entre lesquelles ces Hémiptères se groupent imitant les rameaux. Quand on prend une des branches sur lesquelles ils se trouvent, ils restent immobiles; mais dès qu'on les touche, ils sautent avec force et se perchent sur une branche voisine où on ne les voit plus. Les figures 5 et 6 de la planche IV montrent un individu isolé et la fig. 12 (Pl. IV) représente ces Hémiptères sur les rameaux feuillés. Les *Ceresa* (Pl. IV, fig. 3 et 4) ont le même habitat, mais sont beaucoup plus rares.

Les *Polyglypta* présentent des cas d'homotypie assez notables. Le *Polyglypta costata* BURM (Pl. IV, fig. 10) qui se trouve très souvent sur les branches présente une carapace sillonnée, noire, tachetée de jaune blanchâtre (les tons de ces couleurs sont assez variables). Quand l'animal reste immobile sur la branche, il est bien difficile de le distinguer, car il ressemble à une petite branche cassée.

Une autre espèce de *Polyglypta* a été trouvée par nous sur les épis d'une graminée (*Chaetium bromoides*) dont les grains sont fort bien imités par l'insecte. D'autres espèces du même genre et à formes non moins bizarres passent inaperçues parmi les lichens.

Une chenille (*Geometridæ*) qui vit sur une espèce de rose ronge les fleurs de la plante. Cette chenille, de la même grandeur que les sépales, présente une coloration rouge brunâtre comme eux; la larve porte, en outre, un certain nombre d'expansions semblables à celles de pétales. Quand on produit un mouvement sur la branche la chenille se redresse, comme une chenille arpeuteuse; mais au lieu de se tenir droite comme celle-ci, elle se contourne en S, simulant à la perfection, grâce à cette attitude, un des sépales de la fleur sur laquelle elle habite.

Le cas le plus intéressant nous est fourni par un certain nombre de papillons du genre *Oxydia* (Pl. IV, fig. 2) qui imitent avec une netteté extrême les feuilles mortes. Nous avons trouvé un de ces papillons à côté d'une lampe électrique. La grande ressemblance que présentait

ce papillon avec une feuille m'ayant frappé, j'ai recherché le milieu habituel de cette espèce nocturne : je ne l'ai pas trouvée parmi les feuilles mortes qui tombent des arbres, ni sur l'écorce de ceux-ci. Mais j'ai rencontré sur les branches sèches qui jonchent le sol, non seulement l'espèce primitive, mais encore trois autres espèces présentant la même ressemblance intéressante avec les feuilles.

Ces papillons se posent, comme la grande majorité des papillons nocturnes, avec leurs ailes étendues. La forme générale que présente alors le papillon est plus ou moins lancéolée, comme la plupart des feuilles (1). Les points de contact entre les ailes inférieures et supérieures, ainsi que ceux des quatre ailes avec le corps, sont si bien disposés que l'ensemble du corps et des quatre ailes a l'air d'un tout continu, sans aucune interruption. Cette position est très difficile à faire prendre à l'animal déjà mort et nous n'avons jamais réussi.

D'une extrémité à l'autre des ailes, court une ligne blanchâtre ou foncée, qui imite la nervure moyenne de la feuille. Des lignes latérales, très mal tracées d'ailleurs, simuleraient les nervures secondaires. En outre, sur les ailes de quelques-uns de ces papillons on voit des taches argentées, transparentes et foncées, si communes dans les feuilles mortes. Chez une de ces espèces, *Oxydia recurvaria* HERR-SCHE. (Pl. IV, fig. 7), l'extrémité des ailes supérieures est effilée et courbée comme un pétiole. Très souvent, une des ailes supérieures est plus ou moins déchirée, comme c'est le cas dans un de nos échantillons photographiés et alors cette perte contribue à rendre l'imitation de la feuille beaucoup plus parfaite.

Si nous ajoutons que le papillon au repos met ses antennes sous ses ailes et que la couleur de celles-ci correspond aux diverses teintes des feuilles mortes, avec leurs taches polychromes, nous aurons une idée de cette imitation si curieuse d'un milieu constitué par une quantité de petites branches qui tombent à terre munies encore de quelques feuilles. L'insecte se pose sur les branches, choisissant, en général, l'une des plus grêles. Là, il peut profiter à merveille de son port bizarre, car, pour le trouver, il faut aller spécialement le chercher.

(1) Les *Oxydia* des collections ont toujours une forme toute différente, car les ailes sont ouvertes et très séparées les unes des autres, chose qui ne se passe jamais dans la nature.

Malgré que nos photographies donnent l'aspect des papillons et nous indiquent leur ressemblance avec les feuilles, elles manquent un peu d'exactitude, car, dans les branches tombées, les rameaux sont plus abondants et les feuilles assez fréquentes. Un autre défaut de la photographie, c'est l'absence des taches linéaires latérales des ailes, car leur couleur violacée n'impressionne pas la plaque.

Ce qu'il y a d'intéressant à remarquer ici c'est que la ressemblance n'est pas obtenue par le même procédé que chez les *Kallima* et chez les autres papillons-feuilles connus. En effet, les *Kallima*, *Cærois*, *Coenophlebia*, etc. prennent l'aspect des feuilles en se posant sur une branche les ailes relevées, se touchant par la partie supérieure, c'est-à-dire posées perpendiculairement au support. Nos *Oxydia*, au contraire, réalisent un aspect semblable en étendant leurs ailes horizontalement. Dans ces conditions, la nervure médiane de la pseudo-feuille appartient à la face supérieure des quatre ailes, au lieu d'appartenir à la face inférieure des deux ailes d'un même côté (*Kallima*, etc).

Parmi les faits du même ordre mentionnés par les auteurs, nous avons trouvé seulement des cas de ressemblance très grossière, se rapportant plutôt à l'homochromie simple qu'à l'homotypie véritable. Tels sont les cas signalés pour les genres *Gastropacha*, *Pygaera*, *Gonoptera*, *Lasiocampa*, etc.

Le schéma que nous traçons donne une idée de la forme des ailes et de la disposition des lignes et des taches dans les ailes des « papillons feuilles » les plus remarquables (fig. 6 à 9).

Une autre imitation, non moins notable, mais d'ordre tout à fait différent, est celle que présentent certains papillons qui, bien qu'appartenant à des familles distinctes convergent vers le même aspect: l'un appartient à la famille des *Pterophoridae* (sub-fam. *Agdistinae*), l'autre est un *Thyrididae*. Ces papillons ressemblent à de petites branches transversales en forme de T insérées sur une tige ou sur une branche quelconque.

Les espèces européennes de *Pterophorus* et autres similaires offrent le même cas de ressemblance. Un *Pterophorus* posé sur une petite branche ou sur un brin d'herbe nous donne l'idée d'un rameau transversal, car ses ailes (ou plutôt ses morceaux d'ailes, car elles sont découpées en lanières) sont juxtaposées de manière à donner l'apparence d'une longue et étroite lamelle.

Le cas des *Agdistinæ* est tout à fait autre, car ces espèces n'ont pas les ailes découpées en lanières, elles sont entières, mais l'animal



FIG. 6 et 7. — Disposition des lignes et taches dans les ailes du *Kallima* (à gauche) et du *Cæroïs*. (Réduit d'un 1/2).

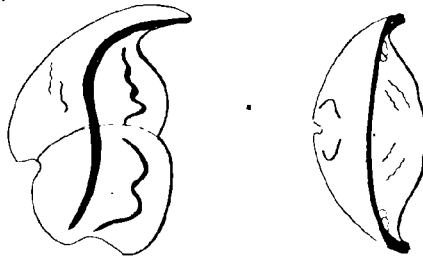


FIG. 8 et 9. — Disposition des lignes dans les ailes du *Coenophlebia* (à gauche) et d'un *Oxydia*. (Réduction 1/2).

les plie dans le sens longitudinal, de telle sorte que chaque paire d'ailes située du même côté prenne l'aspect d'un long et mince cylindre, légèrement recourbé vers ses extrémités chez notre *Agdistinæ* (Pl. IV, fig. 12).

Le *Thyrididæ* présente le même fait, mais ses ailes ne sont pas recourbées.

Le vol est assez bien développé chez ces papillons et bien que les ailes paraissent très réduites, parce qu'elles sont plissées, elles sont en réalité assez larges.

Une de nos photographies (Pl. IV, fig. 11) montre le *Meskea dyspteraria* GROT. ayant une paire d'ailes plissée et l'autre étendue de manière à pouvoir comparer la largeur véritable et apparente des ailes. Cette espèce présente, à l'extrémité de son abdomen, une touffe de poils; quand le papillon est posé sur une branche, son abdomen se soulève et se maintient perpendiculairement à la branche, fait qui est d'ailleurs très commun pour un grand nombre de papillons et pour certains diptères comme les Tipules par exemple.

La couleur de ces papillons est brun grisâtre et semblable aux branches sur lesquelles ils passent leurs journées.

Ils volent très rarement pendant le jour.

III. — MIMÉTISME SPÉCIFIQUE

Parmi les Oiseaux costariciens, nous connaissons un seul cas de mimétisme spécifique, mais nous doutons qu'il ait une utilité quelconque pour l'animal.

Cependant, par ses dimensions, sa coloration et sa manière de voler on peut constater une grande similitude entre un Pénélopidé, *Ortalida cinereiceps* GRAY. et un Corvidé, *Psilorhinus mexicanus* RUPP. qui habitent, tous deux, les mêmes localités, le Corvidé étant de beaucoup le plus abondant.

Ces Oiseaux, sans aucune parenté, ont en commun les traits suivants: leurs dimensions sont comparables à celles d'un faisan; leur dos est coloré en sépia; ils ont le ventre cendré, la queue assez longue avec l'extrémité des plumes blanche.

Cette coloration de l'extrémité des plumes est mise en évidence quand l'oiseau prend son vol, déployant alors sa queue en éventail. Le vol des ces deux espèces est très lourd et, en général, ils volent seulement d'un arbre à l'autre. Le bec et les pattes des deux espèces sont noirâtres et également longues. Les individus de l'une et l'autre de ces espèces se réunissent en bandes peu nombreuses.

Le Corvidé est beaucoup plus batailleur que l'*Ortalida* et, parfois, trois ou quatre individus s'unissent contre les éperviers qui se trouvent dans les environs.

Il faut indiquer en outre que le *Psilorhinus mexicanus* exhale une odeur assez désagréable, au moins pour l'homme.

La ressemblance entre des oiseaux appartenant aux familles *Pénélopidæ* et *Corvidæ* n'a pas été signalée; mais il faut plutôt, nous

le répétons, la considérer comme une ressemblance fortuite et non comme une imitation proprement dite.

Parmi les Reptiles, les cas les plus remarquables sont probablement ceux qui sont fournis par les serpents de corail (*Elapidae*) et les autres serpents inoffensifs qui possèdent la coloration tout à fait particulière et caractéristique des *Elapidae*. Cette coloration est constituée par des anneaux rouges et noirs, parfois accompagnés de jaunes.

En Costa-Rica, on trouve une espèce, *Elaps fulvius* DUM., qui est une des plus caractéristiques de notre faune herpétologique. Ce serpent, d'une longueur moyenne de cinquante à soixante-quinze centimètres, présente des anneaux rouges, noirs et jaunes, disposés de la manière suivante :

Un long anneau rouge de quatre centimètres environ, un anneau jaune, un noir et un autre jaune, ces trois formant une longueur d'un centimètre et demi, puis un anneau rouge et ainsi de suite.

Une autre espèce, inoffensive et de même longueur, présente une coloration identique, avec la seule différence que la disposition des anneaux noirs et jaunes est renversée, c'est-à-dire qu'un anneau jaune est bordé par deux noirs. Cette espèce qui est assez fréquente dans les endroits habités par les *Elaps* est *Erythrolamprus asculapii* LINN.

La grande ressemblance de ces serpents avec les *Elaps* a été fatale à quelques personnes qui, ayant l'habitude de prendre ces serpents, ont cru tous les serpents-corail inoffensifs, jusqu'au moment où ils sont tombés sur un *Elaps* (1).

Le grand groupe des Héliconidés, papillons qui échappent aux oiseaux, comme on le sait, grâce au liquide jaunâtre, amer et de

(1) A ce propos, je crois intéressant d'indiquer une disposition qui permet, même aux personnes les moins expérimentées en herpétologie, de distinguer d'un coup d'œil les espèces venimeuses de celles qui ne le sont pas :

Chez les *venimeux*, chaque anneau noir est bordé par deux jaunes. Chez les *inoffensifs*, chaque anneau jaune est bordé de deux noirs.

LEONHARD STEJNEGER (*The Poisonous Snakes of North America*) a constaté l'exactitude de ce fait, chez sept espèces de l'Amérique du Nord appartenant aux genres *Lampropeltis*, *Gemophora*, *Osceola* et *Rhinocheilus*, qui présentent les mêmes colorations que celles des deux espèces d'*Elaps* qui habitent les États-Unis d'Amérique.

mauvaise odeur dont ils sont pourvus, présentent quelques cas de mimétisme dans le même groupe. Des genres différents ou des espèces différentes du même genre sont colorées de manière à donner le même aspect général. Mais nous ne nous arrêtons pas sur ces cas qui sont plutôt une simple convergence, une ressemblance fortuite, qu'un cas de mimétisme.

D'autres espèces, surtout des Leptaliidés, assez éloignées des Héliconidés, présentent une grande ressemblance avec ces derniers.

Un seul cas nous arrêtera, car il s'agit d'un Héliconidé qui est le plus caractéristique de la partie inférieure de la vallée du Reventazón (un des plus grands torrents du pays). Cet *Heliconius* est tout noir, mesurant parfois jusqu'à un décimètre d'envergure; ce papillon a une bande transverse d'un blanc pur aux ailes supérieures. Dans le même endroit, on trouve, de temps en temps, dans une proportion d'un pour deux cents, à peu près, un *Leptalis* qui présente la même grandeur, la même coloration, qui a le vol très lent et caractéristique des Héliconidés. Toutes les deux espèces sont très visibles et, malgré que l'attention soit tout de suite attirée par eux, nous n'avons jamais vu un oiseau attraper un de ces papillons qui habitent justement dans un endroit très fréquenté par les Tyrannidés, qui sont, peut-être, les oiseaux qui causent le plus de ravages parmi les insectes de nos contrées.

BELT, dans «The Naturalist in Nicaragua», cite le cas d'un Leptaliidé ayant perdu la coloration blanche, si commune dans la famille, pour prendre l'aspect d'un Héliconidé.

La particularité curieuse que présentait cet animal était que le mâle seul avait la moitié supérieure des ailes inférieures colorée en blanc, et qu'il cachait cette coloration à l'aide des ailes supérieures. Cependant, pendant l'époque du rut, le mâle en s'approchant de la femelle met cette tache en pleine évidence « *pour satisfaire la préférence que la femelle doit éprouver pour la couleur normale du groupe auquel elle appartient* ».

Nous avons trouvé en Costa-Rica le *Leptalis nemesis* LART. qui présente (pendant le vol seulement) l'aspect de *Heliconius churitionia* L. Ses couleurs sont noire et jaune verdâtre comme celles de l'*Heliconius*, mais la disposition de ces taches est assez variable et bien différente de celle de l'espèce qu'il imite pendant le vol; mais il faut remarquer que le *Leptalis nemesis* a la face inférieure de ses

ailes seule visible à l'état de repos, colorée d'une teinte qui attire très peu l'attention.

Ce papillon a, comme le *Leptalidé* de BELT, (et comme d'autres espèces appartenant à d'autres genres) la moitié supérieure des ailes inférieures colorées en blanc et ces taches restent toujours cachées par les ailes supérieures ; mais, nous n'avons jamais constaté la mise en évidence de ces taches blanches, à la manière des ornements sexuels. Il n'y a pas lieu d'insister sur l'interprétation de BELT qui ne tend à rien moins que de supposer, chez la femelle, la connaissance de sa généalogie.

Parmi les papillons nocturnes on trouve des espèces qui présentent un liquide protecteur semblable à celui des Héliconidés :

L'Eucyane excellens WALK. est un des plus beaux papillons nocturnes de l'Amérique Centrale. Ses ailes supérieures sont noires (sauf deux points rouges) traversées par une bande blanche. Quand le papillon est posé sur une pierre, arbre ou mur, on ne voit que ces parties qui n'ont rien de particulièrement admirable ; par contre toute la face inférieure des ailes, de même que la face supérieure des ailes inférieures est colorée d'une manière vraiment excellente en rouge blanc et bleu sur fond noir.

Quand on capture un de ces papillons, et qu'on le comprime un peu, il s'échappe de son intérieur un liquide jaune, amer, d'odeur repoussante qui tache les doigts ; ce liquide présente, exagérées, les propriétés de celui des Héliconidés.

Dans les mêmes endroits, j'ai trouvé un papillon du genre *Simena* dépourvu de liquide protecteur et qui ne possède pas davantage la riche coloration des ailes inférieures comme l'*Eucyane*, mais ce papillon présente les ailes supérieures noires avec la bande blanche comme chez l'*Eucyane* et comme ce dernier ses ailes inférieures sont exactement recouvertes par les ailes supérieures. La ressemblance est alors réalisée d'une façon si parfaite que quand on trouve un de ces papillons on ne sait, avant un examen attentif, s'il s'agit de l'un ou de l'autre genre.

Parmi les Coléoptères, les Lycidés sont aussi protégés par un liquide interne. Ce groupe est imité par des Coléoptères longicornes, par des Hyménoptères, des Hémiptères et aussi par des papillons : ainsi, par exemple, le genre *Calopteron* du groupe des Lycidés est

imité par des papillons qui appartiennent aux genres *Correbia* et *Dycladia*.

Les Lépidoptères imitant les Hyménoptères sont des cas très fréquents ; nous en mentionnerons seulement un nouveau :

Dans une collection ou sur une planche, *Anycles anthracina* W.-K. paraît être un papillon à ailes minces étalées, colorées en noir, dont l'extrémité des ailes supérieures est blanche. L'aspect général de ce papillon, ainsi disposé, ne laisse pas soupçonner que l'on ait à faire à un cas d'imitation d'un autre insecte. Cependant, ce papillon est un des cas de mimétisme spécifique des plus parfaits de notre faune. En effet, la grandeur et la coloration du papillon sont les mêmes que celles d'une de nos guêpes, le *Parachartergus apicalis* FABR. espèce très venimeuse. Quand le papillon marche, il le fait lentement, les ailes entr'ouvertes et soulevées légèrement comme la guêpe modèle. Nous l'avons trouvé une seule fois ; nous nous en sommes emparés avec beaucoup de précautions à l'aide d'un mouchoir, car nous l'avons pris en réalité pour la guêpe qu'il imite si parfaitement. J'ajoute qu'une coloration semblable se rencontre chez d'autres hyménoptères.

Pour terminer avec les papillons, nous dirons que beaucoup d'espèces de *Macroglossa*, qui butinent sur les fleurs sans s'y poser, présentent une grande ressemblance (citée comme mimétique) avec les Colibris de notre territoire, mais ceci est un simple fait de convergence, car les *Macroglossa* d'Europe prennent le nectar de la même manière et dans un continent où il n'y a pas d'Oiseaux-mouches.

Les Diptères qui miment les Hyménoptères sont très nombreux. Un cas particulier mérite d'être cité.

Sur les feuilles énormes des Aroïdées du genre *Colocasia* qui pousse dans les mares en Costa-Rica se trouve une mouche, *Calobata* sp., qui présente la curieuse particularité de placer ses pattes antérieures au-dessus de sa tête et les meut d'une manière régulière, très rapide, comme le font certains Hyménoptères. A cet effet, la première paire de pattes a son premier article beaucoup plus long que celui des autres pattes. Cette particularité est bien visible sur la photographie que nous donnons (Pl. IV, fig. 9).

Quand j'ai trouvé ce Diptère, j'ai pensé que dans le même endroit devait se trouver aussi un Hyménoptère semblable. Je me suis donc

mis à sa recherche, capturant toutes les mouches de cette espèce que j'ai pu rencontrer ; finalement, parmi une quantité énorme de mouches, j'ai trouvé un *Ichneumon* d'aspect comparable (Pl. IV, fig. 8).

Les traits communs des deux Insectes sont les suivants :

Corps orangé, rougeâtre, ailes transparentes portant des stries transverses au nombre de trois. — Ces stries sont disposées de la manière suivante : une à l'extrémité de l'aile, l'autre près de sa base et la troisième au milieu.

Les antennes de l'Hyménoptère présentent des anneaux orangés, jaunes et noirs. Cette coloration est identique à celle des pattes antérieures du *Calobata* qu'il place au-dessus de sa tête et qu'il agite comme de véritables antennes (1).

Dans une forêt et dans un endroit tout différent, nous avons trouvé plus tard une autre espèce de mouche qui mouvait ses pattes comme l'espèce précédente. Mais ici nous n'avons pas trouvé d'Hyménoptère que l'on en puisse rapprocher. Il est à remarquer, d'ailleurs, que le nombre des individus de *Calobata* est beaucoup plus considérable que celui des individus de l'espèce d'Hyménoptère. Or, on ne voit pas quel avantage l'Hyménoptère peut tirer de sa ressemblance avec un Diptère ; d'autre part la rareté de l'*Ichneumon* ne permet pas de comprendre l'utilité de l'imitation par *Calobata*.

En ce qui concerne les Araignées, nous avons trouvé sur les troncs de *Bursera gummifera* une espèce de *Salticus* imitant les petites Fourmis qui courent sur les mêmes troncs.

Les Fourmis montent et descendent généralement en longues files le tronc des arbres. Les Araignées se joignent à elles sans que les Fourmis en soient incommodées.

Les moustiques viennent se poser sur le tronc des mêmes arbres sans se méfier des Fourmis non carnivores et ne soupçonnant pas la présence du *Salticus* ; celui-ci se précipite tout d'un coup sur les moustiques et les dévore.

Avant de sauter sur le Diptère, l'Araignée fixe sa soie au tronc de l'arbre. Ainsi quand (par la violence de son saut) elle se trouve en l'air avec sa proie, elle retombe un peu plus bas, mais toujours sur le

(1) Chez certaines Araignées on a cité un cas semblable : la *Synagetes picata* qui place au-dessus de sa tête sa première paire de pattes, comme pour imiter les Fourmis.

même tronc ; condition qui ne se réaliserait pas si l'Araignée n'était pas attachée par son fil.

En terminant, je veux manifester ma gratitude au personnel du Laboratoire d'Évolution des Êtres organisés, qui, avec extrême bonté, m'a aidé dans l'étude de ma collection.

Paris, mars 1910.

A. GUILLIERMOND

LA SEXUALITÉ CHEZ LES CHAMPIGNONS

SOMMAIRE

I. INTRODUCTION.

II. AMPHIMIXIE { A. Plasmodiogamie. { *a* Hologamie.
 { B. Copulation de gamètes. { *b* Mérogamie.
 { C. Copulation de gamétanges ou gamétangie.

III. AUTOMIXIE { A. Pædogamie.
 { B. Parthénogamie.
 { C. Pseudogamie.

IV. SEXUALITÉ DES ASCOMY- { A. Fécondation à l'origine du { *a* Anishologamie.
CÈTES SUPÉRIEURS } périthèce ou fusion har- { *b* Anisomérogamie.
 { périenne. { *c* Anisogamétangie.
 { } { *d* Parthénogamie.
 { } { *e* Pseudogamie.
 { } { *f* Parthénogénèse.
 { B. Fusion nucléaire de l'asque ou fusion dangear-
 { dienne ; sa signification.

V. APO MIXIE.

VI. CONSIDÉRATIONS GÉNÉ- { A. Evolution nucléaire : gamétophyte et sporophyte.
RALES { B. Automixie.
 { C. Rôle de la fécondation.

I. — INTRODUCTION

Les recherches poursuivies depuis une quinzaine d'années sur la sexualité des Champignons ont été fécondes en résultats et ont donné lieu à des découvertes inattendues qui ne sont pas sans heurter beaucoup des idées régnantes sur la signification de la fécondation. A ce point de vue, elles offrent donc une grande importance biologique.

Tout d'abord, elles nous montrent que la sexualité apparaît comme un phénomène presque général chez les Champignons : on ne connaît pas de groupe où elle ne soit représentée. Grâce à l'impulsion donnée par les travaux de DANGEARD et HARPER, la sexualité est aujourd'hui démontrée chez les Champignons supérieurs qui avaient été si longtemps considérés comme dépourvus de toute manifestation sexuelle et, si les avis diffèrent encore sur son interprétation, personne ne songe plus à nier son existence. Seulement, cette sexualité est en voie de rétrogradation, ce qui fait qu'elle a exigé pour être mise en évidence de patients efforts et toutes les ressources de la technique cytologique moderne. Les Ascomycètes et les Basidiomycètes, qui forment ce que l'on désigne sous le nom de Champignons supérieurs, montrent en effet, avec quelques exemples de fécondation typique conservée dans les représentants les plus archaïques de ce groupe, toute une série de processus de rétrogradation connus sous le nom de *parthénogamie* et de *pseudogamie*, aboutissant finalement à la parthénogénèse ou à l'apogamie, ce qui semble indiquer que ce groupe est en voie de perdre sa sexualité. Enfin dans ces dernières années les travaux de KRANZLIN, de JAHN et PINOY ont démontré l'existence d'un acte sexuel dans les Myxomycètes où la sexualité paraissait faire défaut.

D'autre part, les beaux travaux de BLAKESLEE ont ouvert des horizons nouveaux et inattendus sur le dimorphisme sexuel qui seront destinés sans doute à prendre une importance considérable.

Dans un autre ordre d'idées, l'étude de la sexualité dans le *Basidiobolus ranarum*, dans les Endomycétées et les Levures ont donné une orientation nouvelle à nos idées sur la fécondation. Jusqu'ici, à la suite des travaux de MAUPAS et des théories de

WEISMANN, on admettait que la fécondation ne pouvait s'accomplir qu'entre des individus de parenté très éloignée apportant par conséquent dans l'œuf des caractères héréditaires très dissemblables. L'étude de la sexualité dans le *Basidiobolus*, dans les Endomycétées et les Levures, a fourni au contraire une preuve que la fécondation peut se produire tout aussi bien entre des gamètes de parenté extrêmement rapprochée, souvent même appartenant à une même génération. Ces résultats ont été d'ailleurs corroborés par les recherches de R. HERTWIG, SCHAUDINN et PROWAZEK qui ont montré dans les Protozoaires la fréquence de ces phénomènes qui ont reçu en Allemagne le nom d'*autogamie*. Ce sont là des résultats qui sont loin de s'accorder avec les idées de WEISMANN sur l'amphimixie.

A tous ces points de vue, l'étude de la sexualité des Champignons présente un très grand intérêt et il nous semble qu'il sera intéressant d'examiner ici ses récentes acquisitions.

Nous passerons en revue les différentes formes de la sexualité des Champignons. Nous suivrons pour cela la classification adoptée par HARTMANN (1) dans son récent mémoire sur l'autogamie des Protistes. Cette classification, quelque complexe qu'elle paraisse, a cependant de grands avantages et nous semble très commode.

A l'exemple de HARTMANN, nous étudierons donc séparément les processus de fécondation qui s'effectuent entre des gamètes appartenant à des générations éloignées et répondant ainsi à l'*amphimixie* de WEISMANN, des processus d'autogamie qui s'accomplissent entre des individus très proches parents et que nous grouperons avec cet auteur sous le nom d'*automixie*.

Nous ferons toutefois remarquer que cette séparation est un peu arbitraire par certains côtés. Souvent, en effet, l'automixie n'est pas nettement séparée de l'amphimixie. C'est ainsi, par exemple, qu'avec la *paedogamie*, nous retrouvons tous les degrés de transition entre l'amphimixie et l'automixie. Cependant un grand nombre de phénomènes d'automixie, notamment la parthénogamie et la pseudogamie offrent des caractères très spéciaux qui légitiment leur séparation de la fécondation amphimixique.

Enfin, nous réserverons le nom d'*apomixie* aux phénomènes parthénogénétiques ou apogamiques n'offrant aucune fusion nucléaire.

L'apomixie comprend la parthénogénèse, développement apomixique de l'œuf, et l'apogamie, développement apomixique d'un individu à partir d'une cellule non différenciée en œuf.

Nous étudierons séparément la sexualité des Ascomycètes supérieurs qui mérite une place spéciale parce qu'elle reste très obscure et que son interprétation est encore très discutée.

II. — AMPHIMIXIE

Nous grouperons sous ce nom tous les processus sexuels qui s'effectuent entre des gamètes séparés par de nombreuses générations et réalisent l'amphimixie de WEISMANN.

A. — PLASMODIOGAMIE

Nous placerons ici les phénomènes sexuels qui ont été découverts récemment par KRANZLIN, JAHN et PINOY. Ces phénomènes offrent des caractères très spéciaux qui ne peuvent être rapprochés d'aucune des formes connues de la sexualité.

Il n'est pas nécessaire d'insister beaucoup ici sur le développement des Myxomycètes qui est très connu. On sait qu'à certains moments, il se produit dans l'évolution d'un Myxomycète un sporange qui met en liberté des zoospores, puis celles-ci se transforment bientôt en myxamibes. Après une période de multiplication et de croissance, les myxamibes se réunissent les uns aux autres sans fusionner leurs noyaux et constituent une masse protoplasmique plus ou moins volumineuse qui représente un plasmode. Au bout d'un temps plus ou moins long, lorsque le moment de la reproduction est venu, le plasmode se fixe au substratum par un pédoncule, s'entoure d'une membrane cellulosique et se transforme en sporange.

C'est à M^l^{le} KRANZLIN (2) qu'on doit la découverte de l'existence d'un acte sexuel dans les formes les plus élevées des Myxomycètes, les Arcyriées et les Trichiées. Cet acte sexuel consiste en une fusion par paire des noyaux du plasmode, qui précède la formation des spores. Après cette fusion, les noyaux copulés subissent bientôt des divisions de réduction, puis s'entourent de cytoplasme et forment des spores.

Peu de temps après la découverte de KRANZLIN, JAHN (3) a retrouvé le même phénomène dans le genre *Ceratiomyxa* et a pu démontrer, d'une manière précise, l'existence d'une réduction numérique des chromosomes qui succède à la copulation des noyaux. Selon cet auteur, les noyaux du plasmode renferment 8 chromosomes ; après

la karyogamie, ce nombre est doublé et on compte 16 chromosomes dans chaque noyau (Fig. 1). La réduction chromatique succède

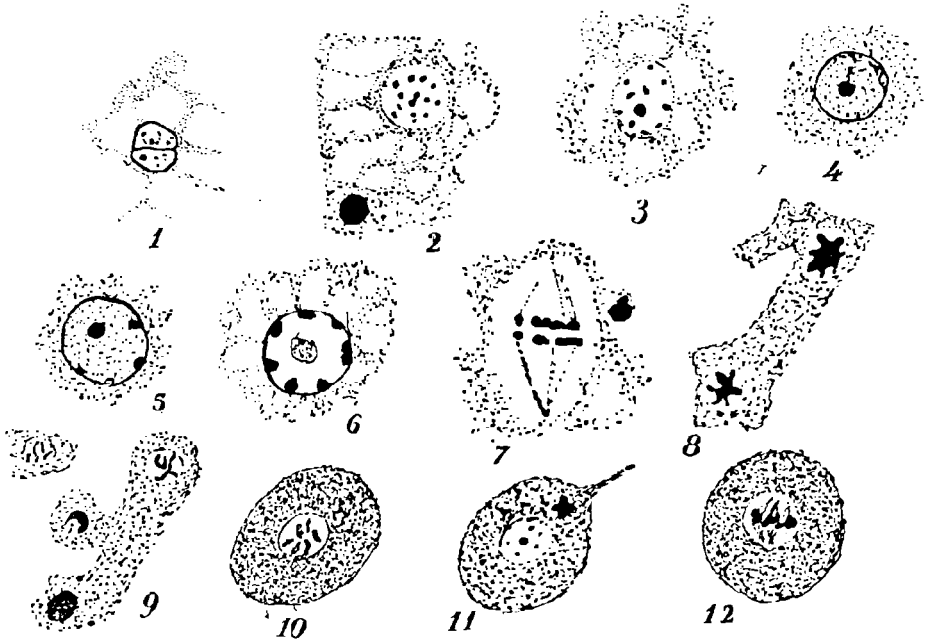


FIG. 1. — Différents stades de la fécondation dans *Ceratiomyxa*. — 1. Copulation de deux noyaux du plasmode; 2 et 3, noyaux copulés; 4 et 5, synapsis; 6 à 8, divers stades de la mitose hétérotypique; 9, stade succédant à la mitose, deux des noyaux sont destinés à produire des spores, les deux autres sont en dégénérescence; 10 et 11, spores; 12, spore dont le noyau subit sa première mitose (d'après JAHN).

immédiatement à la karyogamie. Les noyaux entrent en mitose et JAHN a constaté, au début de la prophase, la présence d'un stade synapsis après lequel les chromosomes se trouvent réduits au nombre de 8: ces derniers se dédoublent pendant la mitose de réduction qui se produit alors. Beaucoup des noyaux résultant de cette mitose dégèrent; les autres s'entourent de cytoplasme et forment les spores. Dans chaque spore, le noyau subit deux mitoses successives, de telle sorte que chaque spore offre quatre noyaux, mais ces mitoses n'ont aucune relation avec la réduction chromatique à l'encontre de l'opinion qui avait été soutenue par OLIVE (4). Ainsi, fait très curieux et qui mérite d'attirer notre attention,

contrairement à ce qu'on observe dans tous les animaux et dans tous les végétaux supérieurs, la réduction chromatique s'opère immédiatement après la fécondation et à aucun moment le noyau ne renferme $2n$ chromosomes. De la sorte, la lignée à $2n$ chromosomes ou sporophyte se trouve supprimée. Nous retrouverons cette particularité dans beaucoup de champignons, notamment dans les Levures, les Endomycétées, les Saprologniées, etc.

Au contraire dans les Métaphytes et dans tous les animaux, les gamètes sont des éléments incomplets dans lesquels s'est opéré une réduction de moitié des chromosomes. La fécondation a donc pour conséquence chez eux de former une cellule à noyau complet. A la suite des travaux de VAN BENEDEN, à qui on doit la découverte de cette réduction chromatique, on avait cherché la raison d'être de la fécondation dans la structure incomplète des gamètes. D'après cette théorie, les gamètes ne possédant qu'un demi-noyau, étaient des éléments incomplets et par conséquent incapables de se développer. Leur fusion reconstituait une cellule complète capable de se multiplier et de créer un nouvel individu.

L'évolution nucléaire des Myxomycètes et de certains autres Champignons que nous aurons à examiner dans la suite ne semble donc pas justifier cette théorie, puisque la réduction chromatique s'opère à la germination de l'œuf et que les gamètes offrent un noyau analogue à celui de toutes les autres cellules végétatives. On ne peut donc considérer ces éléments comme des cellules incomplètes.

L'existence de la fécondation chez les Myxomycètes se trouve d'autre part confirmée par les récentes recherches de PINOY faites à un tout autre point de vue.

PINOY (5) a remarqué qu'un certain nombre de plasmodes de Myxomycètes ne fructifient jamais, tandis que d'autres placés exactement dans les mêmes conditions produisent des spores. L'auteur est parvenu à trouver l'explication de ce phénomène. Il a pu mettre en évidence chez le *Didymium nigripes* l'existence de myxamibes en apparence semblables, mais en réalité essentiellement différents. Ces myxamibes jouent un rôle différent dans la fécondation, ils offrent donc une différenciation sexuelle, mais purement physiologique. Comme ils ne se distinguent pas morphologiquement, on peut, en comparant à ce BLAKESLEE a observé dans les Mucorinées et dont nous parlerons plus loin, appeler les uns myxamibes + et les autres myxamibes —.

Si des myxamibes— se réunissent entre eux pour former un plasmode, celui-ci ne fructifiera jamais. Il en est de même si des myxamibes + se fusionnent entre eux. Mais si des myxamibes + se fusionnent avec des myxamibes — le plasmode issu de cette copulation de myxamibes fructifiera et produira des spores. Ainsi, il y a donc dans les Myxomycètes un véritable dimorphisme sexuel que nous retrouverons chez les Mucorinées. Faisons seulement remarquer ici l'intérêt considérable de cette différenciation physiologique sur laquelle d'ailleurs nous aurons à insister plus loin.

En résumé, il y a donc dans les Myxomycètes un véritable acte sexuel, consistant en la réunion en un plasmode d'individus de sexe différent, puis plus tard au moment de la formation des spores en une copulation par paire des noyaux du plasmode, suivie de réduction.

HARTMANN assimile les processus sexuels constatés dans les Myxomycètes à l'automixie. Mais, à notre avis, il ne saurait être question ici d'automixie, puisque le plasmode dans lequel s'effectue la fusion nucléaire provient de la réunion d'individus très différents, qui même selon PINOY offrent un dimorphisme sexuel. Les processus sexuels des Myxomycètes appartiennent donc, selon nous, à l'amphimixie et non à l'automixie et constituent un mode de fécondation primitive très particulier qu'on ne peut comparer à aucune autre forme connue de la sexualité : nous proposons de les désigner sous le nom de *plasmodiogamie*.

B. — COPULATION DE GAMÈTES.

Nous entendons par copulation de gamètes la fusion complète et durable de deux cellules. A la copulation se rattachent l'*hologamie* et la *mérogamie*.

a. Hologamie. — L'hologamie consiste en une copulation produite entre deux individus végétatifs adultes qui ne sont pas différenciés en véritables gamètes.

L'hologamie est rare chez les Champignons et ne s'observe guère que dans certains Ascomycètes inférieurs (Levures, *Eremascus fertilis*, *Endomyces magnusii*) et dans le *Polyphagus euglenae*.

Nous avons fait connaître il y a une dizaine d'années, l'existence d'un processus sexuel dans les *Schizosaccharomyces* (6), groupe spécial de Levures qui se distingue des autres par le fait qu'elles se multiplient par scissiparité.

Le *Schizosaccharomyces octosporus* nous offre un exemple caractéristique de copulation isologamique. Deux cellules identiques

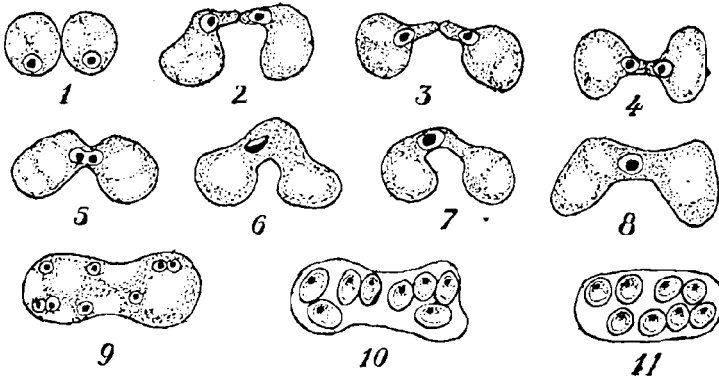


FIG. 2. — Différents stades de la copulation du *Sch. octosporus*. — 1, deux gamètes accolés ; 2 à 4, réunion de deux gamètes ; 5 à 6, fusion nucléaire ; 7 et 8, stades succédant à la fusion nucléaire ; 9, zygospore dans laquelle le noyau a formé par trois divisions successives huit noyaux ; 10 et 11, asques mûrs (d'après GUILLIERMOND).

et voisines se réunissent l'une à l'autre au moyen d'un canal de copulation formé par la soudure de deux petits becs émis par chacune d'elles. La cloison mitoyenne qui sépare les deux gamètes au milieu du canal de copulation ne tarde pas à se résorber, puis le noyau de chacun des gamètes s'introduit dans le canal et c'est là que s'effectue la fusion nucléaire. Celle-ci opérée, les deux gamètes achèvent leur fusion et bientôt ne forment plus qu'une seule cellule ovale qui grossit et se transforme en un asque où naissent indifféremment 4 ou 8 ascospores (fig. 2). Toutefois, la fusion des gamètes n'est pas toujours complète et l'asque qui en résulte conserve parfois un léger sillon médian, vestige du canal de copulation. Il arrive même, que dans certains cas les gamètes restent individualisés et que l'asque soit constitué par deux cellules réunies par un canal de copulation. En ce cas, les ascospores se forment au nombre de 4 ou de 2 dans chaque cellule. On observe donc dans cette Levure tous les passages entre la fusion complète et la fusion incomplète.

Dans le *Sch. pombe* et le *Sch. mellucei*, deux espèces très voisines de la précédente, la copulation s'opère de la même manière, avec cette seule différence que la fusion reste toujours incomplète (fig. 3). Les deux gamètes se réunissent par un canal de

copulation, dans lequel s'opère la fusion nucléaire et le mélange des cytoplasmes. Le noyau provenant de cette copulation ne tarde pas à se diviser et les deux noyaux fils qui en résultent émigrent dans les deux renflements de la zygospore où ils subissent bientôt une seconde division, nécessaire à la formation des ascospores.

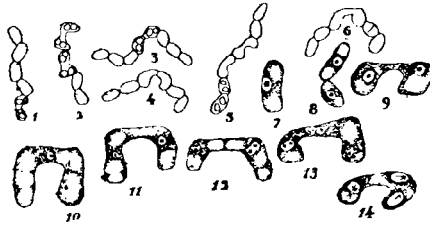


FIG. 3. — Copulation du *Sch. pombe*. — 1 à 6, files de cellules se fusionnant deux à deux et dont quelques unes déjà ayant achevé leur fusion se sont transformées en asques tétrasporés ; 7, une cellule avec son noyau ; 8, division d'une cellule ; 9 et 10, fusion de deux cellules ; 11 à 13, division du noyau fécondé ; 14, asque mûr (d'après GUILLIERMOND).

La zygospore se transforme alors en un asque qui conserve la forme d'un haltère ou de deux cornues réunies par le même goulot. Les ascospores, toujours au

nombre de 4, naissent par paire dans les deux renflements de l'asque.

Des processus identiques ont été signalés par BARKER (7) et quelques autres auteurs dans les Levures ordinaires qui se multiplient par bourgeonnement, notamment dans plusieurs espèces du genre *Zygosaccharomyces*. La fusion y est toujours incomplète.

Ainsi, on assiste donc dans les Levures à une transformation de l'isohogamie caractéristique qui subsiste encore dans le *Sch. octosporus*, en un mode spécial de copulation, qui reste incomplète. A cet égard, la sexualité des Levures nous offre une forme qui peut être considérée comme un intermédiaire entre la copulation hologamique et la conjugaison, c'est-à-dire la fusion incomplète et temporaire de deux cellules en vue de l'échange des noyaux dont les Infusoires constituent l'exemple classique. La copulation des *Sch. pombe* et *mellacei* et des *Zygosaccharomyces* consiste, en effet, en la réunion de deux cellules par un canal de copulation, dans lequel se produit la fusion nucléaire et protoplasmique, puis celle-ci opérée, le noyau se divise et les noyaux qui en résultent émigrent dans les deux cellules qui forment chacune un œuf. La différence essentielle entre la conjugaison et la copulation des Levures consiste en ce que dans la conjugaison, les deux cellules se séparent après avoir échangé leurs noyaux, tandis que dans la copulation des Levures, elles restent réunies. La copulation des Levures offre, parmi

les Protophytes, le seul exemple qui puisse être rapproché de la conjugaison.

Remarquons que dans toutes les Levures la copulation s'effectue souvent entre des cellules contiguës et très proches parentes et peut être indifféremment automixique et amphimixique, mais nous reviendrons plus loin sur cette question.

L'*Eremascus fertilis* découvert récemment par M^{lle} STOPPEL (8) va nous offrir un autre exemple très caractéristique d'ishologamie. Cette Endomycétée est constituée par un thalle cloisonné et ramifié dont chaque cellule ne renferme au moment de la reproduction sexuelle qu'un seul noyau. La copulation s'effectue soit entre deux cellules contiguës d'un même filament, soit entre deux cellules appartenant à des filaments différents (fig. 4). Elle est donc indiffé-

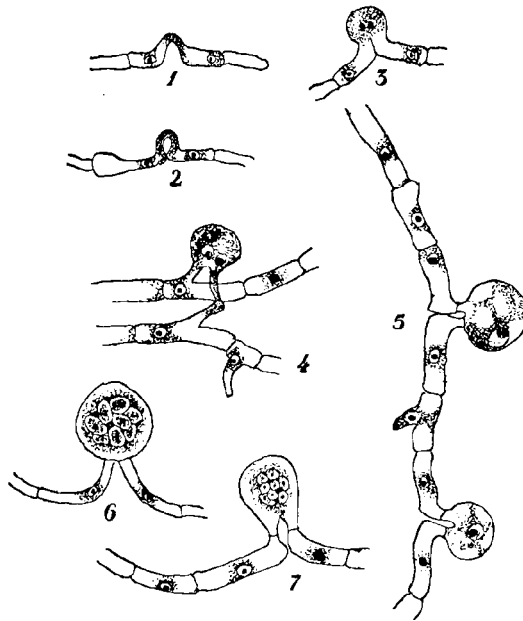


FIG. 4. — Copulation dans l'*Eremascus fertilis*. — 1 et 2, réunion de deux cellules contiguës du même filament ; 3, formation de l'œuf ; 4, formation d'un œuf aux dépens de deux filaments différents ; 5, œufs formés par des cellules contiguës d'un même filament et dans lesquels les deux noyaux se sont fusionnés ; 6 et 7, asques octosporés (d'après GUILLIERMOND).

remment amphimixique ou automixique. Les deux cellules s'unissent au moyen de petits diverticules qui se rejoignent et s'anastomosent,

formant ainsi une sorte de canal de copulation dont la cloison mitoyenne ne tarde pas à se résorber. Une partie du cytoplasme des deux cellules anastomosées s'introduit dans ce canal, puis se concentre au milieu de ce dernier qui forme un renflement sphérique qui deviendra la zygospore. A ce moment, chacune des deux cellules divise son noyau : l'un des noyaux fils qui en résulte reste dans la cellule, l'autre s'introduit dans la zygospore. Là, les deux noyaux sexuels se fusionnent bientôt en un seul gros noyau, puis cette fusion opérée, la zygospore se sépare par une cloison transversale des deux branches qui lui ont donné naissance. A partir de ce stade, la zygospore grossit et se transforme en un asque octosporé.

EIDAM (9) a observé une copulation analogue dans une autre espèce d'*Eremascus*, l'*E. albus*, mais n'en a pas observé les processus cytologiques.

On trouve avec l'*Endomyces magnusii*, autre Endomycétée très voisine du genre *Eremascus*, un exemple d'anisogamie (10). L'*Endomyces magnusii* offre un thalle cloisonné et ramifié, dont les articles sont généralement multinucléés ; mais, au moment de la copulation, les noyaux deviennent de moins en moins nombreux dans les articles et ceux-ci montrent une tendance à passer à la structure uninucléée.

Nous avons (12) eu l'occasion de décrire récemment les processus sexuels de ce champignon. Les organes sexuels naissent aux dépens de certains rameaux du mycélium, dont les uns renflés et à contenu très dense constituent les oogones, et dont les autres plus minces et à contenu hyalin fournissent les anthéridies (fig. 5).

L'oogone est une cellule assez allongée, formée de deux portions distinctes : une portion supérieure renflée, qui offre un cytoplasme très dense et un seul noyau, et une partie inférieure occupée par de grosses vacuoles et qui renferme un ou deux noyaux. La portion supérieure représente le gamète femelle et la partie inférieure formera le pédicelle, mais ces deux cellules ne se délimiteront qu'après la copulation. D'ordinaire, la partie supérieure de l'oogone se recourbe en crosse, comme pour essayer de rejoindre une anthéridie voisine.

L'anthéridie apparaît comme une cellule ordinairement très allongée, un peu enroulée en hélice et formée d'un cytoplasme très pauvre et très vacuolisé avec deux ou trois noyaux.

Lorsqu'un oogone et une anthéridie sont parvenus à se rencon-

trer, ils entrent aussitôt en communication. La fusion s'effectue toujours de très bonne heure et ordinairement avant la différenciation

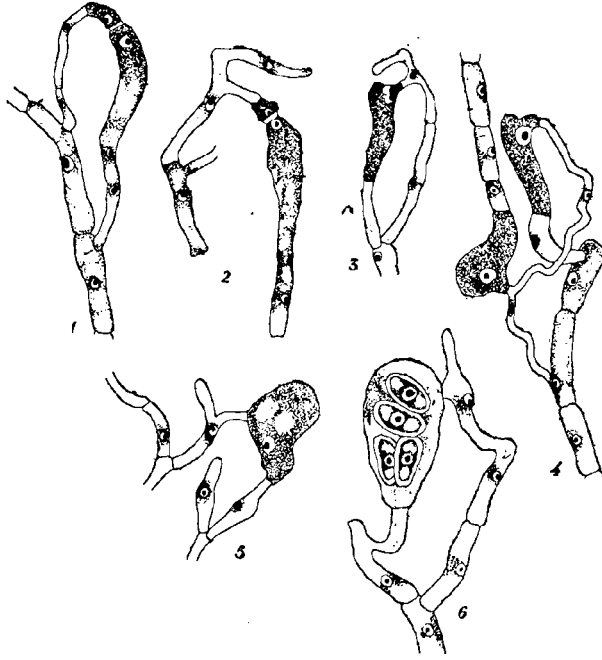


FIG. 5. — Copulation dans *Endomyces magnusi*. — 1 et 2, accollement du gamète mâle et de l'oogone; 3, l'oogone après avoir reçu le contenu du gamète mâle s'est divisé par une cloison en gamète femelle et pédicelle, les deux noyaux sexuels sont accolés; 4, deux œufs fécondés par la même anthéridie; 5, œuf en voie d'accroissement; 6, asque tétrasporé (d'après GUILLIERMOND).

du gamète femelle et du gamète mâle. La pointe de l'anthéridie s'applique contre l'extrémité de l'oogone; elle forme autour de cette dernière une sorte de renflement en ventouse, dans lequel se concentre le cytoplasme et pénètre l'un des noyaux; puis le renflement se sépare du reste de l'anthéridie par une cloison transversale, délimitant ainsi une cellule courte à cytoplasme dense et à un seul noyau, qui représente le gamète mâle. Dans la suite, la cloison qui sépare l'anthéridie de l'oogone ne tarde pas à se résorber, les deux masses protoplasmiques n'en font plus qu'une, et les deux noyaux sexuels, le noyau mâle et le noyau femelle, se rapprochent l'un de l'autre. Ce n'est généralement que lorsque le gamète mâle

et l'oogone ont accompli leur fusion que le gamète femelle se sépare du pédicelle par une cloison transverse. L'œuf ainsi formé et délimité contient encore les deux noyaux sexuels, mais ceux-ci ne tardent pas à se confondre en un seul.

La fusion nucléaire opérée, l'œuf subit une augmentation de volume considérable, puis se transforme en un asque tétrasporé.

Il s'agit donc ici d'une anishologamie bien caractérisée : les deux gamètes sont en effet de forme et de taille très différentes et jouent un rôle différent dans la fécondation.

Ici encore, les deux cellules sexuelles naissent tantôt sur des filaments distincts, tantôt aux dépens de deux cellules parfois contiguës du même filament. On retrouve donc encore tous les passages entre l'amphimixie et l'automixie.

Il est intéressant de faire remarquer que dans toutes les formes que nous venons de passer en revue (Levures, Endomycétées), l'œuf se transforme immédiatement en asque. Or, on sait actuellement que dans les Ascomycètes supérieurs, l'asque est un appareil où s'effectue la réduction chromatique au cours des mitoses successives nécessitées par la formation des ascospores. Aussi est-il probable, bien que jusqu'ici on n'ait pu le constater par suite de la petitesse du noyau, qu'il en est de même de l'asque des Levures et des Endomycétées. S'il en est ainsi, la réduction chromatique s'opérerait donc dès la germination de l'œuf, c'est-à-dire pendant la formation de l'asque qui résulte de cette germination, de telle sorte qu'ici encore, comme dans les Myxomycètes, il n'existerait pas de lignée à $2n$ chromosomes ou sporophyte.

Un dernier exemple d'anishologamie nous est offert par une Chytridinée, le *Polyphagus euglenæ*. Ce champignon est aujourd'hui bien connu grâce aux travaux de NOWAKOWSKI et surtout de DANGEARD (12). Il vit en parasite sur les Euglènes et produit à certains moments des sporanges d'où sortent des zoospores. Celles-ci sont uninucléées et terminées à une de leur extrémité par un long flagellum. Au bout de quelque temps d'activité, les zoospores cessent leurs mouvements, se fixent sur le substratum et germent (fig. 6). Le corps de la zoospore s'arrondit et pousse bientôt de fins prolongements qui se mettent en contact avec des Euglènes, pénètrent au milieu de leur cytoplasme et s'y ramifient en un pinceau de fins ramuscules. A partir de ce moment, le corps de la zoospore grossit en une ampoule. Cette ampoule, avec le système ramifié qui en

dépend, constitue tout l'appareil végétatif du parasite, lequel ne renferme jamais qu'un seul noyau. Celui-ci, après un certain temps, donnera soit un sporange, soit une zygospore.

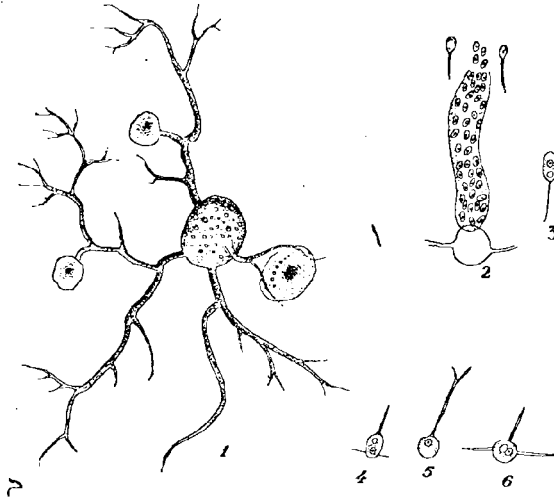


FIG. 6. — *Polyphagus euglenae*. — 1, individu adulte dont les pseudopodes communiquent avec des Euglènes ; 2, sporange ; 3, zoospore ; 4, germination d'une zoospore (d'après DANGEARD).

Examinons donc comment se forme les zygospores. Les individus qui jouent le rôle de gamètes sont toujours uninucléés. Le gamète mâle est un individu ordinaire qui se distingue seulement de l'individu femelle parce qu'il a acquis un développement moins accusé. Il est sensiblement plus petit que le gamète femelle, il peut même copuler presque immédiatement après la germination de la zoospore. La fécondation s'opère de la manière suivante : le gamète mâle possède une branche nourricière plus grosse que les autres : cette sorte de pseudopode se dirige du côté d'un individu mâle et vient s'y appliquer directement par son extrémité. Le pseudopode mâle se met toujours en contact direct avec l'ampoule du gamète femelle ; il se produit alors une perforation qui établit une communication directe entre les deux gamètes (fig. 7).

Le cytoplasme femelle passe dans le pseudopode qui se renfle au voisinage immédiat du gamète femelle ; ce renflement allongé est le début de la zygospore. C'est le cytoplasme femelle qui généralement

passe le premier dans le renflement : l'ampoule du gamète femelle est déjà parfois entièrement vide alors que celle du gamète mâle est encore remplie de cytoplasme. C'est donc le contenu du gamète mâle qui se déverse le dernier à l'intérieur de la zygospore, du moins dans la plupart des cas. La membrane de la zygospore s'épaissit et se cutinise. Les deux noyaux sexuels s'accolent, mais DANGEARD ne les a jamais vus se fusionner. Il est donc probable que la fusion ne s'opère que tardivement, lors de la germination de la zygospore.

b. Mérogamie.

— La mérogamie consiste en la copulation de gamètes spécifiques formés aux dépens de ga-

métanges. Ce mode de sexualité, excessivement fréquent dans les Algues et les Protozoaires, est au contraire fort rare chez les Champignons. On n'en connaît que quelques exemples.

La plus caractéristique est celui des Monoblépharidés étudié par Maxime CORNU (12). La fécondation s'effectue comme il suit : l'extrémité d'un filament se renfle en sphère et se sépare par une cloison pour devenir un oogone dont le cytoplasme se condense en une oosphère dont la membrane s'ouvre largement au sommet. La portion du filament située sous l'oogone se sépare de son côté par

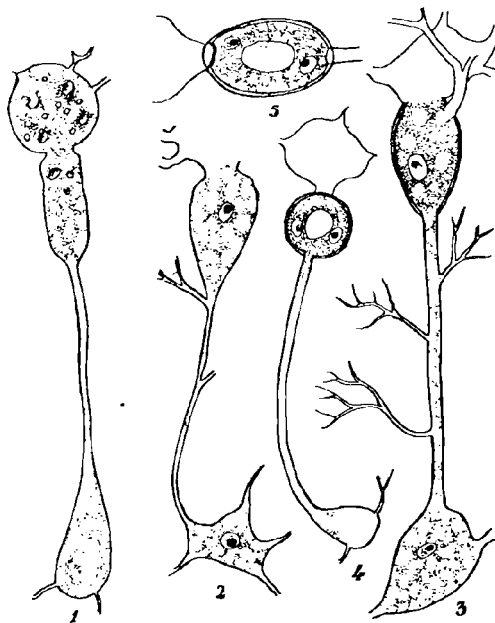


FIG. 7. — Copulation de *Polyphagus euglenae*. — 1, 2 et 3, un individu mâle communiquant par son pseudopode avec un individu femelle. Ce dernier envoie son contenu dans une ampoule, formée aux dépens du pseudopode; 4, tout le contenu de l'individu mâle et celui de l'individu femelle sont réunis dans l'ampoule transformée en œuf; 5, œuf dont les noyaux ne sont pas encore copulés (d'après DANGEARD).

une cloison et forme une anthéridie cylindrique ; par cloisonnement suivi de dissociation, celle-ci produit un certain nombre d'anthérozoïdes, munis d'un cil postérieur et doués de mouvements, qui s'échappent par une ouverture latérale de la membrane. Après s'être déplacé quelque temps dans le liquide, l'un d'eux vient sauter sur l'oogone, puis rampe à sa surface, y pénètre par l'orifice terminal et se fusionne à l'oosphère. L'œuf ainsi formé par anisomérogamie se contracte, s'entoure d'une membrane de cellulose qui s'épaissit et se cutinise (fig. 8). On ne connaît malheureusement pas les caractères cytologiques de cette fécondation.

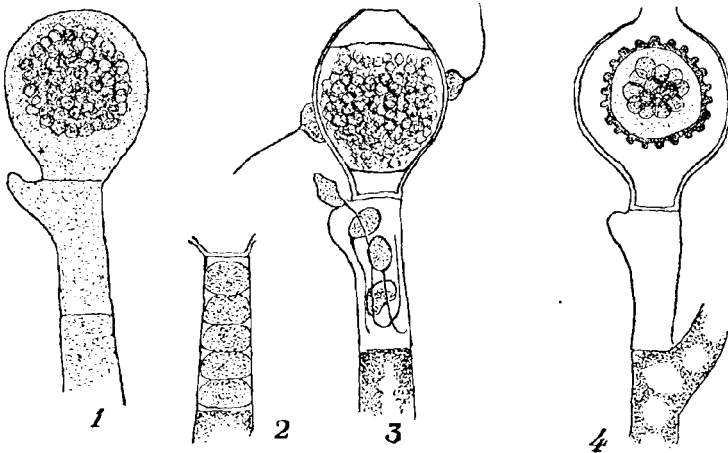


FIG. 8. — Copulation dans une Monoblepharidée (*Monoblepharis sphaerica*). — 1, formation de l'oosphère (remplie de globules de graisse) et de l'anthéridie ; 2, anthéridie avec ses anthérozoïdes ; 3, fécondation de l'oosphère par un anthérozoïde ; 4, œuf fécondé (d'après M. CORNU).

C. — COPULATION DES GAMÉTANGES OU GAMÉTANGIE.

La copulation de gamétanges ou gamétangie consiste en la fusion de deux cellules renfermant un grand nombre de noyaux et que l'on doit considérer comme des gamétanges dont les gamètes ne se sont pas individualisés en cellules : chaque noyau avec le cytoplasme qui l'environne à la valeur d'un gamète et représente ce qu'on a appelé un énergide, c'est-à-dire l'équivalent d'une cellule dans une masse de protoplasme qui n'est pas différenciée en cellule. En

général, la fusion s'effectue entre tous les énergides de deux gamétanges qui entrent en communication et aboutit ainsi à la formation d'une sorte d'œuf composé.

La gamétangie est excessivement fréquente chez les Champignons ; on la rencontre dans la plupart des Syphomycètes (Mucorinées, Saprologéniées, Entomophthorées, Chytridinées et aussi, d'après HARPER et BARKER, dans les Ascomycètes). Dans les Algues, on observe un mode de reproduction voisin de la gamétangie dans les *Vaucheria*. Au contraire, on ne connaît jusqu'ici aucun exemple de gamétangie dans les Protozoaires.

D'après DANGEARD (13), la gamétangie dériverait de la mérogamie. Ancestralement, les gamétanges fournissaient des gamètes qui, une fois expulsés au dehors, se fusionnaient deux à deux pour former autant d'œufs. C'est le cas qui se trouve encore réalisé dans un très grand nombre d'Algues et notamment dans les Chlamydomonadinées qui, d'après DANGEARD, seraient les ancêtres des Champignons. Dans les Chlamydomonadinées, grâce à la nutrition holophytique, les gamètes une fois expulsées du gamétange peuvent vivre assez longtemps en attendant la copulation ; l'œuf de son côté pourra se suffire et même augmenter ses réserves, toujours grâce à la présence de la chlorophylle. Au contraire, les gamètes des Champignons n'avaient pas cette ressource. Aussi la mérogamie ne s'est-elle conservée que dans les Monoblépharidées. Mais ici, les gamétanges mâles fournissent un grand nombre d'anthérozoïdes, tandis que les gamétanges femelles ne fournissent qu'une seule oosphère ; celle-ci renferme donc, condensée en un élément unique, la valeur de plusieurs gamètes, aussi l'oosphère est-elle riche en substances de réserve, ce qui permettra à l'œuf de suffire aux débuts de la germination. Mais ce mode de reproduction est désavantageux : il a le grave inconvénient d'entraîner une inégalité très grande entre le nombre des gamètes mâles et des gamètes femelles, d'où une perte considérable de substance. Aussi a-t-il disparu dans tous les autres Champignons ; ceux-ci ont tourné la difficulté en réalisant l'union des gamétanges eux-mêmes qui se mettent en communication (fig. 9). Comme un certain nombre des énergides ne subissent pas de copulation et servent à nourrir les autres, il en résulte un très grand avantage.

Dans la gamétangie, nous aurons à distinguer deux cas, l'un qui paraît primitif, où la copulation des gamétanges aboutit à un œuf

composé par la fusion par paire des noyaux de chaque gamétange. L'autre qui semble dériver du premier, où seul un énergide reste

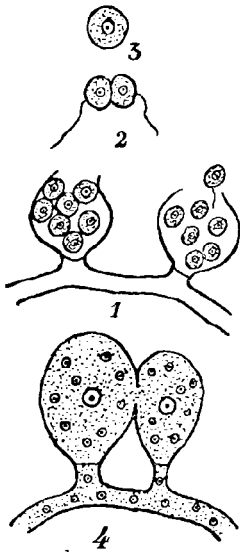


FIG. 9. — Schéma représentant la transformation de la mérogamie en gamétangie. — 1, deux gamétanges expulsant leurs gamètes; 2 et 3, copulation de ces gamètes (Mérogamie); 4, deux gamétanges en voie de copulation, dans chacun d'eux un seul noyau est fonctionnel, les autres sont destinés à dégénérer (Gamétangie) (d'après DAN-GEARD).

fonctionnel dans chaque gamétange. La copulation n'a lieu qu'entre une seule paire d'énergides et fournit un œuf simple; tous les autres énergides dégèrent et sont utilisés à la nutrition de l'œuf ainsi formé. Ce dernier cas est surtout réalisé lorsque les gamétanges offrent une différenciation sexuelle. Le gamétange mâle renfermant généralement beaucoup moins de noyaux que le gamétange femelle, la fusion ne peut plus s'effectuer entre chaque énergide. Aussi DANGEARD considère-t-il ce dernier cas comme résultant de l'hétérogamie. On rencontre d'ailleurs tous les intermédiaires entre ces deux modes de gamétangie, de même qu'entre la mérogamie et la gamétangie.

Le type le plus caractéristique de gamétangie avec fusion de tous les énergides de chaque gamétange se trouve réalisé chez les Mucorinées. Nous n'aurons pas à insister sur les processus morphologiques de cette copulation qui depuis longtemps est devenue classique et se trouve décrite dans tous les traités de botanique même les plus élémentaires, bien

qu'en réalité ses phénomènes intimes ne soient débrouillés que depuis fort peu de temps.

On sait que l'œuf des Mucorinées se forme par fusion de deux proéminences émises par deux hyphes voisins. Les deux proéminences doivent être considérées comme des gamétanges. La membrane mitoyenne qui les sépare se résorbe, formant ainsi un œuf composé qui ne tarde pas à épaissir sa membrane et passe à l'état de vie ralentie. Dans quelques espèces, dont les Syncéphales, les deux gamé-

tanges offrent constamment une différence de dimension, l'un d'eux est un peu plus grand que l'autre et il y a donc acheminement vers l'hétérogamie. Mais dans la majeure partie des espèces, les deux gamétanges sont identiques et la copulation offre un exemple caractéristique d'isogamétangie. Cependant, il ressort des belles recherches de BLAKESLEE (14), que même dans les cas où l'isogamie la plus parfaite se trouve réalisée, il existe cependant souvent une différenciation interne analogue à celle que nous avons signalée entre les myxamibes qui constituent le plasmode des Myxomycètes. Cette question nous arrêtera donc quelques instants, car elle mérite d'être examinée en détail.

On sait que dans les Mucorinées, la sexualité est fort difficile à observer. Souvent on cultive indéfiniment une espèce de Mucorinée en variant les conditions de nutrition, sans jamais obtenir de zygospore. Quelle est la cause de cette absence d'acte sexuel? En vain on a cherché à l'expliquer par la nécessité de certaines conditions de vie (humidité, aération insuffisante, manque d'aliments) on a même été jusqu'à invoquer l'influence des saisons. C'est à BLAKESLEE qu'on en doit l'explication.

BLAKESLEE a montré qu'il y a lieu de distinguer deux catégories de Mucorinées. Avec les unes, ce sont les plus rares, on obtient toujours des zygospores en ensemençant sur un milieu convenable des spores provenant d'un seul sporange. C'est à cette catégorie qu'appartient une espèce très commune, le *Sporodinia grandis*.

Au contraire, chez d'autres espèces, tels que *Rhizopus nigricans*, *Phycomyces nitens*, etc., les cellules obtenues en partant des spores d'un seul sporange ne donnent jamais d'œufs. Après de patientes recherches, BLAKESLEE a montré qu'en effet il est nécessaire pour obtenir des zygospores, d'ensemencer deux sortes de spores provenant de deux thalles distincts. Il y a donc dans ces espèces deux thalles de sexe différent. Généralement, ces deux thalles se distinguent par un développement plus ou moins considérable, mais dans beaucoup de cas aussi ils ne présentent aucune différenciation morphologique. On ne peut donc les considérer comme mâle ou femelle, aussi BLAKESLEE les désigne par les signes + et — et lorsque les deux thalles présentent quelques différences, le thalle le plus vigoureux reçoit le nom de thalle + et le moins développé celui de thalle —. Il y a donc, à n'en pas douter, une véritable différenciation sexuelle; ce qui le prouve, c'est que constamment le

rapprochement des formes + et — amène la production des zygospores, tandis qu'il ne s'en produit jamais entre deux formes + et deux formes —. Mais il y a plus: c'est ainsi que BLAKESLEE est arrivé à produire des hybrides en mettant en contact des thalles + et des thalles — d'espèces différentes. Mais le phénomène s'arrête à la formation de l'œuf. Ainsi il existe dans les Mucorinées une véritable différenciation sexuelle, mais d'ordre physiologique et non morphologique.

Par ses recherches, BLAKESLEE a pu diviser les Mucorinées, en deux groupes, d'une part les homothallées, où les œufs peuvent se produire sur un mycélium issu d'une seule spore, la différenciation sexuelle apparaissant seulement au moment de la formation des gamétanges. D'autre part les hétérothallées où les œufs ne peuvent se produire qu'entre deux mycéliums issus de spores provenant de thalles différents. Il est intéressant de constater que les hétérothallées sont toutes des espèces qui offrent des gamétanges absolument égaux et présentent à ce point de vue l'isogamie la plus remarquable. Au contraire, parmi les espèces homothallées, il en est souvent qui offrent, par les caractères de leurs gamétanges, une tendance à l'hétérogamie. Il n'y a donc aucune relation entre le dimorphisme physiologique des thalles et le dimorphisme morphologique des gamétanges.

Dans les hétérothallées, le moment où se produit la différenciation sexuelle du thalle est variable suivant les espèces. Tantôt, le même sporange issu de la germination de l'œuf produit côte à côte des spores de deux sortes qui donnent en germant les unes des thalles —, les autres des thalles +. C'est le cas de *Phycomyces nitens*; en ce cas, il y a homosporangie. Tantôt, la différenciation est plus précoce et il se forme deux sortes d'œufs, les uns + et les autres —. Il y a donc alors hétérosporangie (*Mucor mucedo*). C'est ce que représente très clairement le schéma 10 emprunté à BLAKESLEE.

Mais à quel moment que se produise la différenciation, les deux thalles se maintiennent indéfiniment avec leurs caractères spécifiques, quel que soit le mode de multiplication employé (spores, mycélium) et le nombre de multiplications successives.

Toutefois, BLAKESLEE a trouvé parfois des thalles qui semblent avoir définitivement perdu tout caractère sexuel et qui, mis en contact avec des thalles + et des thalles — de la même espèce, ne donnent pas de zygospores. C'est ce que BLAKESLEE désigne sous

le nom de thalles neutres. Ces thalles neutres s'observent parfois dans la nature. BLAKESLEE a pu aussi en obtenir artificiellement

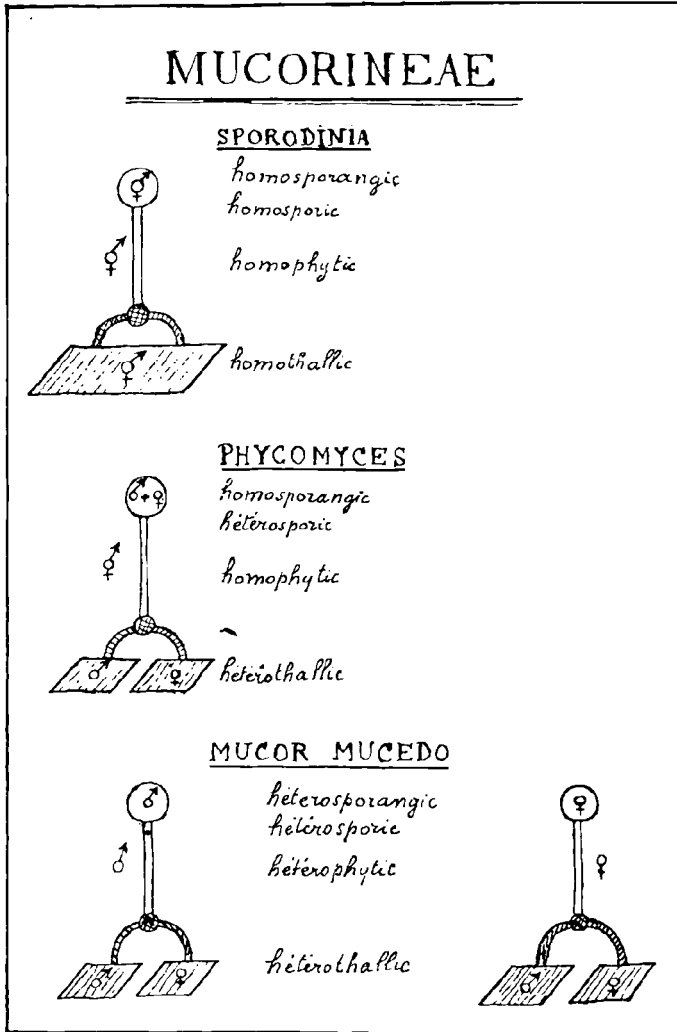


FIG. 10. — Schéma représentant les différentes formes de la différenciation sexuelle dans les Mucorinées. Les thalles sont représentés par des carrés, les zygosporés par de petites sphères hachées communiquant aux thalles par deux anses. Les zygosporés donnent naissance à un tube germinatif terminé par une grosse sphère qui représente un sporangie (d'après BLAKESLEE).

par culture sur milieu épuisé avec le *Mucor mucedo* qui présente la forme + et la forme —.

Les travaux de BLAKESLEE expliquent donc les difficultés auxquelles on se heurtait lorsqu'on voulait obtenir des œufs de Mucorinées et l'impossibilité qu'il y avait de préciser les conditions physiques dans lesquelles ces formations se produisent. C'est qu'en réalité, pour obtenir un acte sexuel, il faut deux thalles de sexe différents. D'après BLAKESLEE, la formation des gamètes résulte d'une sorte de chimiotactisme (zygotactisme) exercé par le contact de deux thalles de sexes différents. C'est là la condition essentielle du développement de l'œuf. Les circonstances extérieures n'interviennent que comme facteurs secondaires pour le favoriser.

Il n'est pas besoin de faire ressortir ici l'intérêt considérable qui s'attache à ces recherches. La découverte de BLAKESLEE, jointe à celle de PINOY, nous amène désormais à penser que la différenciation sexuelle doit exister dans tous les cas d'isogamie, seulement elle peut n'apparaître qu'au moment de la formation des gamètes comme dans les Mucorinées homothallées. Il n'est pas jusqu'aux processus d'isogamie automixiques observés dans les Levûres où l'on ne puisse admettre qu'une différenciation sexuelle intervienne entre les deux gamètes : la division d'une cellule en deux cellules-filles destinées à jouer le rôle de gamètes et à se fusionner pourrait suffire à établir cette différenciation qui fait des gamètes des individus dissemblables. S'il en était ainsi, l'isogamie n'existerait pas au sens réel du mot et l'hétérogamie serait générale. En un mot, la fécondation serait la conséquence nécessaire d'une différenciation sexuelle ; partout où il y aurait fécondation, il y aurait sexualité. Peut-être même faut-il faire un pas de plus et considérer la précocité avec laquelle la différenciation sexuelle apparaît dans les Mucorinées hétérothallées et hétérosporangées comme l'indice d'un perfectionnement dans l'évolution de la sexualité qui aurait eu pour conséquence de créer l'amphimixie ; de la sorte s'expliqueraient un grand nombre de phénomènes automixiques si fréquents chez les Champignons et qui semblent représenter plutôt une forme primitive de la fécondation qu'une forme dégénérative. Dans ces Champignons, la différenciation sexuelle étant très tardive et ne se produisant qu'au moment de la formation des gamètes favoriserait l'automixie. Au contraire dans les formes sexuellement plus évoluées, telles que les Mucorinées hétérothallées, la différenciation se faisant d'une manière très

précoce, soit dans le sporange issu de la germination de l'œuf, soit dans l'œuf lui-même, aurait pour conséquence d'entraîner obligatoirement l'amphimixie.

Mais revenons à la description des phénomènes cytologiques qui se produisent dans l'œuf des Mucorinées.

C'est aux observations de GRUBER et surtout aux plus récentes recherches de DANGEARD (13) qu'on doit la connaissance de ces phénomènes.

Prenons le *Mucor fragilis* qui a surtout servi d'objets d'étude à DANGEARD. Comme toutes les Mucorinées, cette espèce est constituée par un thalle ramifié sans cloisons, renfermant un nombre considérable de noyaux. Il n'y a donc pas de cellules, le thalle doit être considéré comme une réunion d'énergides. La copulation s'effectue entre deux filaments situés parallèlement (fig. 11). Chacun forme, de place en place, une petite proéminence qui s'accroît et va rejoindre une autre proéminence formée au même niveau par un filament voisin. Le cytoplasme s'accumule dans les proéminences; chacune renferme un grand nombre de noyaux et constitue, par conséquent, un gamétange. Les gamétanges sont presque toujours de dimensions égales; il y a donc isogamétangie. Le nombre des noyaux de chaque proéminence est variable: ordinairement, on y compte de 20 à 40 noyaux. Bientôt les rameaux s'isolent par une cloison basilaire et délimitent ainsi chacun un gamétange cylindrique ou légèrement renflé, puis la membrane de séparation de deux gamétanges se résorbe et il se forme ainsi une zygosporé. La zygosporé ne tarde pas à former sous sa membrane primitive une seconde membrane qui présente des plaques irrégulières et brunes, ébauches des épines qui la recouvriront plus tard. Elle se renfle en tonnelet: son contenu est dense et les noyaux varient entre 40 et 100 environ. Peu à peu, la zygosporé prend une forme sphérique, son cytoplasme est devenu alvéolaire et ses noyaux subissent une division après laquelle les noyaux paraissent avoir doublé leur nombre. C'est à ce moment que s'effectuent les fusions nucléaires qui se manifestent par la présence de trois sortes de noyaux: les uns petits et accolés l'un à l'autre qui se disposent à se fusionner, les autres plus gros, allongés et pourvus de deux nucléoles qui représentent des noyaux en voie de fusion; les troisièmes enfin sont sphériques, très gros et résultent de la copulation des deux noyaux (fig. 11, 8).

La fusion nucléaire une fois achevée, la zygospore épaisit sa membrane et se recouvre de protubérances, puis passe à l'état de vie ralentic.

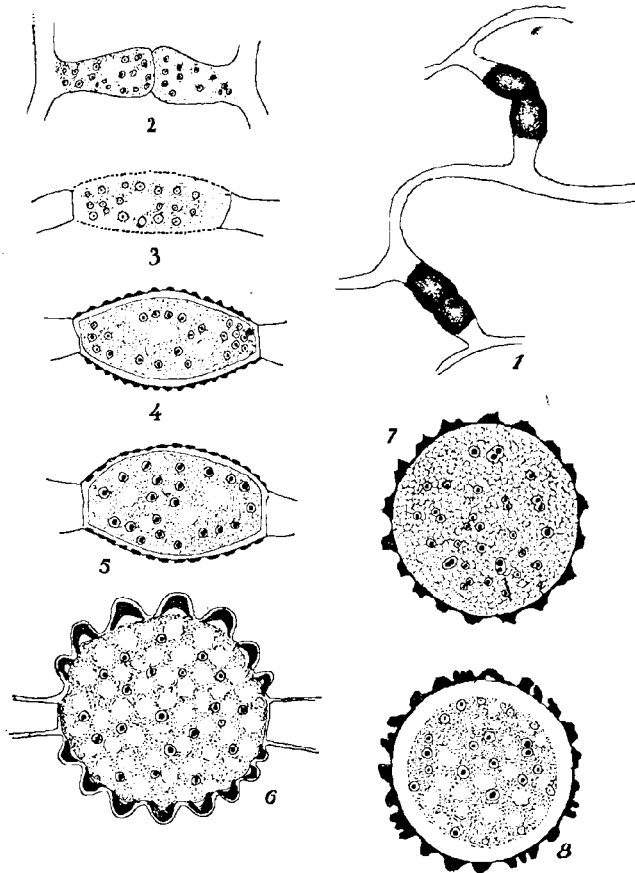


FIG. 11. — Fécondation dans *Mucor fragilis*. — 1, formation de deux zygospores, 2 à 6, divers stades de la fécondation ; 7, division des noyaux de la zygospore ; 8, stade de la fusion nucléaire (d'après DANGEARD).

Dans les zygospores âgées, on trouve toujours à côté des gros noyaux provenant de cette copulation, de petits noyaux qui ne sont pas conjugués et qui sont en voie de dégénérescence. Mais ce n'est là qu'une dégénérescence accidentelle, il ne s'agit pas d'une dégénérescence normale, portant sur un nombre déterminé de noyaux, comme nous allons en trouver un exemple dans les Péronosporées.

En somme les Mucorinées nous offrent donc un des exemples les plus typiques d'isogamétangie, aboutissant par fusion des nombreux noyaux par paire à un œuf composé.

Avec les Péronosporées, où la reproduction sexuelle est toujours hétérogame, nous assistons à une transformation progressive de la gamétangie : dans quelques espèces, la gamétangie s'est conservée avec ses caractères primitifs et l'on observe une fusion par paire des noyaux des deux gamétanges, comme dans les Mucorinées ; dans les autres, au contraire, les noyaux de chaque gamétange dégénèrent à l'exception d'un seul et la fécondation se produit seulement entre deux énergides.

La reproduction sexuelle s'effectue entre un oogone et une anthéridie. L'oogone est un renflement sphérique constitué à l'extrémité d'un filament du thalle et séparé de ce dernier par une cloison : un autre filament du thalle vient s'appliquer sur l'oogone son extrémité renflée en massue, séparée à la base par une cloison, c'est l'anthéridie ; cette dernière liquéfie et traverse la paroi de l'oogone, puis s'allonge en tube jusqu'au centre de cette cellule dans laquelle se déverse partiellement son contenu. La fécondation opérée, l'œuf épaissit sa membrane et passe à l'état de vie ralentie.

On connaît fort bien les processus cytologiques de cette fécondation grâce aux travaux de WAGER, DANGEARD, ISTWANFI, BERLESE, DAVIS, STEVENS et RULHAND.

C'est surtout à STEVENS (15) que nous devons la connaissance des divers modes de cette reproduction et qui peuvent être ramenés à trois types.

1° Dans l'*Albugo bliti* (fig. 12), l'oogone et l'anthéridie renferment de nombreux noyaux : ceux-ci sont au nombre d'environ 250 dans l'oogone et de 35 dans l'anthéridie. Le cytoplasme de l'oogone se différencie, par une ligne très nette, en ooplasme et périplasme ; ce dernier est utilisé à la nutrition de l'œuf. A ce stade, les noyaux se localisent tous dans le périplasme et subissent une mitose. Un certain nombre des noyaux en voie de mitose sont à cheval sur la ligne de démarcation de l'ooplasme et du périplasme, et les noyaux fils qui en dérivent vont se placer, l'un dans le périplasme, et l'autre dans l'ooplasme. L'ooplasme renferme une cinquantaine de noyaux. Il offre au centre un granule colorable que l'on désigne sous le nom de *cænocentre* et qui paraît avoir un rôle attractif vis-à-vis des

noyaux mâles et femelles et servir en même temps de produit de réserve pour l'œuf : ce granule disparaît après la fécondation.

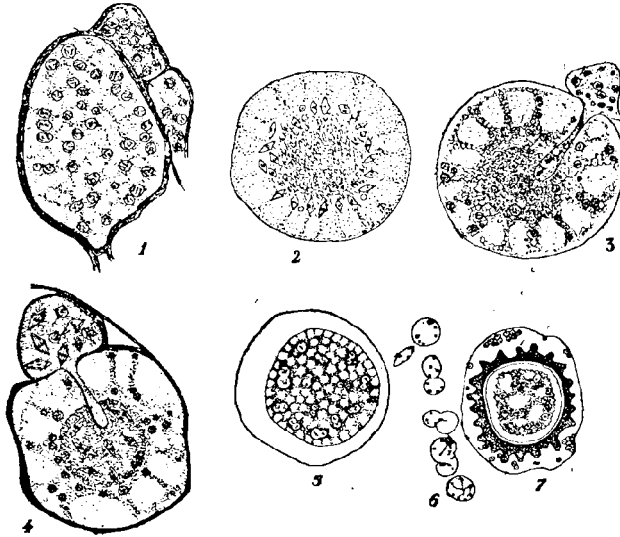


FIG. 12. — Fécondation dans *Albugo bliti*. — 1, Accolement de l'oogone et de l'antheridie ; 2, stade de l'oogone où les noyaux se localisent dans le périplasmé et subissent leur première mitose ; 3, l'antheridie s'introduit dans l'ooplasmé au centre duquel on aperçoit le coenocentre ; 4, les noyaux de l'antheridie et l'ooplasmé subissent une seconde mitose ; 5, copulation des noyaux dans l'oosphère ; 6, noyaux en voie de copulation ; 7, oospore mûre (d'après STEVENS).

Les noyaux de l'ooplasmé subissent bientôt une deuxième division qui portent leur nombre à environ 100. C'est à ce moment que la fécondation se produit. Les noyaux de l'antheridie ont subi comme ceux de l'oogone deux divisions successives et sont au nombre d'une centaine. Ils copulent par paire avec les noyaux femelles.

La reproduction sexuelle de l'*A. bliti* est donc en somme une gamétangie typique analogue à celle des Mucorinées avec cette simple différence qu'un certain nombre de noyaux passent régulièrement dans le périplasmé et seront destinés à dégénérer et à servir avec le périplasmé, à la nutrition de l'œuf.

2° Dans l'*Albugo tragopogonis* (fig. 13, 1 à 4), l'ooplasmé se différencie comme dans l'espèce précédente avec de nombreux noyaux. Après une première division, un certain nombre de noyaux passent

du périplasma dans l'ooplasme et s'y divisent une seconde fois. L'anthéridie fournit également de nombreux noyaux. La fécondation, malgré cela, ne se produit qu'entre un seul des noyaux mâles et femelles, le noyau fonctionnel ; tous les autres noyaux de l'ooplasme et de l'anthéridie (noyaux potentiels) se détruisent. Après la copulation des deux noyaux fonctionnels, le noyau qui en résulte subit des mitoses répétées, si bien que l'oospore devient multinucléée. L'*A. tragopogonis* peut être considéré comme une forme de transition entre l'*A. bliti* et l'*A. candida* que nous allons étudier.

3° Dans l'*Albugo candida* (fig. 13, 5 et 6), le périplasma et l'ooplasme ne se différencient que lorsque la deuxième mitose est

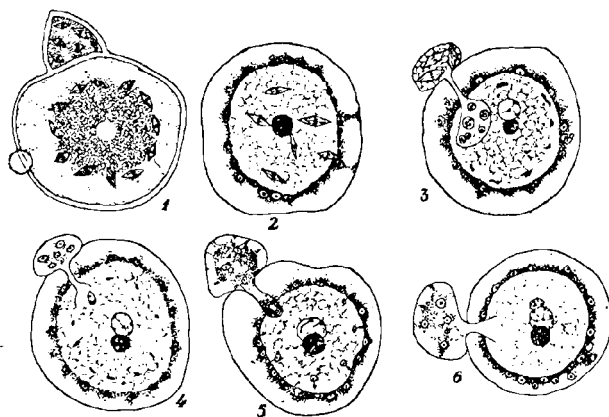


FIG. 13. — Fécondation dans *Albugo tragopogonis* (1 à 4) et dans *Albugo candida* (5 et 6), 1 Anthéridie et oogone avec noyaux en mitose ; 2, oogone dans l'ooplasme duquel les noyaux subissent leur seconde mitose ; 3, introduction de l'anthéridie dans l'ooplasme. Un seul noyau subsiste dans l'ooplasme, à côté du cœnocentre, les autres sont en voie de dégénérescence ; 4, introduction d'un des noyaux mâles dans l'ooplasme ; 5, pénétration de l'anthéridie dans l'ooplasme dans *Albugo candida*. Un seul des noyaux de l'oogone reste dans l'ooplasme, les autres se rendent dans le périplasma ; 6, fusion du noyau mâle et femelle (d'après STEVENS).

achevée, les noyaux, à l'exception d'un seul, se rendent dans le périplasma qui s'isole par une cloison. L'anthéridie fournit un ou deux noyaux, un seul est utilisé à la fécondation.

Cette évolution de la fécondation dans les Péronosporées est considérée par STEVENS comme dérivée de la gamétangie typique de l'*Albugo bliti*. D'après DANGEARD, elle résulte de l'hétérogamie :

lorsque l'anthéridie offre un nombre suffisant de noyaux, il y a gamétangie typique comme dans l'*A. bliti*; au contraire lorsque l'anthéridie ne renferme pas assez de noyaux, la reproduction ne peut plus s'effectuer qu'entre un seul des noyaux mâles et femelles et on arrive ainsi au mode de fécondation de l'*A. tragopogonis* et de l'*A. candida*.

Une question reste encore un peu obscure, c'est celle de la réduction chromatique. D'après WAGER et STEVENS, la réduction se produit pendant les mitoses préliminaires de l'anthéridie et de l'oogone. Pour BERLESE, elle se placerait au contraire au moment de la germination de l'oospore, ce qui fait que les Péronosporées n'offriraient pas de tronçons à $2n$ chromosomes ou sporophyte.

Dans un travail plus récent, RUHLAND (16) a constaté, dans l'*Albugo lepioioni* et quelques autres espèces qui offrent une fécondation analogue à celle de l'*A. candida*, que l'unique noyau de l'ooplasme subit, avant la fécondation une nouvelle mitose un peu spéciale. L'un des noyaux fils qui en résulte dégénère et l'autre devient le noyau sexuel. Selon RUHLAND, c'est là que se placerait la réduction. Cette opinion a été confirmée par ROSENBERG (17) qui, lui aussi, a constaté dans *Plasmopora alpina* une division préliminaire du noyau femelle dans l'oosphère. Cet auteur croit même qu'il s'effectue à ce moment deux divisions successives donnant quatre noyaux femelles et il y voit une analogie manifeste avec la division en tétrades des noyaux reproducteurs des végétaux supérieurs.

On retrouve encore la gamétangie chez les Saprologniées : la reproduction y est toujours hétérogamique et s'opère comme dans les Péronosporées entre une anthéridie et un oogone, mais il semble exister des intermédiaires entre la mérogamie et la gamétangie. Tantôt en effet, l'oogone renferme plusieurs oosphères comme dans la mérogamie, tantôt il n'offre qu'une seule oosphère multinucléée qui doit être considérée par conséquent comme un gamétange dans lequel les oogones sont réduits à l'état d'énergides. Mais, dans les deux cas, les anthéridies sont multinucléées et ont le caractère de gamétanges à énergides.

Mais la reproduction sexuelle des Saprologniées est beaucoup moins connue que dans les Péronosporées. Depuis fort longtemps les auteurs sont en désaccord sur cette question. PRINGSHEIM a affirmé le premier l'existence d'une véritable fécondation dans les Saprologniées. DE BARY au contraire considérerait ce groupe comme

parthénogénétique : d'après lui, les anthéridies lorsqu'elles se présentent ne sont plus fonctionnelles et n'ont que la signification d'organes témoins d'un état sexuel totalement disparu. Les études cytologiques sur cette fécondation ont abouti également à la même controverse. HARTOG (18) se range à l'opinion de BARY. DAVIS constate l'apogamie dans *Saprolegnia mixta* et serait disposé également à la généraliser. Les travaux de TROW (19), MIYAKE et les récentes recherches de CLAUSSEN ont démontré au contraire l'existence d'une fécondation dans plusieurs espèces, et s'il existe dans ce groupe de nombreux cas de parthénogénèse dont nous parlerons plus loin, il est cependant admis aujourd'hui que plusieurs espèces offrent une véritable fécondation.

Parmi celles-ci, il y a lieu de distinguer deux formes de reproduction sexuelle, l'une dans laquelle l'oogone renferme plusieurs oosphères, l'autre dans laquelle, l'oogone n'est pourvu que d'une seule oosphère.

1° Le premier cas est réalisé dans *Saprolegnia monoica* (fig. 14), d'après les recherches récentes de CLAUSSEN (20). Comme dans toutes

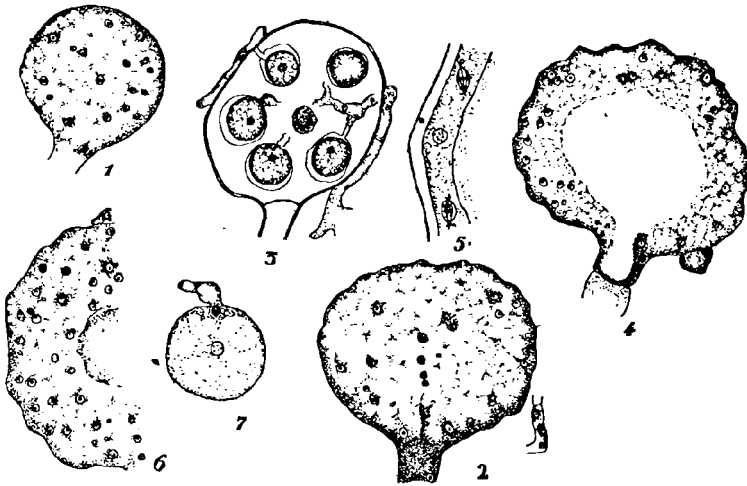


FIG. 14. — Fécondation dans *Saprolegnia monoica*. — 1, Oogone ; 2, dégénérescence des noyaux et du cytoplasme dans l'oogone ; 4, oogone réduite à une couche pariétale de cytoplasme ; 5, division nucléaire dans le cytoplasme pariétal ; 6, noyaux résultant de cette division ; 3, accollement des anthéridies et des oosphères ; 7, fusion d'une anthéridie et d'une oosphère (d'après CLAUSSEN).

lès Péronosporées, l'oogone résulte de l'extrémité d'une branche du thalle qui se renfle en sphère et se sépare du reste du filament, par une cloison basilare. L'oogone différencie dans son intérieur plusieurs oosphères. En même temps, un rameau émané soit de la même branche, soit d'une branche voisine, se renfle en massue à son extrémité, qui se sépare par une cloison et forme la branche anthéridide. Celle-ci se bifurque pour former une anthéridie par oogone, puis chaque anthéridie vient s'appliquer contre l'oogone et pousse à travers la membrane de l'oogone des prolongements qui pénètrent dans celui-ci, soit en restant simple, soit en se ramifiant. Ceux-ci s'appliquent sur les oosphères et se fusionnent avec elles. Aussitôt après la fusion, l'œuf s'entoure d'une membrane épaisse et passe à l'état de vie ralentie.

L'anthéridie et l'oogone renferment de nombreux noyaux et un cytoplasme très dense. Plus tard, il se produit une dégénérescence des noyaux et du cytoplasme de l'oogone. Cette dégénérescence s'effectue du milieu à la périphérie et se poursuit jusqu'à ce qu'il ne subsiste plus qu'un mince revêtement de cytoplasme avec un petit nombre de noyaux. Ceux-ci subissent chacun une mitose, puis le cytoplasme se condense autour de chaque noyau et forme plusieurs oosphères uninucléées. Les anthéridies, après avoir poussé un prolongement dans l'oogone et s'être appliquées contre une oosphère, envoient dans cette dernière une partie de leur contenu et un seul noyau qui se fusionne avec le noyau de l'oosphère.

Selon CLAUSSEN, il ne se produit pas de réduction des chromosomes dans l'oogone et celle-ci s'opère seulement à la germination de l'œuf. Au contraire pour Trow (21), qui a observé, dans l'*Achlya de Baryana* et l'*Ach. polyandra*, des phénomènes absolument analogues à ceux décrits par CLAUSSEN dans l'espèce précédente, admet que la réduction chromatique s'opère dans l'oogone et l'anthéridie. Dans ces deux organes, d'après cet auteur, les noyaux subissent une première mitose où le nombre des chromosomes est de 8. Quelques-uns des noyaux ainsi divisés subissent une deuxième mitose où le nombre des chromosomes n'est plus que de 4.

La reproduction sexuelle de *Saprolegnia monoica* peut être considérée comme une forme de transition entre la mérogamie et la gamétangie. Le gamétange femelle fournit encore des oosphères, mais le gamétange mâle n'offre plus que des énergides.

2^o Avec *Pythium de Baryanum* (fig. 15) étudié par MIYAKE (21) le gamétange femelle ne différencie plus d'oosphères et fournit un grand nombre d'énergides. La fécondation est d'ailleurs en tout point comparable à celle de l'*Albugo candida*. L'oogone renferme une douzaine de noyaux et l'anthéridie en offre trois et parfois davantage. Ceux-ci subissent bientôt une mitose qui double leur nombre. Dans l'anthéridie, on constate la dégénérescence de tous les noyaux à l'exception d'un seul; dans l'oogone, la plupart des noyaux passent dans la zone périphérique différenciée

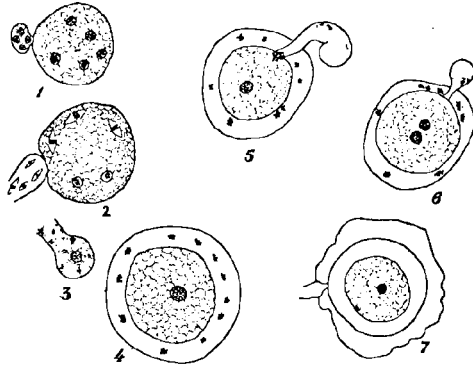


FIG. 15. — Fécondation dans *Pythium de Baryanum*. — 1, Oogone et anthéridie; 2, mitoses dans l'oogone et dans l'anthéridie; 3, les noyaux de l'anthéridie dégèrent à l'exception d'un seul; 4, stade où les noyaux de l'oogone passent dans la zone périphérique et dégèrent, sauf un seul d'entre eux qui reste au centre et devient le noyau femelle; 5 et 6, fusion de l'anthéridie et de l'oogone; 7, oospore mûre (d'après MIYAKE).

en périplasme et y dégèrent. Finalement il ne subsiste dans l'oogone qu'un seul noyau situé au centre. A ce moment, le tube de communication de l'anthéridie perce la paroi de l'oogone et pénètre à son intérieur en traversant le périplasme. Le noyau de l'anthéridie parcourt le tube et s'enfonce dans l'oogone.

On retrouve encore la gamétangie dans les Chytridiacées, comme DANGEARD (13) l'a montré dans de récentes études. Nous avons vu que dans le *Polyphagus euglenae* qui appartient à ce même groupe, la reproduction sexuelle s'effectue entre des individus adultes et rentre dans l'anisologamie. Dans deux autres espèces, *Myzocyttium vermicolum* et *Ancylistes closterii*, DANGEARD a observé au contraire la fusion de deux gamétanges.

1^o L'*Ancylistes closterii* (fig. 16) est un parasite des Clostéries. Une Clostérie attaquée par l'Ancycliste montre à son intérieur plusieurs filaments parallèles qui ne présentent d'abord aucune cloison; ils peuvent provenir de la ramification d'un seul individu

et parfois aussi de plusieurs parasites ramifiés et vivant ensemble dans la même cellule. Les filaments offrent plusieurs noyaux.

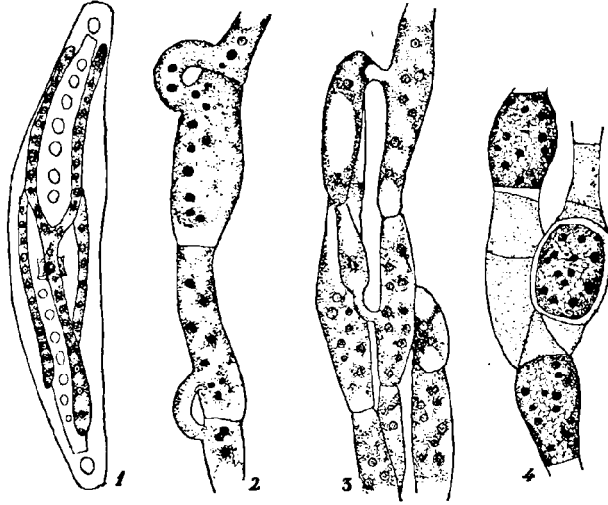


FIG. 1. — Fécondation dans *Ancylistes closterii*. — 1, Un Ancyliste dans une Clostérie ; 2 et 3, fécondation ; 4 oospores mûres (d'après DANGEARD).

L'*A. closterii* est généralement dioïque, mais peut-être parfois aussi monoïque. C'est ainsi qu'on peut rencontrer des filaments cloisonnés en articles qui remplissent les uns par rapport aux autres le rôle d'anthéridies et d'oogones. La reproduction sexuelle se produit toujours à la fin de la végétation. Elle débute par un cloisonnement en article du thalle. Chacun des articles ainsi fourni devient un gamétange (fig. 16). Les gamétanges sont le siège d'une division nucléaire. Le thalle mâle est plus grêle et renferme moins de noyaux que le thalle femelle. Les cloisons délimitent des anthéridies qui offrent ordinairement deux noyaux, puis il se fait dans chaque anthéridie une mitose qui porte le nombre des noyaux à 4. La communication entre les anthéridies et les oogones s'effectue au moyen d'une branche copulatrice développée par l'organe mâle. Ainsi les noyaux mâles pénètrent dans l'oogone qui en renferme beaucoup plus. A partir du moment où le contenu de l'anthéridie s'est déversé dans l'oogone, celui-ci se renfle dans sa partie médiane et de bonne heure la partie de la membrane qui y correspond présente des traces de cutinisation : le cytoplasme avec

ses noyaux se retire des extrémités en se contractant et il forme à droite et à gauche une cloison qui l'isole de sa partie abandonnée. L'oospore à ce moment a l'aspect d'un tonnelet. Une nouvelle contraction se produit ordinairement et le cytoplasme s'entoure alors d'une double membrane dont l'externe est cutinisée. Cette oospore prend un contour elliptique ou sphérique.

DANGEARD n'a jamais pu observer la fusion nucléaire. Celle-ci se fait peut-être à la germination de l'œuf, cependant DANGEARD pense qu'elle n'a pas lieu. Il s'agirait donc d'une gamétangie typique, analogue à celle des Mucorinées et de l'*Albugo bliti*, mais où les noyaux mâles et femelles resteraient distincts à l'état de synkarions.

2° Le *Myzocythium vermicolum* (fig. 17) se développe dans l'intérieur des Anguilles sous forme de cordons de longueur variable.

La reproduction sexuelle intervient à la fin de la végétation et s'effectue au moyen d'oogones et d'anthéridies. Les oogones se développent ordinairement sur un même filament, mais peuvent aussi appartenir à des individus différents. Dans les premiers stades du développement, le filament situé dans le corps de l'Anguillule, se cloisonne en articles qui prennent bientôt un aspect différent. Tandis que ceux qui sont destinés à fournir les anthéridies restent cylindriques, les autres se renflent et deviennent des oogones. Les oogones renferment ordinairement huit noyaux ; les anthéridies n'en offrent que deux. Au moment de la fécondation, l'anthéridie perfore la cloison qui la sépare de l'oogone et son contenu passe dans le gamétange femelle.

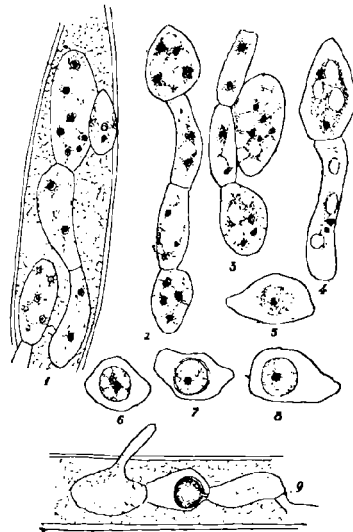
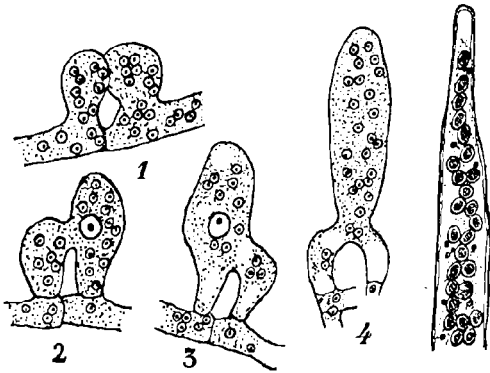


FIG. 17. — Fécondation dans *Myzocythium vermicolum*. — 1, Un *Myzocythium* dans une Anguillule ; 2, cordon formé par deux anthéridies au milieu et par deux oogones aux extrémités ; 3 et 4, oogones et anthéridies ; 5 à 8, oospores pendant et après la fusion nucléaire ; 9, un individu dans une Anguillule, avec une oospore (d'après DANGEARD).

Au point de vue cytologique, le cytoplasme de l'oogone se contracte au milieu de la cellule; ses noyaux dégénèrent à l'exception d'un seul. L'antheridie ne renferme plus qu'un seul noyau, le second ayant dégénéré. Après la réunion des cytoplasmes, l'oospore s'arrondit dans l'oogone et s'entoure bientôt d'une membrane. Les deux noyaux restent quelque temps distincts et plus ou moins rapprochés, puis finissent par se fusionner. La fusion nucléaire opérée, la membrane ne tarde pas à se couvrir d'épaississements réticulés. En somme la reproduction sexuelle de *Myzocyttium vermicolum* est absolument comparable à celle de l'*Ab. candida* et du *Pythium*.

Nous aurons encore à signaler un dernier exemple de gamétangie dans un Ascomycète inférieur, le *Dipodascus albidus* (fig. 18) étudié par JUEL (22). La reproduction sexuelle s'y effectue au moyen de deux diverticules formés par deux cellules contiguës du même filament ou par des cellules appartenant à des filaments différents. Ces deux diverticules se renflent et se délimitent chacun par une cloison basilaire en gamétange renfermant un grand nombre de noyaux. Les deux gamétanges offrent des dimensions inégales, l'un est un peu



18. — Fécondation dans *Dipodascus albidus*. — 1 à 3, Divers stades de la copulation; 4, formation de l'asque; 5, asque mûr (d'après JUEL).

plus petit et représente l'antheridie, l'autre légèrement plus gros constitue l'oogone. L'antheridie et l'oogone s'anastomosent par leurs extrémités et forment à leur point de contact un renflement qui deviendra l'œuf. Celui-ci s'allonge et se transforme en un asque renfermant un très

grand nombre d'ascospores. Au moment de la copulation, un des nombreux noyaux de l'oogone grossit et se développe plus que les autres. Il en est de même dans l'antheridie. Il se différencie ainsi dans les deux gamétanges un noyau reproducteur ou fonctionnel. Lorsque l'oogone et l'antheridie sont entrés en communication, tous

les noyaux mâles et femelles s'introduisent dans l'œuf, mais la fusion nucléaire ne s'opère qu'entre les deux noyaux fonctionnels, tous les autres ne jouent aucun rôle et seront destinés à dégénérer dans le cytoplasme pendant la formation des ascospores et à servir d'aliment à ces dernières. La fusion nucléaire une fois effectuée, le noyau qui en résulte subit une série de divisions successives qui fournissent un grand nombre de noyaux autour de chacun desquels le cytoplasme se condense pour former autant d'ascospores.

III. — AUTOMIXIE.

A l'exemple de HARTMANN, nous groupons, sous le nom d'*automixie*, tous les phénomènes sexuels qui s'effectuent entre des cellules de parenté très voisine ou qui consistent en la simple fusion de deux noyaux contenus dans la même cellule.

L'automixie comprend : la *pædogamie*, la *parthénogamie* et la *pseudogamie*.

A. — PÆDOGAMIE.

Par *pædogamie*, nous entendons avec HARTMANN toute fécondation qui s'opère entre gamètes frères ou de parenté très rapprochée. Lorsque les gamètes proviennent d'une même génération et sont par conséquent frères, on dit qu'il y a *pædogamie* du 1^{er} degré. Si les gamètes sont séparés par deux générations, il y a *pædogamie* du 2^e degré et ainsi de suite.

Chez les Protozoaires, la *pædogamie* a été observée pour la première fois par R. HERTWIG (23) dans l'*Actinospachyrium*. Depuis, elle a été retrouvée chez un grand nombre d'autres Protozoaires : elle paraît donc très fréquente.

A la suite des travaux de MAUPAS et des théories de WEISMANN, on admettait que la fécondation devait s'opérer nécessairement entre des éléments de parenté éloignée et l'on expliquait son rôle par le mélange dans l'œuf de protoplasmes et de noyaux apportant des caractères héréditaires dissemblables.

La découverte de R. HERTWIG heurtait les idées classiques sur la signification de la fécondation ; aussi eut-elle un certain retentissement.

Cependant la *pædogamie* est connue depuis fort longtemps chez les Protophytes. Il suffit de lire différents traités classiques de Botanique pour s'en convaincre. Voici, en effet, ce qu'on trouve

dans le traité de VAN TIEGHEM (édition de 1891) : « Les gamètes peuvent être deux cellules sœurs qui s'unissent peu de temps après s'être séparées au sein de la cellule mère. Ces quelques instants ayant suffi à y établir la différence interne qui les rend stériles séparément et qui rend possible la combinaison de l'œuf ». Comme on le voit, la pædogamie est loin d'être une découverte récente, seulement les

botanistes ne semblent pas avoir compris l'intérêt qu'elle présente et n'ont pas insisté sur son importance. Aussi l'existence de ce phénomène est-elle restée ignorée des zoologistes jusqu'à la découverte de R. HERTWIG.

Un des premiers exemples connus de pædogamie, celui auquel VAN TIEGHEM fait allusion, a été observé dans les Spirogyres. C'est aujourd'hui d'ailleurs un exemple classique qui se trouve signalé dans la plupart des traités de Botanique. Dans les Spirogyres, la copulation s'effectue par anisohogamie. Chez certaines espèces, elle s'opère le plus souvent entre deux filaments distincts situés côte à côte : chacune des cellules de l'un de ces filaments émet une protubérance qui va rejoindre la cellule correspondante du filament voisin. Il s'établit ainsi un canal de copulation qui relie les deux cellules et au moyen duquel tout le contenu de la première passe dans la seconde qui devient un œuf. Mais il peut se faire qu'un filament arrivé au stade de la reproduction sexuelle se trouve éloigné de tout autre filament. Le filament se trouvant alors réduit à ses propres ressources, la copulation s'effectuera entre deux cellules contiguës du même filament et sera pædogame : les cellules du filament s'uniront deux par deux au moyen d'un canal de copulation et le contenu de l'une passera dans l'autre.

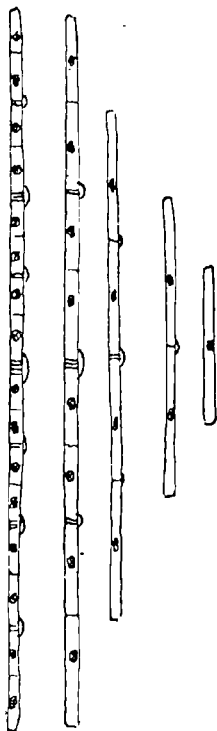


FIG. 18. — Schéma montrant que la fécondation des Spirogyres peut s'effectuer entre des cellules sœurs ou très proches parentes (d'après DAN-GEARD).

Dans certaines espèces de Spirogyres, ce processus pædogamique est même général, la copulation s'opérant constamment entre les cellules d'un même filament. En ce cas, il est évidemment difficile de fixer

exactement la parenté des deux cellules contiguës qui se sont fusionnées. Cependant on est bien obligé d'admettre qu'elles sont très proches parentes. C'est ce que DANGEARD (24) a essayé de montrer par le schéma que nous reproduisons ici (fig. 18). En effet, considérons avec cet auteur « la cellule A à un seul noyau qui a donné naissance au filament et supposons que les bipartitions successives se produisent régulièrement, à la quatrième génération, il existe 16 cellules ; si la cellule sexuelle a lieu à ce moment, les noyaux sexuels en présence peuvent appartenir à la troisième et à la deuxième génération. Ils peuvent également avoir une parenté beaucoup plus rapprochée. Dans ce cas, ils ne seraient que les deux moitiés d'un même noyau qui après s'être divisé se réuniraient de nouveau ».

Dans les Champignons, le premier exemple de pädogamie a été signalé dès 1884 par EIDAM (21) dans une Entomophthorée, le *Basidiobolus ranarum*. La copulation qui appartient à l'anishologamie s'effectue comme il suit : Deux cellules uninucléées et contiguës du même filament poussent deux petits prolongements en forme de becs qui s'affrontent (fig. 19). Le noyau se divise, une moitié vient dans le

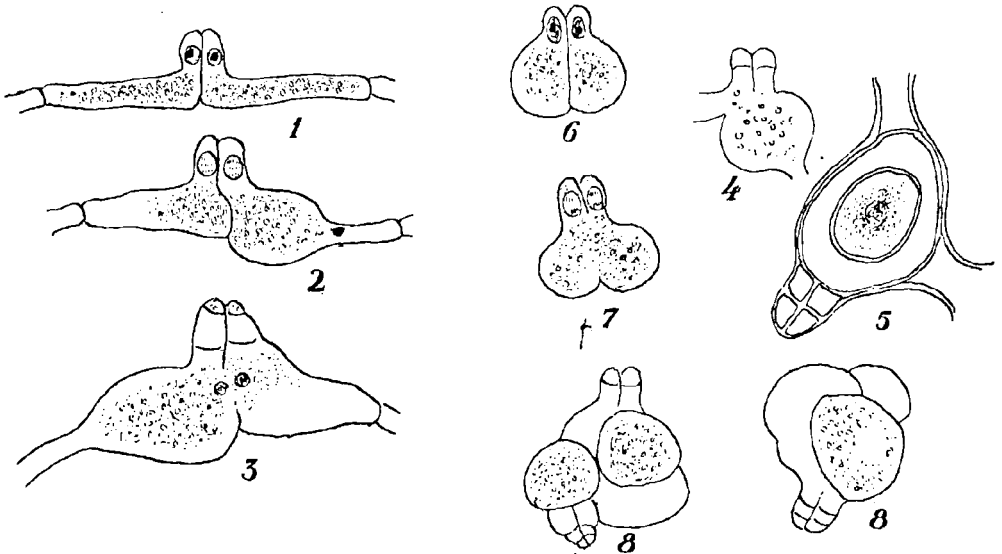


FIG. 19. — Copulation pädogame dans *Basidiobolus ranarum*. — 1, Accolement de deux cellules contiguës du même filament ; 2, division du noyau des deux cellules ; 3 et 4, formation dans le bec formé par chacune des deux cellules d'une petite cellule dégénérée et fusion des deux cellules mères ; 5, oospore mûre ; 6 à 9, copulation effectuée aux dépens de deux cellules provenant de la division d'une conidie (d'après EIDAM).

bec qui s'isole par une cloison, l'autre moitié reste dans la cellule mère. Tandis que les noyaux des becs dégèrent, une ouverture se fait dans la cloison qui sépare les deux cellules mères et par là le noyau et le cytoplasme d'une des cellules passe dans la cellule voisine qui devient l'œuf. Les deux cellules qui s'unissent sont donc très voisines, puisque contiguës. Toutefois, elles sont toujours séparées par une génération puisqu'elles subissent une division avant de copuler, mais on peut tout au moins les considérer comme cousines.

D'ailleurs nous avons ici un moyen de connaître exactement la parenté des gamètes. EIDAM a, en effet, constaté que parfois l'œuf peut se faire aux dépens d'une conidie du Champignon : celle-ci se divise par une cloison et les deux cellules filles, qui en résultent, copulent suivant la règle. En ce cas, les gamètes sont indubitablement cousins-germains et nous offrent un exemple bien déterminé de pædogamie du 2^e degré.

LEWENTHAL (26) a d'ailleurs démontré que les deux cellules copulantes sont toujours ou des cellules sœurs issues de la plus récente bipartition ou parfois des cellules cousines résultant de l'avant-dernière bipartition, mais contiguës et non encore séparées l'une de l'autre par contraction.

Cependant VOYCICKI (27), dans une étude plus récente, a constaté que le noyau des cellules copulantes subit non pas une, mais plusieurs divisions. Une première division mitotique se produit et les deux noyaux qui en résultent se rendent dans la cellule du bec et y dégèrent. Il reste un noyau dans chaque cellule mère. Après le passage du noyau mâle dans la cellule femelle, les deux noyaux sexuels subissent encore une ou plusieurs divisions, directes cette fois. Ces nouveaux noyaux se résorbent, sauf deux qui se fusionnent. En somme, ce serait là un fait comparable à l'émission des globules polaires de l'œuf. Les gamètes qui s'unissent seraient donc, d'après VOYCICKI, séparés par trois ou cinq générations, mais qu'il s'agisse de pædogamie du 3^e ou du 4^e degré, les gamètes n'en restent pas moins très proches parents.

Les études que nous avons faites sur les Levures et les Endomycétées vont nous donner une idée de la fréquence des phénomènes de pædogamie dans les Champignons.

Seulement, tandis que dans le *Basidiobolus*, les gamètes étant toujours deux cellules contiguës du même filament, la pædogamie

était constante, il n'en est pas de même dans les Endomycétées et dans les Levures. Ici, la copulation peut s'effectuer aussi bien entre deux cellules de parenté très éloignée qu'entre deux cellules sœurs : en un mot, elle est indifféremment automixique ou amphimixique. A ce point de vue, les Endomycétées et les Levures nous offrent une forme de transition entre l'automixie et l'amphimixie et nous montrent qu'il n'y a pas de séparation bien tranchée entre ces deux processus.

Prenons en effet l'*Eremascus fertilis* que nous avons eu l'occasion d'observer récemment (28). Nous avons déjà décrit sa copulation à propos de l'hologamie. Dans ce Champignon, la copulation peut s'opérer indifféremment entre deux cellules contiguës du même filament ou entre deux cellules appartenant à des filaments distincts (fig. 4). Jamais la copulation ne s'effectue entre deux cellules sœurs : on sait en effet que les deux cellules contiguës s'unissent au moyen d'un canal de copulation formé par deux petits becs émis par chacune d'elles et que c'est au milieu de ce canal que naît l'œuf. Or les deux cellules copulantes n'offrent au début qu'un seul noyau, ce n'est qu'après la formation du canal de copulation qu'elles divisent leur noyau de manière à fournir chacune un noyau à l'œuf. Les noyaux qui se fusionnent dans l'œuf sont donc toujours séparés par une génération, mais si les cellules copulantes sont sœurs, ce qui peut arriver, nous aurons de la pædogamie du 1^{er} degré.

L'*Endomyces magnusii*, que nous avons observé en même temps que l'*Eremascus*, offre aussi un exemple de pædogamie. Les cellules mères de l'oogone et de l'anthéridie qui s'unissent proviennent soit de thalles différents soit d'un même thalle (Fig. 20, 1). Dans ce dernier cas, elles peuvent appartenir à des rameaux plus ou moins éloignés de la même branche ou à des rameaux issus de deux cellules contiguës. Mais ici les cellules sexuelles offrent généralement plusieurs noyaux, ce qui rend difficile la connaissance de la parenté des noyaux mâles et femelles. Cependant prenons le cas représenté dans la figure 20, 2, où l'œuf s'est constitué aux dépens de deux cellules contiguës. L'oogone et l'anthéridie sont tous deux sessiles, ils n'ont pas de pédicelles. La cellule qui a donné naissance à l'anthéridie renfermait deux noyaux, celle qui a fourni l'oogone en contenait également trois. Les deux cellules ont envoyé l'un de leurs noyaux l'une dans l'oogone, l'autre dans l'anthéridie, ceux-ci étant devenus les noyaux sexuels et s'étant fusionnés dans

l'œuf. Supposons que ces deux cellules soient sœurs et que leurs noyaux proviennent d'une même génération, ce qui est fort possible; en ce cas, le noyau femelle ne sera séparé du noyau mâle

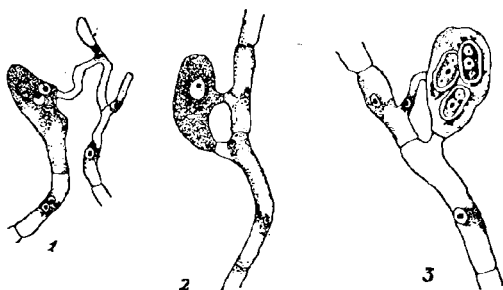


FIG. 20. — Copulation dans *Endomyces magnusii*. — 1, amphimixie; 2 et 3, automixie (d'après GUILLERMOND).

que par trois générations et nous aurons de la pædogamie du troisième degré. La figure 20 nous offre un exemple de pædogamie analogue.

Mais beaucoup plus intéressants encore sont les phénomènes sur lesquels nous avons

attiré l'attention dans la copulation des Levures, car ils nous démontrent la possibilité de la pædogamie du 1^{er} degré. Observons, par exemple, le *Sch. octosporus*. Cultivons pour cela des ascospores de cette Levure sur gouttelette pendante. Celles-ci se gonflent et se divisent par scissiparité (fig. 21, 1 et 2); les cellules filles qui en dérivent se divisent activement pendant environ 12 heures (fig. 21, 3), après quoi la multiplication se ralentit. On observe à ce moment dans la gouttelette pendante un grand nombre de petites colonies formées de 15 à 20 cellules rondes restées réunies les unes aux autres, disposées en chaînes ou agglomérées en masses muriformes. Les cellules ne se divisent presque plus et commencent à copuler (fig. 21, 4). Cette copulation peut s'effectuer entre deux cellules quelconques détachées d'une colonie et se trouvant accidentellement réunies, ou entre des cellules appartenant à deux colonies différentes voisines l'une de l'autre, soit enfin entre deux cellules d'une même colonie séparées par une ou plusieurs cellules intercalaires (fig. 21, 4, 9 et 7). En ce cas, la copulation est amphimixique. Mais la fécondation automixique paraît de beaucoup la plus fréquente. Dans la règle ce sont les cellules contiguës d'une même colonie qui copulent entre elles (fig. 21, 4 et 9). Dans les colonies formées d'une vingtaine de cellules disposées en chaîne ou groupées en amas, il est évidemment difficile de définir la parenté des gamètes. Cependant la copulation s'effectuant générale-

ment entre des cellules contiguës, celles-ci, si elles ne sont pas sœurs, sont au moins proches parentes (fig. 21). Mais certaines colonies sont réduites à un très petit nombre de cellules, trois ou cinq, et lorsque celles-ci se fusionnent entre elles, on est bien certain que la copulation s'effectue entre deux cellules sœurs ou tout au plus séparées par une génération. Il nous est même arrivé de suivre sous le microscope la copulation entre deux cellules issues d'une même cellule que nous avons vu préalablement se diviser. En ce cas, il y a manifestement paedogamie du 1^{er} degré.

La copulation peut donc, suivant les circonstances, s'effectuer par amphimixie ou par automixie, ce qui prouve que l'amphimixie ne paraît jouer aucun rôle. On peut d'ailleurs obtenir à volonté l'automixie ou l'amphimixie. Un moyen permet en effet d'obtenir presque constamment des fusions entre cellules sœurs ou séparées seulement par deux ou trois générations. Il consiste à faire germer des ascospores sur tranche de carotte: ce milieu est défavorable à la vie végétative de la Levure et favorise la sporulation qui peut parfois s'effectuer dès la germination des spores. En ce cas, on constate souvent que les ascospores d'un même asque subissent seulement une ou deux bipartitions et que les cellules qui en résultent copulent entre elles immédiatement après leur formation. Mais il y a plus; il peut arriver assez fréquemment que des spores encore enfermées dans l'asque se gonflent et sans subir aucune multiplication préalable

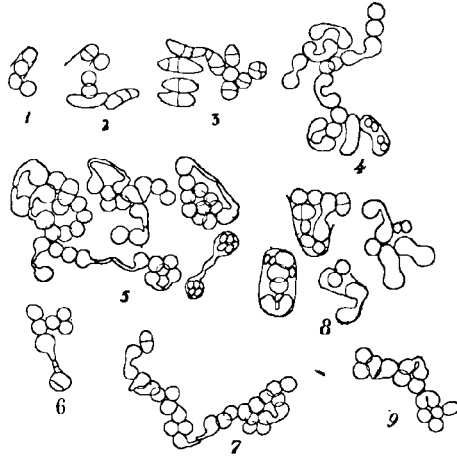


FIG. 21. — Copulation dans *Sch. octosporus*. — 1 à 2 et 7 à 4, germination des spores, division des cellules issues de la germination des spores; 4 et 9, copulation entre les cellules contiguës d'une même colonie; 5, 6 et 7, copulation entre cellules éloignées les unes des autres d'une même colonie ou de colonies différentes dans des variétés devenant asporogènes; 8, copulations entre des spores venant de germer sur tranche de Carotte (d'après GUILLIERMOND).

se fusionnent les unes aux autres pour produire directement de nouveaux asques (fig. 21, 8). Il s'agit donc bien dans ces cas, de pædogamie soit du 1^{er} degré, soit du 2^e ou 3^e degré.

On obtient facilement d'autre part une prédominance de l'amphimixie par un autre procédé. BEJERINCK a montré depuis longtemps que le *Sch. octosporus* tend à perdre ses propriétés sporogènes dans les cultures artificielles et peut même au bout d'un certain temps de culture en laboratoire se transformer en variété asporogène. Or, dans une culture en voie de subir cette transformation, le nombre des cellules asporogènes augmente de plus en plus, tandis que les cellules qui ont conservé leurs propriétés de former des spores deviennent de plus en plus rares. Dans ces conditions, les cellules d'une colonie issues d'une même cellule initiale renfermeront un grand nombre de cellules asporogènes et seulement quelques cellules sporogènes. La copulation deviendra donc difficile et les cellules sporogènes se trouvant mêlées à des cellules asporogènes seront obligées pour s'unir de rechercher à des distances plus ou moins éloignées, soit dans la même colonie, soit dans des colonies différentes, des cellules ayant conservé leur pouvoir de sporuler et avec lesquelles elles puissent copuler (fig. 21, 5). De la sorte, la copulation deviendra obligatoirement amphimixique.

Les mêmes phénomènes s'observent dans le *Sch. pombe* et le *Sch. mellacei*. Tout dernièrement (25) nous avons constaté de fréquents exemples de pædogamie dans le *Zygosaccharomyces priorianus*. Si l'on cultive cette Levure sur tranche de carotte, on constate d'abord un actif bourgeonnement qui dure pendant deux ou trois jours, après quoi la copulation commence. Or celle-ci s'effectue presque constamment entre les cellules contiguës d'une même colonie formée de 15 à 20 cellules, parfois même de deux ou trois cellules seulement (fig. 22, *a* et *b*). Il nous est même arrivé de voir une cellule venant de former un bourgeon, se fusionner aussitôt avec ce dernier, avant qu'il n'ait achevé son développement. En ce cas, l'asque qui en résulte se trouve constitué par deux renflements très inégaux : l'un, plus gros, représente la cellule mère, l'autre plus petit résulte du bourgeon. Les ascospores n'ayant pas la place nécessaire pour se développer dans le petit renflement ne se formeront que dans le renflement le plus gros (fig. 22, *c*, *d*, *e*, *f*). De la sorte la copulation normalement isogamique se trouve être hétérogamique. Mais ce n'est là qu'une hétérogamie apparente qui dépend d'une

circonstance purement accidentelle et ne constitue par conséquent qu'une simple anomalie. On ne saurait y voir le moindre indice de différenciation sexuelle.

Ces exemples nous montrent donc combien la pædogamie est fréquente dans les Champignons. En somme, lorsqu'on examine les Levures et les Endomycètes, on est amené à la conclusion que le degré de parenté des gamètes ne semble pas avoir la moindre importance dans la fécondation. Par suite de l'absence de motilité des cellules, celles-ci sont obligées pour copuler d'émettre des

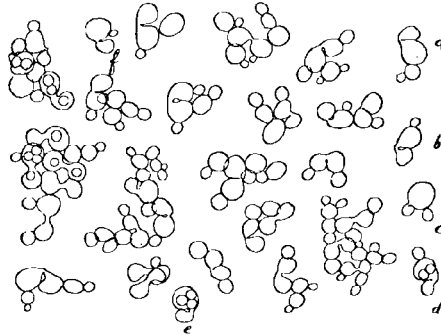


FIG. 22. — Copulation dans *Zygosaccharomyces priorimus*, entre les cellules contiguës d'une même colonie, *a*, *b*, copulation entre les cellules contiguës des colonies formées de trois ou quatre cellules, *c*, *d*, *e*, *f*, copulation entre une cellule mère et son bourgeon (d'après GULLIERMOND).

prolongements plus ou moins longs suivant la distance qui le sépare. Il y a donc avantage à ce que la copulation s'accomplisse entre deux cellules aussi rapprochées que possible ; ainsi se trouve évitée la formation de longs diverticules qui exige une certaine dépense d'énergie pour les cellules et arrive à les épuiser. Aussi, dans la règle ce sont presque toujours des cellules contiguës qui s'unissent. Ce n'est que lorsque, par suite de circonstances spéciales (comme dans les Levures la tendance des cellules à devenir asporogènes) les gamètes se trouvent dans l'impossibilité de contracter une union avec une cellule contiguë qu'on constate des copulations entre des gamètes plus ou moins éloignés l'un de l'autre. Il semble donc qu'une seule loi préside à la copulation de ces Champignons, c'est la loi du moindre effort. Nous ne serions pas étonné qu'il en soit ainsi dans beaucoup de Protistes. On sait en effet que la pædogamie est très fréquente dans les Algues, on l'a constatée dans la plupart des Conjuguées et dans les Diatomées. Dans les Protozoaires elle semble jouer également un grand rôle, autant qu'il semble résulter des recherches récentes de HERTWIG, SCHAUDINN, PROWAZEK, CAULLERY et MESNIL, etc.

Il ne paraît donc pas exister de limite bien tranchée entre l'amphimixie et l'automixie, puisque, dans un même individu, la copulation peut suivant les circonstances appartenir à l'une ou l'autre de ces formes de sexualité.

Beaucoup d'auteurs, considérant l'amphimixie comme la raison d'être de la fécondation, ont admis que la pædogamie résulte d'une rétrogradation de la fécondation et doit être rapprochée à cet égard de la parthénogamie et de la pseudogamie. Il se peut qu'il en soit ainsi dans certains cas. Mais il faut convenir que les exemples de copulation que nous venons d'examiner dans les Endomycétées et les Levures ne présentent aucun signe de dégénérescence. Il semble aussi en être de même dans le *Basidiobolus ranarum*.

Au contraire, à notre avis, la pædogamie des Champignons représenterait bien plutôt un processus primitif de la fécondation. Nous pensons qu'à l'origine de la sexualité, la fécondation a dû être indifféremment automixique ou amphimixique. Ce n'est que plus tard, dans les formes plus différenciées de la sexualité, qu'a dû apparaître la nécessité de l'amphimixie. La fécondation trouvant un avantage dans le mélange d'individus présentant des caractères héréditaires dissemblables a dû évoluer vers l'amphimixie. Peut-être même faut-il voir l'origine de l'amphimixie dans l'évolution progressive du dimorphisme sexuel. Nous avons vu en effet qu'on trouve dans les Mucorinées, toutes les étapes progressives de la différenciation sexuelle. Dans les Mucorinées homothallées, la zygospore donne naissance en germant à un thalle hermaphrodite et le dimorphisme sexuel n'apparaît que dans les gamétanges qui se différencient en gamétanges + et gamétanges —. Dans les Mucorinées hétérothallées, au contraire la différenciation sexuelle est beaucoup plus précoce et deux cas se produisent. Dans les unes, la différenciation apparaît dès le sporange issu de la germination de la zygospore qui donne deux sortes de spores, qui deviennent le point de départ des thalles + et des thalles —. Dans les autres enfin, qui sont arrivés au sommet de l'échelle, la différenciation sexuelle apparaît dans les zygosporées elles-mêmes qui ont un sexe déterminé et produisent uniquement des thalles + ou des thalles —.

Si le dimorphisme sexuel que BLAKESLEE a constaté dans les Mucorinées et que PINOY a retrouvé dans les Myxomycètes s'applique aux autres Champignons, ce qui paraît très vraisemblable, on peut admettre que l'amphimixie se trouve en étroite relation avec l'appa-

rition plus ou moins précoce du sexe. Dans le cas le plus primitif où la différenciation sexuelle n'apparaît qu'à la formation des gamètes, la fécondation pouvant s'effectuer aux dépens d'un seul thalle rend possible l'automixie. Ce serait le cas des Levures, des Endomycétées et du *Basidiobolus*. Lorsqu'au contraire, la différenciation s'effectue d'une manière très précoce et qu'il se forme des thalles de sexe différents, le fécondation ne pouvant s'opérer qu'entre deux thalles distincts, l'amphimixie devient obligatoire. En un mot, on peut admettre que c'est la complication du dimorphisme sexuel qui a créé l'amphimixie : l'homothallie favorise l'automixie, tandis que l'hétérothallie a pour conséquence de rendre nécessaire l'amphimixie.

Aussi importe-t-il de distinguer très nettement dans les champignons la pädogamie, qui a toutes les apparences d'une sexualité primitive, des autres processus automixiques, tels que la parthénogamie et la pseudogamie, que nous allons examiner et qui eux offrent un caractère incontestablement dégénératif.

B. — PARTHÉNOGAMIE.

La parthénogamie est un processus de fécondation qui consiste en une fusion nucléaire s'effectuant dans une cellule qui offre le caractère de gamète femelle, sans le concours d'un gamète mâle, soit que les noyaux qui se fusionnent proviennent de la même cellule, soit que l'un d'eux proviennent de l'émigration du noyau d'une cellule voisine n'ayant pas le caractère de gamète mâle. Dans le premier cas, elle sera dite autogame et dans le second pädogame. La parthénogamie doit donc être considérée comme une rétrogradation de la fécondation. Ce n'est pas à proprement parler un acte sexuel, mais le remplacement de la fécondation par un processus automixique compensant la réduction chromatique. A ce point de vue la parthénogamie est donc assimilable à la fusion de l'œuf avec le second globule polaire observé par BRAUER dans la parthénogénèse de l'*Artemia salina*.

Un cas de parthénogamie a été observé par VUILLEMIN dans les Entomophthorées. Dans ce groupe, la reproduction sexuelle est encore très peu connue. THAXTER (20) y a observé la copulation dans *Empusa sepulchralis* : elle s'effectue au moyen de deux protubérances issues de deux hyphes voisins qui à leur point de fusion

produit un œuf projeté à l'extérieur de l'anastomose où il forme une boule. Les protubérances qui s'unissent pour donner l'œuf étant

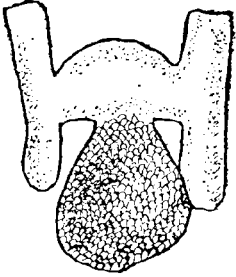


FIG. 23. — Fécondation dans *Empusa sepulchralis* (d'après THAXTER).

inégales, il y a donc par conséquent tendance à l'hétérogamie (fig. 23). Nous avons décrit un processus assez comparable dans le *Basidiobolus*, la seule Entomophthorée où la fécondation soit bien connue. Malheureusement en dehors de ce Champignon, on n'a pas encore observé les phénomènes cytologiques de la fécondation des Entomophthorées. Toutefois d'après les recherches récentes de RIDDLE (30), il semble que la reproduction sexuelle de la plupart d'entre elles

s'effectuent, non par hologamie comme dans le *Basidiobolus*, mais par gamétangie.

Dans d'autres espèces, tels que *Entomophthora glæospora* et *Empusa culicis*, la sexualité a disparu. Cependant on observe des spores durables nées par renflement de l'extrémité d'un hyphe. Celles-ci sont considérées généralement comme des œufs parthénogénétiques ou azygospores. On doit à VUILLEMIN (38) une observation des azygospores de l'*Ent. glæospora*. D'après cet auteur l'azygospore ne renferme à son début qu'un seul noyau : celui-ci subit un certain nombre de divisions successives qui porte le nombre des noyaux à 16 et parfois davantage. A partir de ce moment, tous les noyaux se fusionnent deux à deux et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il n'en subsiste qu'un seul dans l'azygospore. D'après VUILLEMIN, il s'agirait dans cette fusion nucléaire d'un équivalent de la fécondation, ce serait par conséquent de la parthénogamie autogame. Toutefois les résultats de VUILLEMIN sont contestés par les recherches récentes de OLIVE (32).

Les Urédinées nous montreront un exemple très curieux de parthénogamie. On doit surtout aux patientes recherches de DAN-GEARD, SAPPIN-TRUFFY, MAIRE, BLACKMANN et CHRISTMANN, la connaissance de l'évolution nucléaire et des processus sexuels de ces Champignons.

Les Urédinées offrent un cycle évolutif fort compliqué que nous nous efforcerons de réduire à sa plus simple expression pour éviter une description trop longue.

Prenons le genre *Phragmidium*, qui a été l'objet d'études classiques que nous aurons à examiner plus loin. Il vit en parasite dans les espaces intercellulaires des feuilles de Rosacées. En été, il produit sur les feuilles des Rosacées des conidies que l'on désigne sous le nom d'*urédospores* et qui sortent par l'ostiole des stomates. Ces urédospores se dispersent et tombent sur les feuilles de la même plante ou de plantes voisines où elles propagent la maladie. Tout l'été, le *Phragmidium* va en se multipliant ainsi de proche en proche sur les Rosacées. A l'automne, on observe sur les feuilles des mêmes plantes d'autres spores qui ont reçu le nom de *téleutospores* : celles-ci sont allongées et rendues quadricellulaires par la formation de plusieurs cloisons transverses superposées (fig. 25). Ces spores tombent à terre et au printemps germent dans l'air humide. Au sommet de chacune des cellules qui les constituent s'ouvre un petit tube mycélien ou *promycélium* qui s'allonge et se divise en quatre cellules à sa partie terminale. Sur chacune de ces cellules se forme latéralement un petit rameau grêle bientôt terminé par une *basidiospore* ovale qui s'en détache. Les basidiospores sont transportées par le vent sur les feuilles de Rosacées dans lesquelles elles pénètrent par les stomates. Là elles germent et produisent un mycélium. Au côté supérieur de la feuille, le mycélium forme des spermogonies, sortes de bouteilles qui percent l'épiderme et s'ouvrent au sommet. Le fond de ces bouteilles est constitué par des filaments qui donnent naissance à de petites conidies ou *spermaties* qui sortent par l'orifice de la bouteille et dont on ne connaît pas bien le rôle.

Sur la face inférieure de la feuille, les filaments forment des nodules sphériques désignés sous le nom d'*écidies* qui percent l'épiderme et s'ouvrent largement au sommet en forme de coupe. Le fond de cette coupe est occupé par une rangée de cellules dressées terminées chacune par un chapelet de spores, désignées sous le nom d'*écidiospores*. Celles-ci ne germent que si elles se trouvent transportées sur une autre Rosacée.

Les recherches de DANGEARD et SAPPIN-THOUFFY (27) ont montré que les écidiospores offrent toujours deux noyaux accolés et se divisant simultanément. Ces noyaux renferment chacun 2 chromosomes. A partir de ce stade, on observe toujours deux noyaux dans toutes les cellules, c'est-à-dire dans le mycélium qui résulte de la germination des écidiospores, dans les urédospores, dans le mycélium qui en dérivent et dans les jeunes téleutospores. Ce n'est qu'à partir

de ces dernières que s'arrête cette longue série de générations de cellules binucléées. Pendant l'épaississement de la membrane de la téléospore, on constate, en effet, que les deux noyaux se fusionnent en un seul très gros qui renferme 4 chromosomes. Au printemps, lorsque la téléospore germe, ce noyau subit deux mitoses successives nécessaires à la formation des quatre cellules du promycélium et c'est au cours de ces divisions que s'effectue la réduction chromatique. Dès la prophase de la première mitose, on ne compte plus que 2 chromosomes. DANGEARD et SAPPIN-THOUFFY considèrent donc cette fusion nucléaire comme une véritable fécondation qui s'accomplirait dans une même cellule sans mélange protoplasmique. La longue lignée de cellules binucléées, qui commence à l'écidiospore pour aboutir à cette fusion, aurait pour rôle, selon ces auteurs, de préparer la fécondation, en séparant les noyaux sexuels par de nombreuses générations et en réalisant ainsi l'amphimixie. La téléospore aurait la valeur d'un œuf et celui-ci réduirait ses chromosomes dès sa germination, comme cela s'observe dans beaucoup de Champignons.

Les travaux de MAIRE (28) sur l'évolution nucléaire des Urédinées ont fourni une autre interprétation très ingénieuse de cette fusion nucléaire. On sait que d'une manière générale, dans la fécondation, les noyaux mâles et femelles, une fois réunis dans l'œuf, ne se fusionnent pas toujours immédiatement. Dans beaucoup de cas, ils s'appliquent seulement l'un contre l'autre et ne se confondent en un seul noyau que pendant la première mitose de l'œuf. Bien plus, chez certains animaux, les Copépodes, par exemple, non seulement les noyaux sexuels conservent leur individualité, mais ils se divisent pendant les premières mitoses de la segmentation, simultanément, sans se fusionner, et ce n'est qu'après un certain nombre de mitoses qu'ils finissent par se confondre en un seul noyau.

Partant de ces données, MAIRE admet dans l'évolution des Urédinées l'existence, comme dans les Métaphytes et les animaux, de 2 tronçons : l'un à n chromosomes constitue le gamétophyte, l'autre à $2n$ chromosomes représente le sporophyte. Seulement dans les Urédinées, et en cela, ces champignons diffèrent des autres végétaux, le tronçon à $2n$ chromosomes est constitué non pas par des cellules à un seul noyau, mais par des cellules à deux noyaux restés individualisés, renfermant chacun n chromosomes et qui se divisent toujours simultanément, par *mitoses conjuguées*, comme les noyaux

de l'œuf des Copépodes au début de sa segmentation. MAIRE admet que dans le développement d'un Métaphyte ou d'un animal, le noyau à $2n$ chromosomes représente un double noyau, où la chromatine paternelle et maternelle restent individualisées, c'est-à-dire, deux noyaux distincts confondus dans une même membrane. Aussi MAIRE ne voit-il pas de différence essentielle entre le sporophyte constitué par des cellules à un seul noyau à $2n$ chromosomes et le cas réalisé par les Urédinées où le sporophyte est représenté par des cellules avec association synergique de deux noyaux restés individualisés et formant un synkarion. C'est pourquoi cet auteur a proposé de substituer au nom de sporophyte celui de *synkariophyte* qui indique que, même dans le cas où les deux noyaux sexuels se confondent en un seul, leur chromatine reste individualisée. Quant à la fusion nucléaire qui se produit dans les jeunes téléutospores et termine le synkariophyte des Urédinées, elle ne représente pas, d'après la théorie de MAIRE, une fécondation, mais le début de la réduction chromatique : elle correspond à la réduction numérique des chromosomes qui se produit chez les animaux et les Métaphytes dans les cellules sexuelles et qui consiste en la fusion des chromosomes deux à deux, amenant leur réduction de moitié. Elle est donc le point de départ du gamétophyte.

Ainsi dans une Urédinée, il y aurait deux tronçons, le synkariophyte qui commence à l'écidiospore et se termine à la téléutospore et le gamétophyte qui va de la téléutospore à l'écidie. Mais ici, contrairement à la règle générale, il n'y a pas de fécondation, et si l'on veut trouver quelque chose de comparable à une fécondation, il faut le rechercher non pas dans la fusion nucléaire de la téléutospore, mais dans la formation de l'écidiospore. La formation d'une cellule à deux noyaux qui devient le point de départ des écidiospores constituerait donc l'équivalent d'un processus sexuel.

Les récentes découvertes de BLACKMANN, CHRISTMANN, FRASER et OLIVE sur l'origine du synkarion des Urédinées ont apporté une remarquable confirmation à l'opinion de MAIRE.

Examinons donc comment se forme le synkaryophyte dans l'écidie, d'après les travaux de ces auteurs.

Dans *Phragmidium speciosum* (fig. 24), étudié par CHRISTMANN (35), les filaments du thalle, qui rampent sous l'épiderme de la feuille et constituent l'écidie, produisent côte à côte un grand nombre de courts rameaux dressés, tous semblables et rapprochés par paire :

le rameau se divise, par une cloison transverse, en deux cellules superposées, dont la supérieure, plus petite, s'atrophie bientôt,

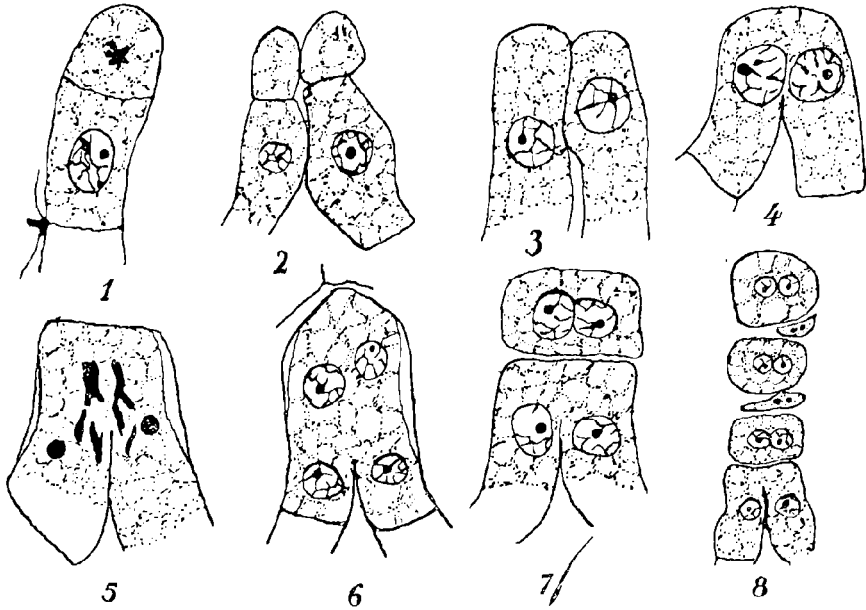


FIG. 24. — Parthénogamie dans *Phragmidium speciosum*. — 1, Un rameau producteur des écidiospores, divisé en une cellule supérieure en voie d'atrophie et une cellule inférieure fertile ; 2, deux rameaux accolés ; 3, deux cellules fertiles en voie de fusion ; 4, œuf binucléé ; 5 et 6, œuf en voie de cloisonnement ; 7, le cloisonnement est achevé et l'œuf a formé à sa partie supérieure une cellule mère d'écidiospore ; 8, chapelet d'écidiospores formé par la germination d'un œuf. Les écidiospores sont séparés par des cellules intermédiaires (d'après CHRISTMANN).

tandis que l'inférieure, plus grande, s'anastomose largement avec la voisine. Par l'ouverture, les deux cytoplasmes se fusionnent, mais les deux noyaux demeurent séparés. Ainsi formé par la fusion de deux cellules identiques et reposant également de chaque côté sur les bases de deux rameaux générateurs, l'œuf possède donc côte à côte deux noyaux distincts. Il germe aussitôt en s'allongeant vers le haut, divisant simultanément ses deux noyaux et se découpant par une cloison en deux cellules superposées à deux noyaux. La cellule terminale, dite cellule-mère de l'écidiospore, se divise une seconde fois en une cellule externe, plus grande qui deviendra l'écidiospore, et une cellule interne aplatie, dite cellule intermédiaire,

qui semble destinée à dissocier les écidiospores pour assurer leur dissémination. De nouvelles cellules-mères se constituent incessamment et se comportent comme précédemment, aussi se forme-t-il des chapelets d'écidiospores dérivés chacun d'un œuf.

On pourrait considérer cette reproduction ⁽¹⁾ comme une véritable fécondation rentrant dans la catégorie de l'ishologamie. Comme, d'autre part, les éléments qui se fusionnent sont des cellules contiguës et semblent par conséquent très proches parents, elle pourrait être comparée à la paedogamie. Toutefois, si l'on en croit BLACKMAN (36), il s'agirait plutôt d'un processus de parthénogamie paedogame.

Cet auteur en effet, reprenant une ancienne théorie de TULASNE et STAHL sur la valeur sexuelle des spermaties, considère les cellules productrices des écidiospores comme ayant la valeur de gamètes femelles ou macrogamètes. L'étude cytologique qu'il a faite des spermaties lui a montré que ces éléments offrent la structure non point d'une conidie, mais de véritables gamètes mâles, à cause de la grosseur relative du noyau, de la rareté du cytoplasme, de l'absence de toute réserve et de la présence d'une membrane cellulaire très mince. D'un autre côté, la structure des cellules fertiles qui se montrent au début de l'écidie est celle des cellules femelles, de sorte que pour cet auteur, la jeune écidie est une sorte d'organe reproducteur femelle produisant des macrogamètes. BLACKMANN voit même dans la cellule stérile qui surmonte la cellule fertile le reste d'un trichogyne analogue à celui des Floridées, des Lichens et des Laboulbéniaçées. Les Urédinées auraient donc eu ancestralement une reproduction sexuelle du même type que les Floridées. Mais ce mode de fécondation aurait disparu ; les spermaties ou microgamètes auraient cessé d'être fonctionnels et les macrogamètes se développeraient sans leur concours. La fusion de deux macrogamètes remplacerait ainsi la fécondation. Ce serait donc une parthénogamie

(1) La sexualité des Urédinées peut-être rapprochée de celle qui a été récemment signalée par HARTMANN et NEGLER dans l'*Amœba diploidia* (Copulation bei « *Amœba diploidea* ». *Sitzungsber. Gesells. Naturf. Freunde*. Berlin 1908). Cette amibe est caractérisée par la présence constante de deux noyaux qui constituent un synkarion et se divisent simultanément lors de la division cellulaire. A un moment donné, deux amibes s'enferment dans un kyste commun et dans chacune les deux noyaux se fusionnent en un seul. Après la copulation nucléaire, les deux amibes se fusionnent et les deux noyaux effectuent chacun deux divisions successives de maturation ; ils se rapprochent ensuite, mais restent distincts, de telle sorte que l'œuf ainsi formé devient le point de départ d'un nouveau synkarion.

pædogame qui suppléerait à une mérogamie ancestrale disparue au cours de l'évolution.

Une observation de BLACKMAN sur *Phragmidium violaceum* nous donnera un exemple d'une rétrogradation plus avancée de cette sexualité (fig. 25). Ici, l'écidie est formée à l'origine d'une rangée de

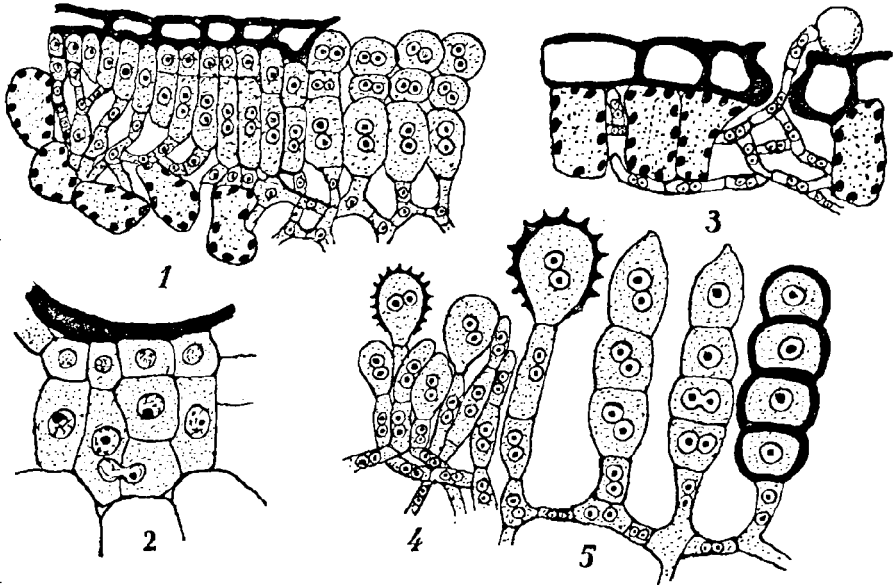


FIG. 25. — Diverses phases du développement de *Phragmidium violaceum*. 1, Fragment d'une écidie. A gauche, le mycélium donne des rameaux producteurs d'écidiospores dont les cellules se divisent en une cellule supérieure stérile et une cellule inférieure fertile, cette dernière renfermant deux noyaux. A droite, les cellules fertiles germent en chapelets d'écidiospores. 2, Fragment d'une écidie vue à un plus fort grossissement et montrant des rameaux formés chacun d'une cellule stérile et d'une cellule fertile. Un noyau d'une cellule voisine s'introduit dans l'une d'elles pour constituer le synkarion ; 3, germination d'une écidiospore ; 4, urédospores à différents stades de leur développement ; 5, téléospores à différents stades de leur développement (d'après BLACKMAN).

cellules à un seul noyau qui se divisent en une cellule mononucléée supérieure (trichogyne) qui restera stérile et une cellule inférieure également mononucléée qui sera fertile. Cette dernière s'accroît et après un stade de repos est fécondée par la migration à son intérieur d'un noyau venu d'une cellule indifférenciée de sa base. Les deux noyaux s'accolent et constituent le synkarion qui subsistera

jusqu'à la téléospore. Dans d'autres Urédinées comme *Uromyces poae* et *Puccinia poarum*, la parthénogamie passerait peu à peu à la pseudogamie, d'après les recherches de BLACKMANN et de BLACKMANN et FRASER (37). En effet, dans ces espèces, les cellules fertiles n'offrent plus le caractère de macrogamète et la copulation s'effectue entre deux cellules végétatives qui ne présentent pas de différenciation sexuelle.

Nous avons (38) eu l'occasion d'observer dans les Levures des processus sexuels qui semblent devoir être rapprochés de la parthénogamie. On a vu, au début de cette Revue, que certaines espèces appartenant aux genres *Schizosaccharomyces* et *Zygosaccharomyces* offrent une copulation isohologamique qui se produit au moment de la formation de l'asque. La zygospore qui en résulte germe immédiatement en asque. C'est là le mode normal de sexualité des Levures qui correspond d'ailleurs au stade de copulation des Endomycétées et des Ascomycètes supérieurs auxquels on doit rattacher les Levures. Mais dans la majorité des espèces, la sexualité a disparu et l'asque se développe par parthénogénèse aux dépens d'une cellule qui n'a pas subi de copulation. Cependant, dans certaines espèces, un processus sexuel nouveau est venu se substituer à la fécondation normale. C'est ainsi que dans le *Saccharomyces ludwigii* et dans quelques autres Levures, on constate une copulation qui se produit entre les ascospores nées d'un asque parthénogénétique. Dans le *S. ludwigii*, l'asque renferme toujours 4 ascospores : au moment de germer, ces ascospores copulent deux à deux au moyen d'un canal de copulation (fig. 26). Le noyau et le cytoplasme des deux ascospores s'introduisent dans ce canal et c'est là que s'opèrent la fusion nucléaire et le mélange des cytoplasmes. La fusion reste incomplète et la zygospore est formée de deux spores unies par un canal de copulation. C'est aux dépens de ce canal que s'effectue la germination de la zygospore ; celui-ci donne naissance par une série de bourgeonnements à de nombreuses cellules végétatives.

Dans la règle, la copulation s'effectue toujours entre les quatre ascospores d'un même asque et à l'intérieur de cet asque avant que la paroi ne se soit résorbée. Ce sont les bourgeons qui résultent de la germination de la zygospore qui, en se développant, perforent la paroi de l'asque. La copulation est donc toujours automixique et, comme chaque asque ne renferme que 4 ascospores, elle ne pourra s'effectuer qu'entre des ascospores sœurs ou cousines germaines ; en un mot, il

y aura obligatoirement paedogamie du 1^{er} ou du 2^e degré. Cependant, par suite de circonstances accidentelles, la copulation peut s'effectuer aussi entre les ascospores de deux asques différents et par conséquent

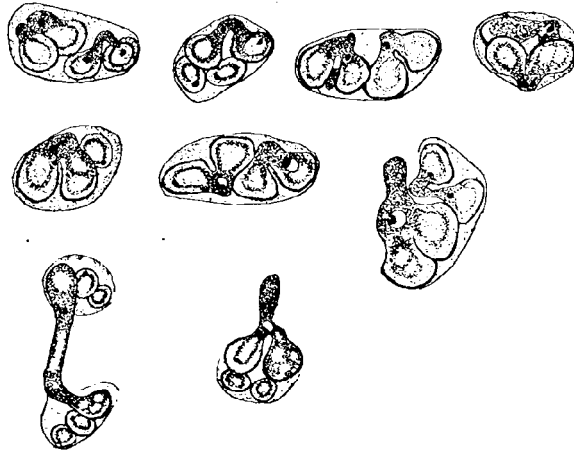


FIG. 26. — Divers stades de la parthénogamie dans *Sacch. ludwigii* (d'après GUILLIERMOND).

de parenté très éloignées; en ce cas, elle deviendra donc amphimixique. C'est ce que l'on observe presque constamment lorsqu'on fait germer des ascospores très âgées; dans ces conditions un grand nombre d'entre elles étant mortes, celles qui survivent se trouvent souvent isolées dans un asque au milieu d'ascospores incapables de se développer. Par suite, elles seront obligées de chercher dans un autre asque d'autres ascospores vivantes avec lesquelles elles pourront s'unir: elles accompliront leur union au moyen de longs prolongements qui iront rejoindre les asques situés dans leur voisinage.

Cette copulation d'ascospores paraît assimilable à la parthénogamie. En effet, la cellule qui donne naissance à l'asque doit être considérée comme un gamète se développant par parthénogénèse. Comme la formation des spores nécessite deux divisions nucléaires successives, qui ne sont pas séparées par une période de nutrition, les noyaux qui en résultent se trouvent épuisés. Aussi s'explique-t-on que les ascospores éprouvent le besoin de compenser la perte de chromatine qu'a subi leur noyau au cours des deux divisions successives. Il est probable, d'ailleurs, d'après ce que l'on sait des Asco-

mycètes supérieurs, que l'asque des Levûres est le siège d'une réduction numérique des chromosomes. La copulation des ascospores intervient donc pour remplacer la fécondation qui devait se produire au moment de la formation de l'asque et pour compenser la réduction chromatique.

C. — PSEUDOGAMIE

Nous désignons sous le nom de pseudogamie un processus voisin de la parthénogamie, mais montrant une dégradation beaucoup plus accusée encore de la sexualité et qui consiste en le remplacement d'une véritable fécondation par un processus de copulation pseudo-sexuel entre deux cellules qui ne sont pas différenciées en gamètes. La pseudogamie accompagne donc l'apogamie, elle est vis-à-vis de l'apogamie ce que la parthénogamie est pour la parthénogénèse. C'est à cette catégorie de processus automixique que l'on doit rapporter les phénomènes décrits par FARMER, MOORE et DIEBY dans certains Cryptogames vasculaires se reproduisant par apogamie. Dans ceux-ci, en effet, le prothalle ne développe pas d'organes sexuels et ce sont des cellules non différenciées qui deviennent le point de départ d'une nouvelle plante. Mais ces cellules sont cependant le siège d'une fusion nucléaire qui se produit entre leur noyau et le noyau d'une cellule voisine ayant émigré dans leur intérieur.

La pseudogamie semble réalisée dans les Ustilaginées. Ces champignons, parasites des Phanérogames, produisent à certains moments des spores durables ou chlamydospores qui après une période de vie latente germent en produisant un promycélium formé ordinairement de quatre cellules qui, chacune, donnent naissance par une sorte de bourgeonnement à une basidiospore qui se développe ensuite en levures. DANGEARD (24) a constaté que les chlamydospores offrent toujours à leur naissance deux noyaux et que ces deux noyaux se fusionnent pendant l'épaississement de la membrane de la chlamydospore (fig. 27). DANGEARD considère ce phénomène comme une fécondation.

Il est probable que cette fécondation rentre dans la catégorie de la pseudogamie autogame. Toutefois, l'étude de la sexualité des Ustilaginées reste encore confuse et mériterait d'être reprise. En effet, on sait depuis longtemps, que les basidiospores formées aux dépens du promycélium offrent une tendance à se fusionner deux

à deux avant de germer. DE BARY regardait cette fusion comme une fécondation. DANGEARD a montré au contraire que, n'étant pas accompagnée d'une fusion nucléaire, elle ne pouvait pas être

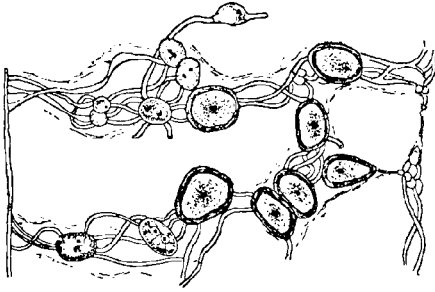


Fig. 27. — Formation des chlamydospores dans *Entyloma glaucii* ; les chlamydospores jeunes offrent deux noyaux, les autres entourées d'une membrane cutinisée n'en renferment qu'un seul (d'après DANGEARD).

considérée comme un processus sexuel : il l'a comparé aux anastomoses que l'on rencontre dans certains Champignons. Dans beaucoup de Champignons, en effet, les cellules du mycélium peuvent contracter entre elles des anastomoses, mais ces anastomoses, qui s'effectuent à des stades indéterminés du développement et ne sont pas accompagnées de

fusion nucléaire, ne semblent avoir aucune relation avec les processus sexuels. Cependant, dans une étude récente, FEDERLEY (39) a observé au contraire que les fusions des basidiospores de l'*Ustilago tragopogonis pratensis* sont accompagnées d'une copulation de noyaux. Dès lors, on pourrait se demander si la fusion des basidiospores ne représenterait pas un acte sexuel : dans la majorité des espèces, notamment celles qu'a observé DANGEARD, les noyaux s'accoleraient sans se confondre et constitueraient un synkarion jusqu'aux chlamydospores dans lesquelles s'opèrerait la fusion nucléaire et la réduction numérique des chromosomes. Dans d'autres Ustilaginées, telles que l'*U. tragopogonis pratensis*, au contraire, la copulation nucléaire se produirait dans l'œuf formé par la réunion de deux basidiospores et la réduction dans la chlamydospore. Ainsi se trouveraient conciliées les deux opinions contradictoires de DANGEARD et de FEDERLEY ; mais ceci n'est qu'une suggestion toute gratuite.

Dans les Urédinées, nous avons vu qu'avec l'*Uromyces poae* et l'*U. poarum*, la parthénogénèse tendait à passer à la pseudogamie. Dans certaines espèces, on constate un raccourcissement du développement qui se manifeste par la suppression de certains organes de fructifications, notamment des écidies. Dans ces espèces, la pseudogamie a définitivement remplacé la parthénogamie. En effet,

il se forme cependant chez elle un synkariophyte qui se termine à la téléospore par une fusion nucléaire suivant la règle. Il semble résulter des recherches de MAIRE que ce synkariophyte n'apparaît pas à un stade déterminé du développement. On doit donc regarder la formation du synkarion comme l'équivalent d'une fécondation et par conséquent comme elle ne se produit pas dans une cellule différenciée en gamète, elle offre absolument le caractère de la pseudogamie.

Un cas analogue de pseudogamie semble se rencontrer également dans les Autobasidiomycètes. Ces champignons sont suffisamment connus et il serait superflu ici de décrire leur appareil de fructification. Rappelons seulement que les lamelles hyméniales qui se trouvent sous le chapeau du champignon renferment des rangées de cellules qu'on désigne sous le nom de basides et qui donnent naissance, par une sorte de bourgeonnement, à 2 ou 4 basidiospores.

Les belles recherches de DANGEARD ont démontré, depuis longtemps déjà, que la baside, au début de son développement, offre toujours deux noyaux et que ceux-ci se fusionnent avant la formation des basidiospores. Aussitôt cette fusion opérée, le noyau qui en résulte ne tarde pas ensuite à se diviser une ou deux fois suivant qu'il se forme 2 ou 4 basidiospores (fig. 28). DANGEARD (24) considère cette fusion nucléaire comme un véritable processus sexuel. Dans des études plus récentes, MAIRE (34) a montré que les deux noyaux de la baside résultent, comme dans les Urédinées, d'une longue série de cellules binucléées qui représentent le sporophyte ou synkariophyte. La fusion nucléaire qui s'opère dans la baside correspondrait donc au début de la réduction numérique des chromosomes et serait le point de départ du gamétophyte ou lignée à n chromosomes. Les mitoses nécessitées par la formation des basidiospores qui s'effectuent immédiatement après la karyogamie sont d'ailleurs accompagnées, selon MAIRE, d'une réduction numé-

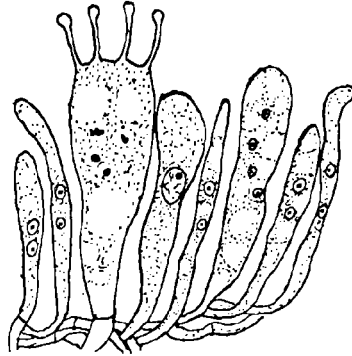


FIG. 28. — Formation des basides dans *Hydnum repandum*. Les jeunes basides offrent deux noyaux qui se fusionnent ensuite (d'après DANGEARD).

rique et quantitative des chromosomes. Ceux-ci sont au nombre de deux dans les deux noyaux qui constituent le synkarion. Le noyau secondaire de la baside qui résulte de la fusion du synkarion renferme donc 4 chromosomes ; ceux-ci se soudent deux à deux au synapsis qui précède la première mitose et se dédoublent au cours de cette division. Le seul phénomène qui, d'après MAIRE, soit comparable à une fécondation dans les Autobasidiomycètes est donc la formation du premier synkarion. On ignore encore comment se forme ce synkarion, mais autant qu'il semble résulter des recherches de MAIRE et des travaux plus récents de NICHOLS (40), il paraît naître à un stade indéterminé du développement. Aussi peut-on assimiler la formation du synkarion des Autobasidiomycètes à une sorte de pseudogamie.

IV. — LA SEXUALITÉ DES ASCOMYCÈTES SUPÉRIEURS

La question de la sexualité des Ascomycètes supérieurs, malgré le nombre considérable d'importants travaux auxquels elle a donné lieu, n'est pas encore complètement élucidée et laisse encore beaucoup d'obscurité. Tous les auteurs admettent l'existence d'un acte sexuel chez les Ascomycètes, mais ne s'accordent pas encore sur l'interprétation de ce phénomène. Cette question mérite donc d'être étudiée à part. Nous ne pourrions y insister beaucoup, d'abord parce que la place nous manque et ensuite parce que nous l'avons déjà longuement exposé dans un article précédent (41).

Les Ascomycètes, on le sait, sont caractérisés par l'existence de leur appareil de fructification désigné sous le nom d'asques. Un asque est une cellule qui produit un nombre généralement déterminé d'ascospores internes ; ce nombre est le plus souvent de 4 ou de 8. Dans les Ascomycètes les plus inférieurs (Endomycétées, Exoascées), les asques sont isolés et se forment aux dépens de l'extrémité de certains rameaux qui se renflent et produisent des spores internes. Dans les Levures, où les cellules sont dissociées et se multiplient par bourgeonnement, les asques naissent aux dépens d'une cellule quelconque. Mais dans les Ascomycètes supérieurs, les asques se forment dans des appareils spéciaux, très compliqués, qu'on désigne sous le nom de périthèces. Le périthèce apparaît

généralement sous forme d'une cupule largement ouverte ou d'une sphère d'abord creuse, qui s'ouvre à la maturité. Quelle que soit sa forme, le périthèce est constitué par un tissu protecteur qui occupe toute sa partie externe et par des cellules allongées, qui tapissent sa surface interne, aux dépens desquelles se forment les asques.

Nous avons vu que, dans les Ascomycètes inférieurs (*Dipodascus*, *Eremascus*, *Endomyces magnusii*, *Saccharomyces*), il existe souvent une reproduction sexuelle à l'origine de l'asque. Dans beaucoup d'autres Ascomycètes inférieurs cependant, l'asque se forme par parthénogénèse, sans aucune copulation.

Dans les Exoascées, qui vivent en parasite sous la cuticule des feuilles de certains arbres, les asques offrent un processus spécial qui a été découvert par DANGEARD et considéré par cet auteur comme un acte sexuel. Le thalle des Exoascées est constitué par un mycélium à articles plurinucléés, dont les filaments viennent isolément percer l'épiderme de la feuille et se terminer chacun par un asque octosporé, tout à fait comparable à celui des Levures et des *Endomyces*.

DANGEARD a montré que les jeunes asques offrent toujours deux noyaux. Ceux-ci se fusionnent bientôt et l'unique noyau qui résulte de cette fusion subit trois mitoses successives pour former les 8 ascospores (fig. 29). DANGEARD (42) a considéré cette fusion nucléaire comme un véritable processus sexuel. Au moment où DANGEARD l'a observé, on ne connaissait pas encore la parthénogamie. Aujourd'hui, il serait naturel de considérer ce processus comme une parthénogamie remplaçant la fusion cellulaire qui devrait se produire à ce stade. Cependant, comme nous le verrons plus loin, l'interprétation de ce phénomène reste énigmatique.

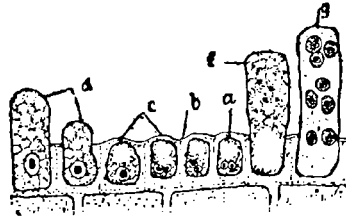


FIG. 29. — Fragment de coupe d'une feuille de pêcher renfermant sous la cuticule des asques d'*Exoascus deformans*. *a b*, jeunes asques à 2 noyaux ; *a c*, asques plus âgées où les 2 noyaux se sont fusionnés ; *f*, asque à 4 noyaux résultant de deux divisions successives du noyau copulé ; *g*, asque mûr (d'après DANGEARD).

A. — FÉCONDATION A L'ORIGINE DU PÉRITHÈCE
OU FUSION HARPÉRIENNE.

Dans les Ascomycètes supérieurs, les travaux de THAXTER, HARPER, BAUR, etc. ont montré l'existence d'un phénomène sexuel, non pas à l'origine de l'asque, mais au début de la formation du périthèce. Ce phénomène s'effectue d'ailleurs d'une manière fort diverse suivant les cas. Nous examinerons séparément ces divers types de processus sexuels qui se rapportent suivant les cas à l'anishologamie, à l'anisomérogamie, à la gamétangie, à la parthénogamie et à la pseudogamie.

a. **Anishologamie.** — Prenons comme exemple *Phyllactinia corylea* (fig. 30) récemment étudié par HARPER (43). Dans cette

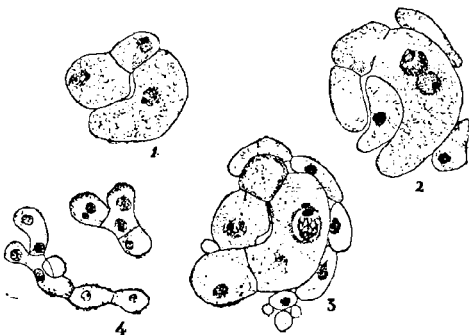


Fig. 30. — Formation du périthèce dans *Phyllactinia corylea*. — 1, oogone et anthéridie accolés ; 2, l'anthéridie déverse son contenu dans l'oogone ; 3, l'oogone fécondé s'entoure de filaments destinés à former le pseudoparenchyme ; 4, hyphes ascogènes dont les cellules terminales binucléées donneront les asques (d'après HARPER).

espèce, le périthèce se forme de la manière suivante : l'extrémité d'un rameau du mycélium se renfle et se délimite, par une cloison basilaire, en une cellule uninucléée qui devient l'oogone. L'extrémité d'un autre rameau situé au voisinage se délimite à son tour en une cellule à un seul noyau, plus petite que l'oogone, qui représente l'anthéridie. L'oogone et l'anthéridie s'accolent

l'un à l'autre, s'enlacent, puis se soudent par leur extrémité. La cloison mitoyenne qui les sépare à cet endroit ne tarde pas à se résorber et le contenu de l'anthéridie passe dans l'oogone. Là, les deux cytoplasmes et des deux noyaux se confondent, puis l'œuf une fois formé s'allonge et subit une série de cloisonnements transversaux qui le délimitent en trois ou cinq cellules. Ordinairement, une seule de ces cellules contribue à la formation de l'asque ; c'est

généralement l'avant-dernière. Celle-ci produit par bourgeonnement sur toute sa surface une série d'hyphes ascogènes dont les extrémités se renflent et fournissent des asques. Les articles du filament qui a donné naissance à l'oogone, situés immédiatement au-dessous de ces dernière, formeront alors une série de ramifications qui constitueront un pseudo-parenchyme qui est destiné à devenir l'enveloppe protectrice du périthèce. Les asques au moment de leur formation renferment toujours deux noyaux qui se fusionnent bientôt en un gros noyau. Cette fusion nucléaire correspond donc à celle que nous avons constatée dans l'asque des Exoascées. Ainsi, il existe dans *Phyllactinia* deux fusions nucléaires, l'une qui se produit au moment de la copulation, au début de la formation du périthèce, et la seconde qui s'opère dans les jeunes asques. Cette dernière fusion, qui correspond à celle que nous avons mentionnée dans les Exoascées, a été constatée pour la première fois dans plusieurs espèces par DANGEARD : elle est générale et s'observe dans tous les Ascomycètes supérieurs, même dans ceux qui n'offrent pas de copulation à l'origine du périthèce. L'interprétation de cette seconde fusion nucléaire, que VUILLEMIN (44) a désignée sous le nom de « fusion dangeardienne », en l'opposant à la copulation « fusion harpérienne » reste donc très énigmatique. Mais laissons de côté cette question sur laquelle nous insisterons plus loin.

b. Anisomérogamie. — On connaît deux exemples d'anisomérogamie, celui des Laboulbéniciacées et celui des Lichens.

Les Laboulbéniciacées sont bien connues aujourd'hui grâce aux beaux travaux de THAXTER (45). Ces champignons parasites des Coléoptères offrent un thalle réduit à un court filament, formé de quelques cellules superposées, dont la basilaire enfonce un suçoir pointu dans la couche chitineuse de l'hôte.

Une ou plusieurs des cellules supérieures forment sous la cloison un court rameau aminci au sommet où il se produit un chapelet de petites cellules sphériques qui se désarticulent et se disséminent. Ce sont des anthérozoïdes comparables aux pollinodes des Floridées (fig. 31).

Une des cellules inférieures du thalle forme aussi un court rameau qu'une cloison transversale divise bientôt en deux cellules qui formeront le périthèce. Par une série de cloisons longitudinales et transversales, l'inférieure devient bientôt un corps massif, dans

lequel on distingue une cellule centrale plus grande qui représente l'oosphère et une double assise de cellules pariétales plus petites. La cellule supérieure qui surmonte la cellule centrale se divise par une cloison transversale en deux cellules ; l'une supérieure constitue un trichogyne analogue à celui des Floridées, l'autre inférieure a reçu le nom de *trichophore*.

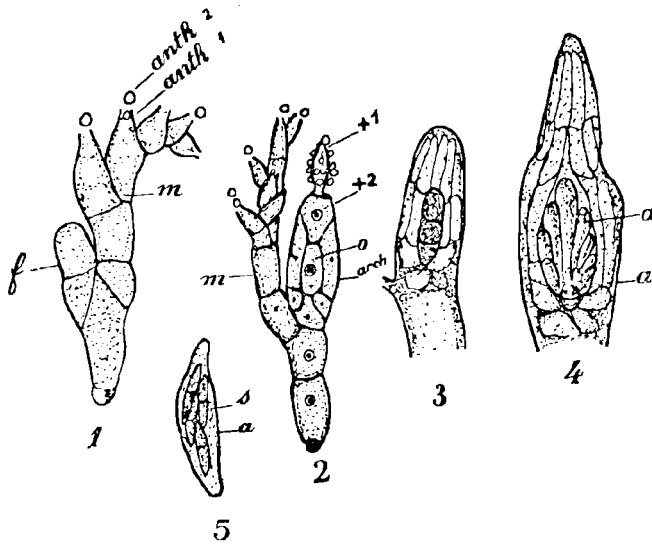


FIG. 31. — Formation du périthèce dans *Stigmatomyces baëri*. — 1, *f*: rameau femelle, *m*: rameau mâle, *anth. 1*: anthéridie, *anth. 2*, anthérozoïde; 2, *m*: rameau mâle, *arch.*: oogone, *o*: oosphère + 2: trichophore + 1, trichogyne entouré d'anthérozoïdes; 3, oogone après la fécondation; le trichogyne s'est détaché et l'œuf s'est divisé en 3 cloisons; 4, la cellule médiane de l'oogone a donné naissance aux asques (*a*) par bourgeonnement; 5, asque avec ses 4 ascospores bicellulaires (d'après THAXTER).

Les anthérozoïdes tombent sur le trichogyne dont la membrane gélifiée les retient collées. On suppose que l'une d'elles, après avoir percé la membrane, y déverse son contenu qui descend après la destruction des deux cloisons transverses sous-jacentes jusque dans l'oosphère pour constituer un œuf.

Aussitôt formé, l'œuf s'allonge et se divise par deux cloisons transverses en trois cellules superposées dont la médiane seule bourgeonne ensuite tout autour pour former un bouquet d'asques à 4 ascospores fusiformes et rendues bicellulaires par une cloison médiane.

Malheureusement, on ne connaît pas encore les processus cytologiques qui accompagnent cette fécondation. On sait cependant, par les observations de FAULL (45), que les jeunes asques, comme dans les autres Ascomycètes, sont le siège d'une fusion nucléaire.

STAHL avait admis autrefois l'existence d'une reproduction sexuelle assez analogue dans les Lichens. On sait que l'Ascomycète qui constitue avec l'Algue l'association symbiotique dont résulte le Lichen offre, en effet, deux sortes d'organes de reproduction, les spermogonies et les périthèces ou apothécies.

Les spermogonies sont des conceptacles en forme de bouteille immergées dans le thalle et s'ouvrant en dehors par un pore terminal. Elles sont tapissées intérieurement de filaments qui donnent un très grand nombre de conidies en bâtonnets et dont on ne connaît pas très bien le rôle. Les spermogonies précèdent toujours la formation des périthèces.

Les périthèces apparaissent au début sous forme d'un filament : la portion supérieure du filament ou trichogyne est très allongée et surmonte le thalle du Lichen ; la partie basilaire ou oogone est enroulée en spirale et donne naissance par bourgeonnement aux filaments ascogènes. La partie supérieure du filament a été comparée par STAHL au trichogyne des Floridées et cet auteur admettait que les spermatices représentent des anthérozoïdes comparables aux pollinodes de ces Algues et destinées à traverser le trichogyne et à féconder l'oogone. Cette opinion s'appuyait sur le fait que d'ordinaire les spermatices viennent s'accoler sur la pointe du trichogyne (fig. 32).

La théorie de STAHL était depuis longtemps abandonnée, lorsque les recherches récentes de DARBISHIRE (47) et BAUR (48) sont venues la ressusciter.

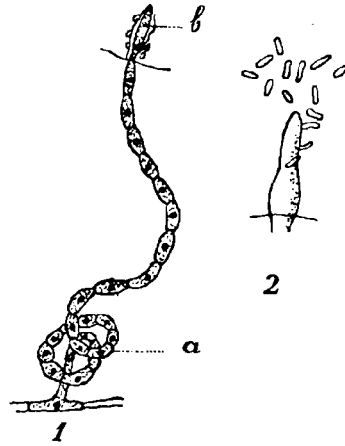


FIG. 32. — Développement du périthèce dans *Collema crispum*. — 1, filament destiné à former un périthèce : a, oogone ; b, trichogyne ; 2, cellule terminale du trichogyne entourée de spermatices (d'après BAUR et STAHL).

Dans *Collema crispum*, BAUR a constaté dans plusieurs cas, la copulation des spermaties avec le trichogyne.

Le trichogyne comprend une longue file de cellules uninucléées; l'oogone est lui-même composé de cellules à un noyau (fig. 32). Les cloisons transversales des cellules du trichogyne et de l'oogone sont incomplètes et BAUR admet que c'est par ces ouvertures que le noyau de la spermatie traverse le trichogyne pour pénétrer dans l'oogone. Il admet que la fusion du noyau mâle et du noyau femelle s'effectue dans la première cellule de l'oogone. Le noyau de l'œuf fécondé se diviserait et passerait dans les autres cellules, car toutes les cellules de l'oogone contribuent à la formation des hyphes ascogènes. Les asques naissent aux extrémités des hyphes ascogènes et renferment deux noyaux qui se fusionnent bientôt en un seul.

c. Gamétangie. — C'est HARPER (49) qui a décrit le premier exemple de gamétangie dans *Pyronema confluens* (fig. 33). Dans ce Champignon, on observe, au début des périthèces, des couples de cellules qui sont des organes sexuels. Chacun est formé d'une grosse cellule qui représente un organe femelle et d'une petite cellule, plus mince et plus allongée, qui est une anthéridie. Les deux cellules sexuelles renferment chacune un grand nombre de noyaux. Avant la fécondation, la cellule femelle se divise par une cloison transversale en deux cellules: la supérieure devient le trichogyne dont le contenu ne tarde pas à dégénérer; l'inférieure plus grande représente l'oogone. Au moment de la fécondation, l'anthéridie s'anastomose avec le trichogyne par son extrémité supérieure: son protoplasme et ses noyaux se déversent dans cette cellule dont le contenu s'est résorbé, puis la cloison, qui sépare le trichogyne de l'oogone se résorbe et laisse passer le contenu de l'anthéridie dans l'oogone. La cloison de trichogyne se referme bientôt après et les noyaux mâles et femelles se fusionnent deux à deux dans l'oogone. L'œuf produit ensuite un grand nombre d'hyphes ascogènes dans lesquels s'introduisent les noyaux fécondés. Ces hyphes se ramifient abondamment, puis leurs extrémités, qui renferment quatre noyaux, se recourbent en crosse. La crosse délimite bientôt, par deux cloisons transverses, deux cellules, l'une terminale renferme un seul noyau, tandis que l'autre subterminale, qui occupe la partie bombée de la crosse, contient deux noyaux. Le quatrième noyau du filament occupe la cellule

située au-dessous de la cellule binucléée. L'asque se forme aux dépens de la cellule binucléée qui s'allonge, fusionne ses noyaux et se transforme bientôt en asque.

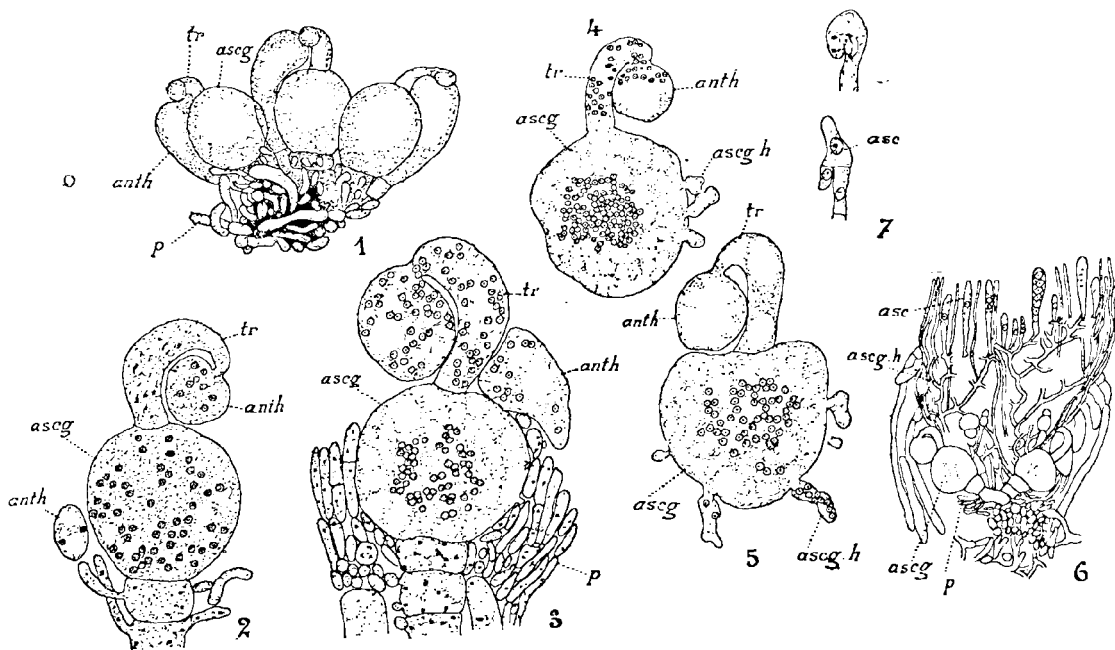


FIG. 33. — Formation du périthèce dans *Pyronema confluens*. — 1, trois couples d'organes sexuels ; 2, stade de fécondation. L'antheridie (*anth.*) communique avec le trichogyne (*tr.*) à contenu dégénéré. L'oogone (*ascg.*) renferme de nombreux noyaux ; 3, le contenu de l'antheridie pénètre dans le trichogyne ; 4, le contenu de l'antheridie passe dans l'oogone en traversant le trichogyne ; 5, oogone fécondé dont les noyaux s'introduisent dans les hyphes ascogènes ; 6, coupe d'un périthèce. Les hyphes ascogènes forment des asques à leur extrémité ; 7, formation de l'asque (d'après HARPER).

L'existence d'un trichogyne surmontant l'oogone amène HARPER à rapprocher la fécondation de *Pyronema* de celle des Lichens et des Laboulbéniciées, ainsi que celle des Floridiées et cet auteur admet que les Ascomycètes et les Floridiées dérivent d'un ancêtre commun.

d. Parthénogamie. — FRASER (50) a observé dans *Lachnea stercorea* un cas de parthénogamie.

Dans cette espèce, on constate un oogone plurinucléé surmonté d'un trichogyne qui comprend 4 à 6 cellules. L'antheridie est également plurinucléée et se fusionne avec le trichogyne, mais

les noyaux de l'anthéridie ne pénètrent pas dans l'oogone. Il ne se produit pas de fécondation : celle-ci est remplacée par une fusion par paire des noyaux femelles renfermés dans l'oogone. Cette fusion nucléaire représente donc une parthénogamie venue se substituer à la copulation primitive. D'autres exemples de parthénogamie de même ordre ont été signalés par FRASER et CHAMBERS (51) dans l'*Aspergillus herbarorum* et par CUTTING (52) dans l'*Ascophanus curneus*.

Un autre exemple a été constaté par BLACKMANN et FRASER (53) dans l'*Humaria granulata* (fig. 34). Dans cette espèce, il n'existe plus d'anthéridie. La branche femelle renferme un nombre variable de cellules : celle qui occupe l'extrémité supérieure grossit plus que les autres et donne naissance aux hyphes ascogènes ; elle représente donc l'oogone. Dans l'oogone, qui est toujours multinucléée, les auteurs ont observé une fusion par paire des noyaux femelles, c'est-à-dire une parthénogamie remplaçant la fécondation rendue impossible par l'absence d'anthéridies.

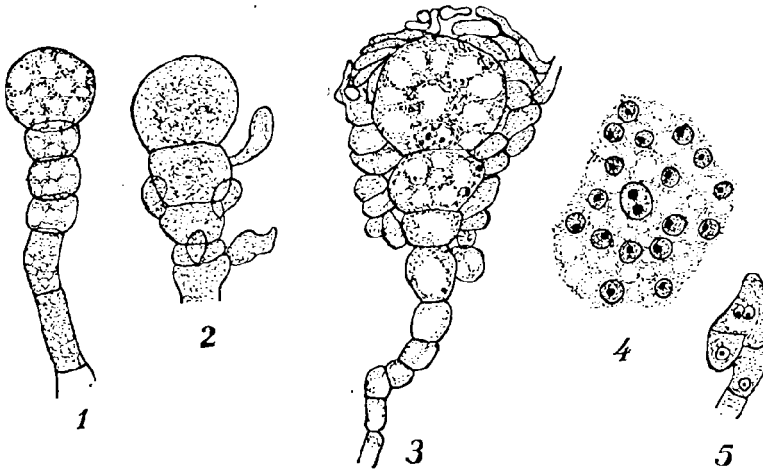


FIG. 34. — Parthénogamie dans *Humaria rutilans*. — 1, branche femelle formée à l'extrémité du filament ; 2 et 3, la cellule supérieure de la branche femelle produit l'oogone, les cellules inférieures donnent naissance à des hyphes destinés à former le pseudoparenchyme ; 4, fragment de l'oogone montrant la copulation des noyaux ; 5, formation de l'asque (d'après BLACKMAN et FRASER).

e. Pseudogamie. — FRASER (53) a observé une régression encore plus avancée de la sexualité dans l'*Humaria rutilans*. Ici les cellules

qui servent de point de départ aux hyphes ascogènes ne se distinguent pas des autres cellules mycéliennes. Il n'y a donc absolument pas d'organes sexuels différenciés, mais on constate dans les cellules destinées à former le périthèce de nombreuses fusions nucléaires (fig. 41). Ces fusions s'effectuent généralement entre deux noyaux d'une même cellule multinucléée par pseudogamie autogame, mais peuvent s'opérer occasionnellement aussi entre un des noyaux de la cellule qui fournit le périthèce et un noyau provenant d'une cellule voisine ayant émigré dans la première par un pore de la membrane. En ce dernier cas, il s'agit donc de pseudogamie pædogame.

f. Parthénogénèse.— Dans beaucoup d'Ascomycètes supérieurs, le périthèce se forme aux dépens d'une oogone, sans copulation et sans qu'aucun acte sexuel réduit ne vienne compenser la copulation, c'est ainsi que RAMLOW (55) a montré que dans le *Thelebolus stercoreus* il n'existe aucune trace de processus sexuel.

B. — LA FUSION NUCLÉAIRE DE L'ASQUE OU FUSION DANGEARDIENNE, SA SIGNIFICATION.

Quelle que soit l'origine du périthèce, qu'il se constitue aux dépens d'un œuf résultant d'hologamie, de mérogamie ou de gamétangie ou qu'il naisse par parthénogénèse ou apogamie, les jeunes asques sont toujours le siège d'une fusion nucléaire. De la sorte, dans toutes les espèces dans lesquelles le périthèce dérive d'un œuf fécondé, on constate deux fusions nucléaires, l'une qui se produit dans l'œuf résultant de la copulation de l'oogone et de l'anthéridie (fusion harpérienne) et l'autre qui s'opère dans l'asque (fusion dangeardienne).

Quelle signification doit-on donc attribuer à cette seconde fusion nucléaire ou fusion dangeardienne? C'est là une des questions les plus controversées de la sexualité des Champignons et qui n'a pas encore reçu de solution définitive. Elle ne pourra être élucidée que lorsqu'on aura pu suivre d'une manière précise l'évolution nucléaire des Ascomycètes, ce qui n'a malheureusement pas été possible jusqu'ici.

Une des seules observations que nous possédions à ce sujet est due à HARPER (43) qui a pu suivre une partie de l'évolution nucléaire de *Phyllactinia corylea*. D'après cet auteur, le nombre des chromosomes resterait constant pendant tout le cycle évolutif de cet

Ascomycète. Les deux noyaux sexuels, celui de l'anthéridie et celui de l'oogone renfermeraient chacun 8 chromosomes. Après la fusion de ces noyaux dans l'œuf, le noyau qui en résulte subirait une réduction numérique et présenterait dès sa première mitose 8 chromosomes bivalents. Ce nombre persiste dans les noyaux des hyphes ascogènes et les deux noyaux de l'asque renferment aussi chacun 8 chromosomes bivalents. La fusion dangeardienne s'effectue alors et se trouve immédiatement suivie d'une réduction numérique qui paraît s'opérer dans un synapsis, de telle sorte que, dès la première mitose de l'asque, le noyau offre 8 chromosomes que HARPER considère comme tétravalents. On retrouve 8 chromosomes dans les deux autres mitoses de l'asque. HARPER admet que c'est au cours de ces trois mitoses successives que les chromosomes subissent la réduction quantitative qui les dédoublent à la deuxième mitose en 8 chromosomes bivalents et à la troisième en 8 chromosomes monovalents.

En résumé, les noyaux sexuels offriraient donc 8 chromosomes. Leur fusion dans l'œuf serait immédiatement suivie d'une réduction numérique au cours de laquelle les 16 chromosomes se souderaient deux à deux pour constituer 8 chromosomes bivalents. Après la fusion dangeardienne, les 16 chromosomes bivalents qui constituent le noyau de l'asque réduiraient leur nombre de moitié en se soudant deux à deux et en formant ainsi 8 chromosomes tétravalents. Dans les deux premières mitoses, une réduction quantitative interviendrait pour dédoubler les 8 chromosomes tétravalents en 8 chromosomes bivalents, compensant ainsi l'augmentation de chromatine apportée par la fusion harpérienne. Enfin, dans la troisième mitose, une nouvelle réduction quantitative nécessitée par la fusion Dangeardienne transformerait les 8 chromosomes bivalents en 8 chromosomes monovalents.

Il résulterait donc de cette évolution nucléaire que les Ascomycètes supérieurs offriraient, comme les Métaphytes et les Basidiomycètes, une lignée à n chromosomes ou gamétophyte qui débiterait dans les ascospores pour s'achever à la fusion harpérienne. Celle-ci deviendrait alors le point de départ du sporophyte ou lignée à $2n$ chromosomes qui se poursuivrait jusqu'aux ascospores. Seulement, les Ascomycètes supérieurs présenteraient un caractère particulier : le nombre de leurs chromosomes serait le même dans le gamétophyte et dans le sporophyte. Le gamétophyte

ne se distinguerait du sporophyte que parce que ses chromosomes sont monovalents, alors qu'ils sont bivalents dans le sporophyte.

Ainsi deux fusions nucléaires interviennent dans le développement d'un Ascomycète et toutes deux semblent suivies d'une réduction numérique et quantitative des chromosomes et offrir par conséquent le caractère d'une fusion sexuelle. Mais alors, que signifie la seconde fusion, celle qui se produit dans l'asque? HARPER admet qu'elle est nécessitée par les caractères très spéciaux de l'asque. L'asque, en effet, consiste à son début en une cellule très petite: celle-ci au cours de son développement subit une augmentation de volume considérable. Son noyau doit donc suivre ce mouvement et augmenter de volume lui aussi, pour être proportionné à la cellule. Le rôle de la fusion dangeardienne serait donc simplement de rétablir l'équilibre entre le cytoplasme et le noyau en donnant à l'asque un noyau renfermant deux fois plus de chromatine.

Certains auteurs vont même jusqu'à assimiler cette seconde fusion nucléaire à une véritable fécondation et admettent que les Ascomycètes supérieurs offrent dans leur développement deux actes sexuels l'un au début du périthèce, l'autre dans l'asque.

Tout autres sont les idées de DANGEARD qui nie formellement l'existence de la reproduction sexuelle à l'origine du périthèce. On sait que c'est à l'éminent botaniste que l'on doit la découverte de la fusion nucléaire qui se produit dans l'asque (fusion dangeardienne). DANGEARD (42) l'a décrit pour la première fois dans *Pustularia vesiculosa* en 1894 et la considère comme une véritable fécondation.

Dans cette espèce, l'asque se forme par un processus analogue à celui qui a été décrit plus tard dans *Pyronema confluens*. Un filament ascogène se recourbe en crosse (fig. 35): à ce moment, le noyau unique contenu dans ce filament subit deux mitoses successives, de telle sorte que

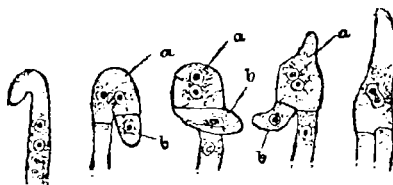


FIG. 35. — Divers stades de la formation de l'asque dans *Pustularia vesiculosa* (d'après DANGEARD).

le filament renferme bientôt quatre noyaux. Deux de ces noyaux occupent la partie courbée (a), qui s'isole à la fois du filament et de son extrémité recourbée par une cloison. La cellule binucléée ainsi

formée ne tarde pas à grossir, à s'allonger et se transforme en asque après avoir fusionné ses deux noyaux. DANGEARD pense que ce mode particulier de formation de l'asque a pour but de réunir dans cette cellule deux noyaux d'origine différente. Ces deux noyaux sont, en effet, séparés par une génération, ils sont cousins-germains et cela suffirait, d'après DANGEARD, à assurer l'amphimixie.

La cellule-mère de l'asque aurait donc la valeur d'un œuf et la réduction chromatique s'opérerait au cours des mitoses successives de l'asque, c'est-à-dire, à la germination de l'œuf. De la sorte, il n'y aurait pas de lignée à $2n$ chromosomes ou sporophyte.

Les asques se forment d'ailleurs de la même manière dans la plupart des Ascomycètes et, même dans le cas où ils naissent par un processus différent, leurs deux noyaux n'ont pas la même origine et sont toujours séparés par plusieurs générations.

DANGEARD (56) ne conteste pas l'existence, dans beaucoup d'Ascomycètes, d'organes sexuels qui se développent au moment de la formation des périthèces. Mais ceux-ci ne seraient, selon lui, que des organes témoins d'une reproduction ancestrale aujourd'hui disparue. Ils ont cessé d'être fonctionnels. Parfois l'anthéridie s'accôle à l'oogone et communique avec cette cellule par une perforation de la membrane mitoyenne ; mais elle dégénère avant d'avoir déversé son contenu dans l'oogone. Dans d'autres cas, l'anthéridie s'accôle à l'oogone, mais sans qu'aucune communication ne s'établisse entre ces deux organes. Dans *Pyronema confluens* (11) par exemple (fig. 36),

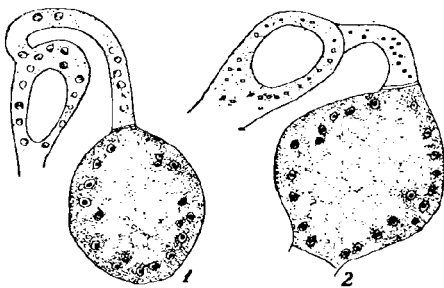


FIG. 36. — Formation du périthèce dans *Pyronema confluens*. L'anthéridie et le trichogyne dégèrent sans que leur contenu pénètre dans l'oogone (d'après DANGEARD).

l'anthéridie communique bien avec le trichogyne et déverse son contenu dans ce dernier, mais le protoplasme de cette cellule dégénère, sans avoir pénétré dans l'oogone : seulement, il existe dans la paroi qui sépare le trichogyne et l'oogone une ouverture analogue à celle qu'on observe dans beaucoup de Champi-

gnons et qui a fait admettre à HARPER qu'il se produisait une fusion de l'anthéridie et de l'oogone par l'intermédiaire du trichogyne.

Les organes sexuels des Ascomycètes sont donc simplement des vestiges d'une reproduction ancestrale analogue à celle des Siphomycètes et aujourd'hui disparue. Selon DANGEARD, il n'y a d'ailleurs aucun lien phylogénétique entre les Floridées et les Ascomycètes qui dérivent des Siphomycètes. Par suite de leur adaptation à la vie aérienne, ces Champignons ont perdu la reproduction ancestrale et celle-ci a été remplacée par la fusion nucléaire de l'asque!

DANGEARD admet que tous les Champignons ont une origine commune et dérivent de Chlamydomonadées. Par suite de la suppression de la nutrition holophytique, la mérogamie originelle a été transformée en gamétangie, qui s'observe dans la plupart des Siphomycètes. L'adaptation des Champignons supérieurs à la vie aérienne a eu pour effet de transformer la gamétangie en hologamie, qui se rencontre dans les Ascomycètes inférieurs (Endomycétées et Levures) au début de l'asque, puis celle-ci s'est transformée à son tour en un processus spécial consistant en une simple fusion nucléaire dans l'asque. Les organes de reproduction ancestrale subsisteraient parfois au début du périthèce à l'état de vestiges, mais auraient perdu toute fonction.

Si l'on admet l'opinion de DANGEARD, il faut donc considérer cette fusion nucléaire comme une parthénogamie. Actuellement la question n'est pas élucidée et les auteurs se partagent entre les deux opinions, celle de HARPER et celle de DANGEARD.

Cependant les récents travaux de CLAUSSEN (57) et de son élève SCHIKORRA ont donné une nouvelle orientation à ce problème. CLAUSSEN a constaté que, dans *Pyronema confluens* il se produit bien une fusion entre l'anthéridie et l'oogone, mais qu'après le passage du contenu de l'anthéridie dans l'oogone, les noyaux mâles et femelles s'accolent, sans se fusionner et constituent un synkarion. Le synkarion persiste jusqu'à la formation de l'asque et c'est dans cette cellule que se produit la fusion nucléaire (fig. 37). Il n'y aurait donc qu'une seule fusion nucléaire dans le développement de *Pyronema confluens* et cette fusion s'opérerait seulement dans les jeunes asques. CLAUSSEN pense qu'il doit en être de même dans les autres Ascomycètes et qu'ainsi pourraient s'expliquer les divergences de vues entre HARPER et DANGEARD.

De son côté SCHIKORRA (58) a observé des phénomènes analogues dans le *Monascus purpureus*. Dans cet Ascomycète, le périthèce

dérive d'une anisogamétangie analogue à celle qui se produit dans *Pyronema confluens*. Ici encore, les noyaux mâles et femelles s'accolent dans l'oogone, mais sans se fusionner. Il se constitue ainsi un synkariophyte qui se termine dans l'asque par une fusion nucléaire.

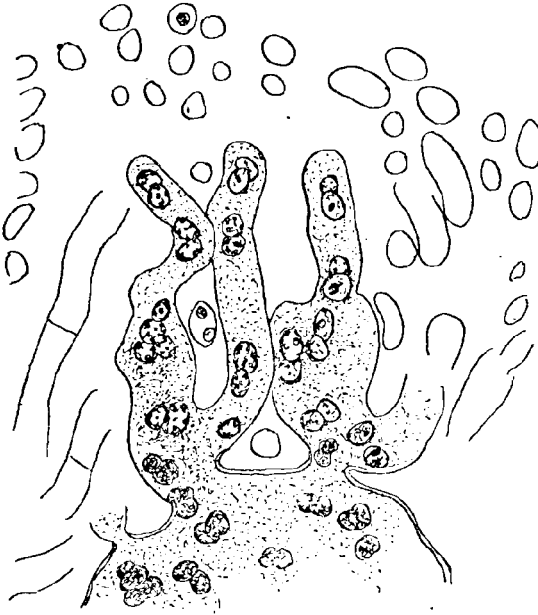


FIG. 37. — Formation des hyphes ascogènes aux dépens de l'oogone dans *Pyronema confluens*. Les noyaux s'accolent sans se fusionner dans l'oogone, formant des synkariions qui s'introduisent ensuite dans les hyphes ascogènes (d'après CLAUSSEN).

S'il en est ainsi tout s'éclaircit : les Ascomycètes offrent une fécondation à l'origine du périthèce. L'œuf qui en résulte est le point de départ d'un sporophyte ou lignée à $2n$ chromosomes, mais ici comme dans les Basidiomycètes, ce sporophyte est constitué non pas par un noyau à $2n$ chromosomes, mais par un synkarion, c'est-à-dire par 2 noyaux à n chromosomes accolés l'un

à l'autre et se divisant simultanément jusqu'à l'asque. La fusion nucléaire qui se produit dans l'asque doit donc être considérée comme le début du stade de la réduction numérique : les deux noyaux se fusionnent en un seul noyau à $2n$ chromosomes ; puis les chromosomes se soudent deux à deux dans le synapsis qui précède la première mitose, pour former n chromosomes bivalents et ceux-ci à leur tour se dédoublent, au cours des mitoses successives de l'asque, en n chromosomes monovalents. Enfin dans le cas où aucune fécondation ne se produit à l'origine du périthèce comme dans *Thelebolus stercoreus* et dans les Exoascées, la formation du synkarion remplace

la fécondation et doit être considérée comme une parthénogamie. Mais ces observations demanderaient à être vérifiées et étendues à d'autres espèces.

V. — APOMIXIE.

Nous comprenons sous ce nom tous les processus parthénogénétiques ou apogamiques qui n'offrent plus aucune fusion automixique pour remplacer la fécondation. L'apomixie comprend donc la parthénogénèse, développement d'un œuf non fécondé et l'apogamie, développement d'un individu au dépens d'une cellule qui n'est pas différenciée en œuf.

L'apomixie et notamment la parthénogénèse sont des phénomènes excessivement fréquents chez les Champignons. Dans les Champignons inférieurs (Schizophomycètes), de BARY a attiré un des premiers l'attention sur la dégradation que subit la sexualité dans certains groupes, tels que les Saprolégniées qui semblent évoluer vers la parthénogénèse. Dans un grand nombre d'espèces, appartenant aux genres *Saprolegnia*, *Achlya*, *Aphanomyces* et *Pythium*, on constate la parthénogénèse; chez elle, il y a en effet avortement progressif et enfin suppression complète des rameaux mâles. Dans certaines espèces, cette suppression n'affecte que certaines plantes; dans d'autres, elle s'étend à l'espèce tout entière. Ainsi dans le *S. mixta* et *S. hypogyna*, les exemplaires dépourvus d'anthéridies sont encore à peu près aussi nombreux que ceux qui en sont pourvus. Dans *S. thuretii*, les exemplaires à anthéridies ne forment plus qu'une rare exception. Enfin dans le *S. torulosa* et *S. monifera*, on n'en rencontre plus du tout: ces deux espèces sont entièrement parthénogénétiques. Leurs oogones ne s'en développent pas moins comme si elles avaient subi la fécondation. De BARY admettait même que les anthéridies, lorsqu'elles sont bien développées n'étaient plus fonctionnelles et que la sexualité avait complètement disparu chez les Saprolégniées. Cette opinion a été défendue de nos jours par HARTOG, mais nous avons vu que les recherches de différents auteurs, notamment de CLAUSSEN, ont démontré qu'un certain nombre d'espèces de Saprolégniées ont conservé leur reproduction sexuelle.

Il résulte d'ailleurs des expériences de KLEBS (59) sur *Sap. mixta*, que la reproduction sexuelle des Saprolégniées est très influencée

par le milieu. Tout d'abord, cet auteur constate que dans les milieux très nutritifs et souvent renouvelés, le Champignon peut vivre indéfiniment sous forme mycélienne, sans présenter de sporanges, ni d'organes sexuels. Dans des milieux peu nutritifs, il forme au contraire d'abondants sporanges et offre des fréquentes reproductions sexuelles. Sur une solution renfermant de la leucine à 0,1 % et du phosphate de potasse à 0,1 %, il produit des oogones et des anthéridies. Sur une solution renfermant de 0,05 à 0,1 % d'hémoglobine, il n'a au contraire que des oogones sans anthéridies; mais pour faire apparaître ces derniers, il suffit d'ajouter au milieu précédent une solution de phosphate. En faisant varier le milieu, l'auteur obtient à volonté soit ensemble, soit successivement et dans un ordre déterminé, la production de mycélium, de chlamydo-spores, de sporanges et d'oogones sexués ou parthénogénétiques.

VAN TIEGHEM et LE MONNIER ont montré l'existence de cas assez fréquents de parthénogénèse dans les Mucorinées. On voit, dans les Mucors, la cellule terminale d'un rameau renflé, s'unir à une cellule semblable, grandir, s'arrondir et s'entourer d'une membrane épaisse et former des azygospores.

Dans les Entomophthorées, nous avons montré qu'à côté d'espèces sexuées, comme *Basidiobolus ranarum* et *Empusa sepulchralis*, il existe des espèces qui sont devenues complètement parthénogénétiques et ne forment que des azygospores (*Empusa culicis* et *Entomophthora glæospora*).

Mais cette tendance à la parthénogénèse devient encore beaucoup plus fréquente et plus curieuse, lorsqu'on s'adresse aux Champignons supérieurs (Ascomycètes et Basidiomycètes). Aucun exemple n'est plus frappant que celui des Levures et des Endomycétées que nous avons étudié récemment à ce point de vue (10).

Dans les Endomycétées, on ne connaît jusqu'ici qu'un petit nombre de représentants dont deux espèces d'*Eremascus* et plusieurs espèces d'*Endomyces*.

Les deux espèces d'*Eremascus* ont un caractère archaïque et offrent toutes deux une copulation isologamique que nous avons décrite au début de cet article.

Dans l'*E. fertilis*, la copulation s'effectue entre deux articles qui se réunissent au moyen d'un petit prolongement en un canal de copulation au milieu duquel se forme une zygospore sphérique qui se transforme en asque octosporé. Mais il y a de très nombreux

cas de parthénogénèse. Souvent deux prolongements émis par deux cellules voisines en vue de la copulation, cheminent côte à côte, sans s'anastomoser. L'un et l'autre se renflent et produisent séparément un asque (fig. 38, 1). Parfois, aussi, une cellule intercalaire d'un filament forme en se renflant un asque parthénogénétique (fig. 38, 3). Généralement les asques parthénogénétiques se distinguent des asques dérivés d'une copulation par leur plus petite dimension et par leurs ascospores dont le nombre est généralement variable et inférieur à 8.

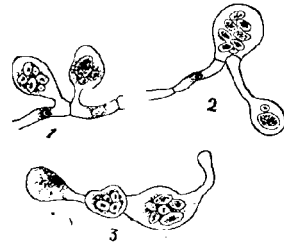


FIG. 38. — Formation d'asques parthénogénétiques dans *Eremascus fertilis* (d'après GUILLIERMOND).

Dans les *Endomyces*, on ne connaît que l'*Endomyces magnusi* qui présente des phénomènes sexuels. Nous avons vu qu'ils s'accom-

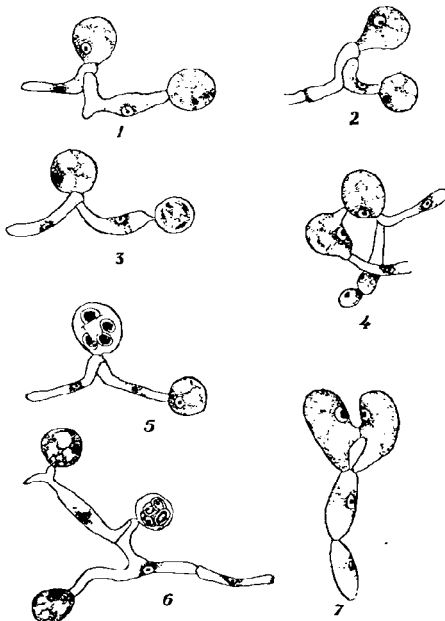


FIG. 39. — Formation de l'asque dans *Endomyces fibuliger* (d'après GUILLIERMOND).

plissent par anisohlogamie, mais on constate dans cette espèce de nombreuses parthénogénèses. Tous les autres représentants du genre *Endomyces* ont perdu leur sexualité. Cependant dans l'*Endomyces fibuliger*, champignon très voisin de l'*Eremascus*, les asques conservent encore des vestiges de la sexualité primitive. Parfois, ils naissent isolément par simple bourgeonnement latéral ou terminal des filaments (fig. 39, 6), mais dans beaucoup de cas, ils se forment aux dépens d'une anastomose qui relie deux

cellules voisines et par le procédé suivant : deux articles contigus

du mycélium émettent chacun une protubérance. Les deux protubérances s'anastomosent, mais la cloison qui les sépare ne se résorbe généralement pas et en tous cas, il ne s'effectue aucun mélange entre les contenus des deux articles anastomosés. L'une des protubérances arrête son développement, l'autre s'allonge, se recourbe sur la première et donne naissance par bourgeonnement à un asque tétrasporé (fig. 39, 1 à 6). Dans quelques cas, les deux protubérances cheminent côte à côte, sans s'anastomoser et forment chacune un renflement qui devient une cellule mère d'asque, puis les deux cellules mères ainsi constituées se relient l'une à l'autre par une sorte de canal de copulation dont la cloison mitoyenne ne se résorbe pas (fig. 39, 4 et 7). Il arrive aussi que les extrémités d'un filament forment par cloisonnement successif une chaîne de cellules qui se renflent et se transforment en asques; souvent en ce cas, on constate aussi la production d'anastomoses reliant ces asques l'un à l'autre.

Ces anastomoses prouvent donc, que bien que toute sexualité ait disparu, les cellules destinées à former des asques et qui doivent être regardées comme des gamètes se développant par parthénogénèse, n'en conservent pas moins une certaine attraction sexuelle. D'ailleurs, quand on compare ces anastomoses avec la reproduction sexuelle de l'*Eremascus fertilis*, on est frappé de la ressemblance (fig. 40) qui existe entre le mode de formation de l'asque dans ces deux champignons. Dans l'un et l'autre, deux cellules contiguës produisent des protubérances qui cherchent à s'unir. Dans l'*Eremascus fertilis*, elles réussissent généralement à former un œuf, tandis que dans l'*E. fibuliger*, elles échouent constamment dans leurs tentatives. Il n'est donc pas douteux que les anastomoses qui précèdent la formation des asques dans ce dernier champignon représentent des vestiges d'une reproduction sexuelle ancestrale analogue à celle qui se produit encore dans l'*Eremascus fertilis* dont l'*End. fibuliger* est d'ailleurs très voisin.

Dans tous les autres représentants de la famille des Endomycétées, les asques naissent toujours parthénogénétiquement. Nous assistons donc avec cette famille à une disparition progressive de la sexualité. Dans l'*Eremascus* et l'*Endomyces magnusii*, la fécondation persiste, mais avec de nombreuses parthénogénèses. Dans l'*Endomyces fibuliger*, la parthénogénèse s'installe définitivement, les gamètes se développent sans fécondation, mais conservent cependant une

tendance à s'anastomoser les uns avec les autres sans jamais parvenir à se fusionner. Enfin chez tous les autres représentants de la famille, toute attraction sexuelle a disparu.

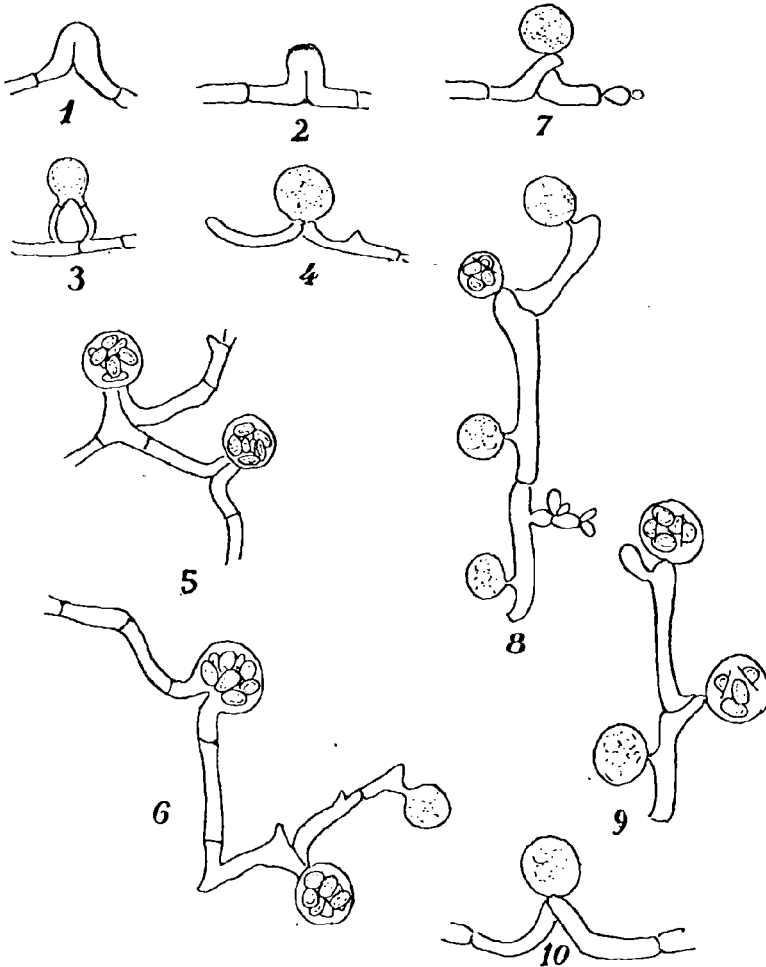


FIG. 40. — 1 à 6, divers stades de la copulation et de la formation de l'asque dans *Eremascus fertilis*; 7 à 10, formation de l'asque dans *Endomyces fibuliger* (d'après GUILLIERMOND).

Dans les Levures qui peuvent être considérées comme des champignons très voisins des Endomycétées, on constate une évolution semblable. La sexualité s'est conservée avec de nombreux

cas de parthénogénèse dans quelques formes archaïques, telles que les *Schyzosaccharomyces*, les *Zygosaccharomyces* et le *Debaryomyces globulosus* pour disparaître dans la majorité des espèces. Tout récemment, nous avons eu l'occasion (60) de signaler un curieux

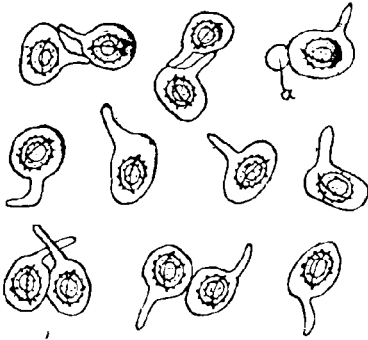


FIG. 41. — Asques de *Schwanniomyces occidentalis* (d'après GUILLIERMOND).

exemple de parthénogénèse dans une Levure nouvelle, le *Schwanniomyces occidentalis*. Dans cette espèce, les asques se développent toujours par parthénogénèse, mais ils conservent cependant des vestiges d'attraction sexuelle. Ils émettent, en effet, au moment de leur formation des sortes de protubérances ou d'éperons au moyen desquels ils cherchent à s'anastomoser sans jamais y parvenir (fig. 41).

Dans toutes les autres Levures, les asques se forment sans fécondation et sans conserver aucune tendance à s'anastomoser, mais parmi ces dernières, un certain nombre d'espèces telles que le *Saccharomyces ludwigii* ont remplacé leur sexualité primitive par une copulation qui se produit entre les ascospores, au moment de leur germination, et qui peut être assimilée à un processus de parthénogamie. Mais à son tour cette copulation tend à disparaître et nous avons observé une variété de *S. ludwigii* où ce phénomène ne subsistait plus.

Dans les Ascomycètes supérieurs, la sexualité reste encore très obscure et l'accord ne s'est pas encore fait entre les botanistes sur l'interprétation qu'il faut donner aux processus sexuels qui ont été observés. Si l'on en croit DANGEARD, la reproduction sexuelle a disparu et a été remplacée par une parthénogamie. Selon HARPER et ses partisans, au contraire, la sexualité se serait maintenue intégralement dans quelques espèces, pour faire place dans les autres à des processus parthénogamiques ou pseudogamiques et aboutir finalement à la parthénogénèse et à l'apogamie. Quelque opinion qu'on admette, on est donc obligé de conclure que les Ascomycètes supérieurs sont un groupe où la sexualité tend à disparaître.

Dans les Basidiomycètes dont on connaît aujourd'hui beaucoup

mieux les diverses formes de la sexualité, on constate une rétrogradation très remarquable. Dans les formes les plus archaïques, telles que les Urédinées, il y a parthénogamie avec passage progressif à la pseudogamie. Avec les Autobasidiomycètes enfin, la pseudogamie devient la règle.

Tout cela nous montre donc que les Champignons semblent constituer un groupe en voie d'évolution vers la parthénogénèse : la sexualité ne s'y est conservée que dans les formes les plus archaïques pour disparaître progressivement dans la majorité des cas et être remplacée par des processus parthénogamiques ou pseudogamiques. Dans d'autres enfin, toute manifestation sexuelle a disparu et la parthénogénèse ou l'apogamie se sont établies définitivement.

VI. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

On a pu voir, par l'exposé que nous venons de faire, l'intérêt considérable qui s'attache à la question de la sexualité des Champignons. Par la grande diversité de ses formes, par la rétrogradation progressive qu'elle subit avec les Ascomycètes et les Basidiomycètes et toute la série de processus automixiques (parthénogamie et pseudogamie) qui viennent se substituer à la fécondation et la remplacer, la sexualité des Champignons constitue dès maintenant un des chapitres les plus intéressants de la Biologie générale.

Les récentes découvertes faites sur cette question ouvrent des aperçus nouveaux et apportent une contribution des plus importantes à la connaissance de la sexualité en général. Par beaucoup de côté, ces découvertes sont loin de s'accorder avec les théories classiques de la fécondation et seront sans doute destinées dans l'avenir à modifier beaucoup des idées que nous nous faisons sur la signification de la sexualité.

Deux questions méritent surtout de nous arrêter, ce sont l'évolution nucléaire des Champignons et les phénomènes d'automixie.

A. Évolution nucléaire des Champignons: Gamétophyte et Sporophyte. — VAN BENEDEN a montré le premier en 1883 dans les cellules sexuelles de l'*Ascaris* l'existence d'une réduction numérique des chromosomes. Les gamètes sont des cellules dont le nombre de chromosomes s'est réduit de moitié, de telle sorte qu'elles

peuvent être considérées comme des cellules incomplètes, n'ayant qu'un demi noyau. La fécondation, consistant en la fusion de deux cellules incomplètes a donc pour effet de former une cellule complète. A la suite de la découverte de l'éminent cytologiste, certains auteurs ont donc cherché la raison d'être de la fécondation dans la structure incomplète des gamètes et on a admis que ce phénomène était la conséquence de la réduction chromatique.

Dans les Phanérogames, les travaux de STRASBURGER et de GUIGNARD ont établi que les cellules sexuelles sont aussi le siège d'une réduction chromatique. Dans l'ovule, ce phénomène se produit dans le noyau de la cellule-mère du sac embryonnaire : celui-ci subit ensuite trois mitoses successives qui fournissent huit noyaux dont l'un devient le noyau de l'oosphère. La même réduction s'opère dans le noyau de chaque cellule-mère des grains de pollen, qui ensuite produit quatre grains de pollen par deux divisions successives. De la sorte, il existe dans l'évolution nucléaire d'une Phanérogame une lignée à $2n$ chromosomes et une lignée à n chromosomes, celle-ci étant excessivement courte et précédant immédiatement la fécondation. STRASBURGER a désigné la lignée à n chromosomes sous le nom de gamétophyte ou haplophase et a réservé à la lignée à $2n$ chromosomes celui de sporophyte ou diplophase. A ce point de vue, l'évolution nucléaire d'une Phanérogame est donc tout à fait comparable à celle d'un animal. On retrouve le gamétophyte ou le sporophyte dans les autres Métaphytes, cependant on y observe des différences très curieuses dans la longueur des lignées. Tandis que chez les Phanérogames, la réduction chromatique précède immédiatement la fécondation et la lignée à n chromosomes est par conséquent de très courte durée, celle-ci prend au contraire un développement de plus en plus considérable avec les Ptéridophytes et les Bryophytes. Dans ces dernières, elle finit par prédominer et occuper la majeure partie du développement de la plante aux dépens de la lignée à $2n$ chromosomes qui se trouve réduite à son minimum. L'évolution nucléaire d'un Bryophyte ne cadre donc pas du tout avec la théorie qui fait de la fécondation une conséquence de la réduction chromatique.

L'étude des Champignons nous a fait connaître des exemples d'évolution nucléaire bien plus intéressants encore et qui sont absolument incompatibles avec cette théorie. C'est ainsi que nous avons vu, au cours de cette revue, que dans beaucoup de Champignons,

L'œuf dès sa première division renferme n chromosomes et devient le début d'une lignée de n chromosomes qui persiste jusqu'à la fécondation. La fusion nucléaire a lieu et l'on revient au point de départ. Dans ces organismes, il n'y a donc pas de lignée à $2n$ chromosomes, le noyau de l'œuf dès sa première mitose subissant une réduction chromatique. En un mot, le sporophyte n'existe pas. Cette absence de sporophyte paraît très fréquente chez les Champignons. Elle a été constatée par JAHN chez les Myxomycètes. Elle semble exister dans tous les Ascomycètes inférieurs (Levures, Endomycétées), et dans les Saprologéniées, d'après CLAUSSEN, peut-être aussi dans les Péronosporées, comme l'a affirmé BERLESE. Enfin on la rencontre également dans beaucoup d'Algues (Chlamydomonadées et Conjuguées). Au contraire, dans d'autres champignons, tels que les Basidiomycètes, nous avons vu qu'on retrouve une lignée à n chromosomes et une lignée à $2n$ chromosomes qui se partagent le développement de la plante.

Pour DANGEARD (61), le gamétophyte et le sporophyte sont des états secondaires créés par la sexualité. A l'origine de la fécondation, qui pour cet auteur, comme on le verra plus loin, est un phénomène d'autophagie, deux cas se seraient produits :

1^o Dans l'un, le noyau double de l'œuf a réduit ses chromosomes dès sa germination. C'est la forme la plus primitive de la sexualité.

2^o Dans le second, le noyau a conservé après la fécondation ses $2n$ chromosomes. Une conséquence en découle : le noyau après chaque fécondation augmente du double. S'il ne subissait pas de réduction, il triplerait, quadruplerait son volume et deviendrait trop gros pour la cellule. Cet inconvénient est évité parce qu'à un moment qui correspond à la sporulation, des appareils spéciaux à $2n$ chromosomes, donnent des spores à n chromosomes par réduction chromatique. La création du sporophyte est donc le résultat d'un retard apporté à la réduction chromatique ou mixie. Ce retard a pour effet de créer un état secondaire et des appareils spéciaux qui n'existent pas dans le premier cas. Dans ces conditions, les propriétés des cellules à $2n$ chromosomes et leur rôle diffèrent sensiblement de ce qu'on trouve dans les cellules ordinaires à n chromosomes. Une fois la réduction opérée, les spores ont repris leurs propriétés ordinaires et les végétaux qui en résultent posséderont eux-mêmes les caractères primitifs.

Quoiqu'il en soit, le fait que la réduction chromatique peut s'opérer dès la germination de l'œuf dans les Champignons doit écarter définitivement la théorie qui faisait de la structure incomplète des gamètes la raison d'être de la fécondation.

B. *Automixie*. — Une autre particularité fort curieuse de la fécondation des Champignons est son caractère très souvent automixique. Nous avons vu, en effet, dans les Endomycétées, les Levures, dans le *Basidiobolus ranarum*, dans les Ascomycètes et les Basidiomycètes, la fréquence des phénomènes automixiques.

Jusqu'ici, à la suite des travaux de MAUPAS et de la théorie de WEISMANN, on avait souvent cherché l'explication de la fécondation dans l'amphimixie et on admettait que tout processus sexuel ne pouvait s'effectuer qu'entre des cellules de parenté éloignée, apportant par leur mélange dans l'œuf des caractères héréditaires dissemblables. A cet égard encore, la sexualité des Champignons semble donc en contradiction avec les idées régnantes sur la fécondation et s'explique difficilement par la théorie de WEISMANN sur le rôle de l'amphimixie.

Il est vrai qu'un certain nombre de processus automixiques, tels que la parthénogamie et la pseudogamie, doivent être considérés comme résultant d'une rétrogradation de la fécondation. Ils n'apparaissent que dans le cas où la fécondation ne peut plus s'effectuer par suite de l'atrophie de l'anthéridie ou de la suppression totale des organes sexuels. Ce ne sont donc pas à proprement parler des phénomènes sexuels, mais des processus qui se sont substitués à la fécondation. Ils semblent avoir pour rôle de compenser la réduction chromatique qui continue à s'opérer dans les appareils de sporulation répondant à ces conditions.

A ce point de vue, ils sont tout à fait comparables à la fusion du second globule polaire avec l'œuf observé par BRAUER dans la parthénogénèse de l'*Artemia salina* et aux fusions nucléaires constatées par FARMER, MOORE et DIGBY dans l'apogamie de certaines Cryptogames vasculaires. Néanmoins, rien ne prouve qu'ils n'ont pas aussi le rôle d'une véritable fécondation, ne se bornant pas à augmenter la chromatine nucléaire, mais donnant encore à l'œuf une certaine impulsion nécessaire à son développement. Mais tout cela est encore bien obscur.

En tous cas, il appartient de séparer nettement ces processus de

parthénogamie et de pseudogamie, de la copulation pædogamique, qui, elle, ne présente dans les Champignons aucun signe dégénératif et doit, autant qu'il semble, être considérée comme un phénomène de sexualité primitive. Il semble qu'à l'origine, la fécondation a dû s'effectuer indifféremment par automixie ou par amphimixie. L'amphimixie n'a donc pas dû avoir un rôle important, à moins que la simple division d'une cellule mère ne suffise aux deux cellules qui en résultent d'acquérir des caractères héréditaires différents. En tous cas, l'amphimixie telle que la conçoit WEISMANN n'a dû apparaître comme une nécessité que dans les formes les plus évoluées de la sexualité. La fécondation réalisant un avantage dans le mélange d'individus présentant des caractères héréditaires dissemblables a sans doute peu à peu évolué vers l'amphimixie. Peut-être faut-il voir dans la complication progressive du dimorphisme sexuel (Mucorinées) l'origine de l'amphimixie.

C. *Rôle de la fécondation.* — Dès lors, si la réduction chromatique et même l'amphimixie ne jouent qu'un rôle accessoire dans la fécondation, quelle interprétation faut-il donner à ce phénomène? Cette question a été l'objet dans ces dernières années des préoccupations de plusieurs auteurs, notamment de DANGEARD, R. HERTWIG et SCHAUDINN. Ces auteurs sans nier l'importance de l'amphimixie, pensent qu'il faut chercher ailleurs que dans ce phénomène la raison d'être de la fécondation. Nous nous bornerons ici à résumer en quelques mots leurs théories.

A la suite de ses recherches sur les Héliozoaires, R. HERTWIG (62) admet que la croissance du noyau aux dépens du cytoplasme est en relation avec l'activité vitale de la cellule. Si le noyau, après avoir fonctionné très activement, devient trop volumineux, il se produit une perturbation dans la cellule qui tombe dans un état de dépression (sénescence des Infusoires) et finira par mourir, à moins qu'un processus régulateur n'intervienne. Ce processus régulateur peut consister en une simple expulsion dans le cytoplasme d'une partie de la chromatine nucléaire sous forme de chromidies, ou en un acte sexuel. La fécondation, en effet, rétablit l'équilibre de la cellule en rapetissant le noyau par l'expulsion d'une partie de sa chromatine. Son rôle serait donc de réorganiser la substance vivante par la fusion nucléaire précédée de la réduction chromatique et de produire ainsi une régularisation dans les fonctions du noyau et du

cytoplasme. La théorie de HERTWIG se rapproche donc par là de la théorie du rajeunissement karyogamique de BÜTSCHLI et MAUPAS.

Pour SCHAUDINN et HARTMANN (1) le noyau comprendrait deux parties, une partie locomotrice qui sert à la partition nucléaire, l'autre trophique qui préside à la nutrition de la cellule. Dans certains Protozoaires ces deux parties sont séparées et forment deux noyaux ; dans les autres organismes au contraire, elles sont réunies dans un même noyau. A certains moments, un déséquilibre se produirait entre ces deux parties et donnerait naissance à une différenciation sexuelle. Dans les cellules femelles, le noyau trophique prédominerait, alors que, dans les cellules mâles, le noyau locomoteur aurait acquis un développement plus considérable. La fécondation rétablirait donc l'équilibre entre ces deux fonctions et produirait des cellules en quelque sorte hermaphrodites où les deux parties du noyau auraient un développement égal.

A la suite de ses recherches sur la sexualité des champignons, DANGEARD a été amené lui aussi (63) à exposer une théorie nouvelle de la fécondation. Pour lui, la reproduction sexuelle est une forme particulière de la nutrition, c'est de l'autophagie. Les gamètes sont des éléments affamés qui s'unissent par nécessité physiologique apporté par cet état. C'est ainsi que s'expliquerait l'affinité sexuelle.

Les gamètes sont des éléments complets au même titre que les spores, ils ne diffèrent de celles-ci que par état comparable à la faim, par un manque d'énergie. Rien ne s'oppose à leur développement individuel et parthénogénétique, si on leur fournit cette énergie qui leur manque. Dans la sexualité, cette énergie est donnée par la fusion de deux gamètes à une seule cellule qui est l'œuf.

Dans la parthénogénèse, cette énergie est fournie par un milieu nutritif approprié, une élévation de température (expériences de KLEBS) ou un ralentissement momentané des fonctions, qui a pour conséquence une économie d'énergie.

D'après DANGEARD, il faut voir l'origine de la sexualité dans des organismes comme les Chlamydomonadines qui offrent des sporanges où les spores se forment par une série de divisions trop nombreuses sans période intercalaire de nutrition. Les spores ainsi formées sont affamées et éprouvent le besoin de s'unir. L'union des gamètes remplace ainsi une période de nutrition intercalaire. La fécondation serait devenue ainsi une habitude nécessaire et toutes ses différenciations se seraient établies ensuite. L'hétérogamie serait

survenue accidentellement, à la suite d'un nombre plus considérable de divisions dans le gamétange mâle. ce qui a eu pour conséquence de fournir des gamètes plus petits. Comme l'hétérogamie offre des avantages, elle se serait maintenue en se perfectionnant. Enfin, le sporophyte serait un état secondaire résultant du phénomène primitif de l'autophagie.

Cette théorie a le grand avantage d'expliquer l'automixie, la fréquence de parthénogénèse et l'absence de lignée à $2n$ chromosomes dans beaucoup de Champignons.

Nous ne choisirons pas entre ces théories: bornons-nous à conclure que les progrès de nos connaissances sur la sexualité nous montrent de plus en plus combien nous savons encore peu de chose sur la signification de la fécondation.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. HARTMANN. — Autogamie bei Protisten und ihre Befruchtungsproblem. *Arch. f. Protistenkunde*, 1909.
2. KRANZLIN. — Zur Entwicklungsgeschichte der Sporangien bei Trichien und Arcyrien. *Arch. f. Protistenkunde*, Bd 9, 1907.
3. JAHN. — Myxomycetenstudien. *Rev. deutsch. Nat. ges.*, Bd 25, 1907.
Myxomycetenstudien. Ceratiomyxa. *Ibid.*, Bd 26, 1908.
4. OLIVE. — Cytological studies on *Ceratiomyxa*. *Transact. of the Wisconsin Acad. of Sc. Arts and Letters*, vol. XV, 1907.
5. PINOY. — Sur l'existence d'un dimorphisme sexuel chez un Myxomycète. « *Didymium nigripes* ». *C. R. Soc. de Biologie*, 1908.
6. GUILLIERMOND. — Rech. hist. sur la sporulation des Schizosaccharomyces. *C. R. Ac. des Sciences*, juillet 1901.
Considérations sur la sexualité des Levures. *C. R. Ac. des Sciences*, décembre 1901.
Rech. cyt. sur les Levures. Thèse de doctorat ès sciences, Paris, 1902.
(Résumé dans la *Rev. g. de Botanique*, 1903).
7. BARKER. — A conjugating yeast. *Proc. of the Royal Society London*, 1901.
8. STOPPEL. — *Eremascus fertilis*. Flora 1907.
9. EIDAM. — Beiträge zur Kenntniss, der Gymnoasceen. *Cohns. Beitr. z. Biol. der Pflanzen*, 3, p. 271, 1883.
10. GUILLIERMOND. — Rech. cytol. et taxon. sur les Endomycétées. *Rev. g. de Bot.*, 1909.
11. DANGEARD. — Rech. sur la structure du *Polyphagus euglenae* et sa reprod. sexuelle. *Le Botaniste*, 1900.
12. M. CORNU. — Monogr. des Monoblépharidées. *Ann. des Sc. nat. Bot.*, 5^e série, 15, 1872.
13. DANGEARD. — Rech. sur le dével. du périthèce. *Le Botaniste*, 9^e série, 1904.
14. BLAKESLEE. — Sexual Reproduction of the Mucorinac. *Proc. of the Amer. Ac. of Arts and Sc.*, 1904.
15. STEVENS. — The compound oosphere of *Albugo bliti*. *Bot. Gaz.*, XVIII, 1899.
Gametogenesis and fertilization in *Albugo*. *Bot. Gaz.*, XXXII, 1901.
Die Gametogenese und Befruchtung bei *Albugo*. *Rev. d. d. Bot. Gesell.*, XIX, 1901.
16. RULHAND. — Studien über die Befruchtung der *Albugo lepiogoni* und einiger Peronosporeen. *Jahrb. f. viss. Bot.*, XXXIV, 1904.
17. ROSENBERG. — Ueber die Befruchtung von *Plasmopora alpina*. *Bib. Ull. Svenska Vet. Akad. Handlingar*, XXVIII, 1903.
18. HARTOG. — The alleged fertilization in the Saprolegniales. *Ann. of Bot.*, XIII, 1899.

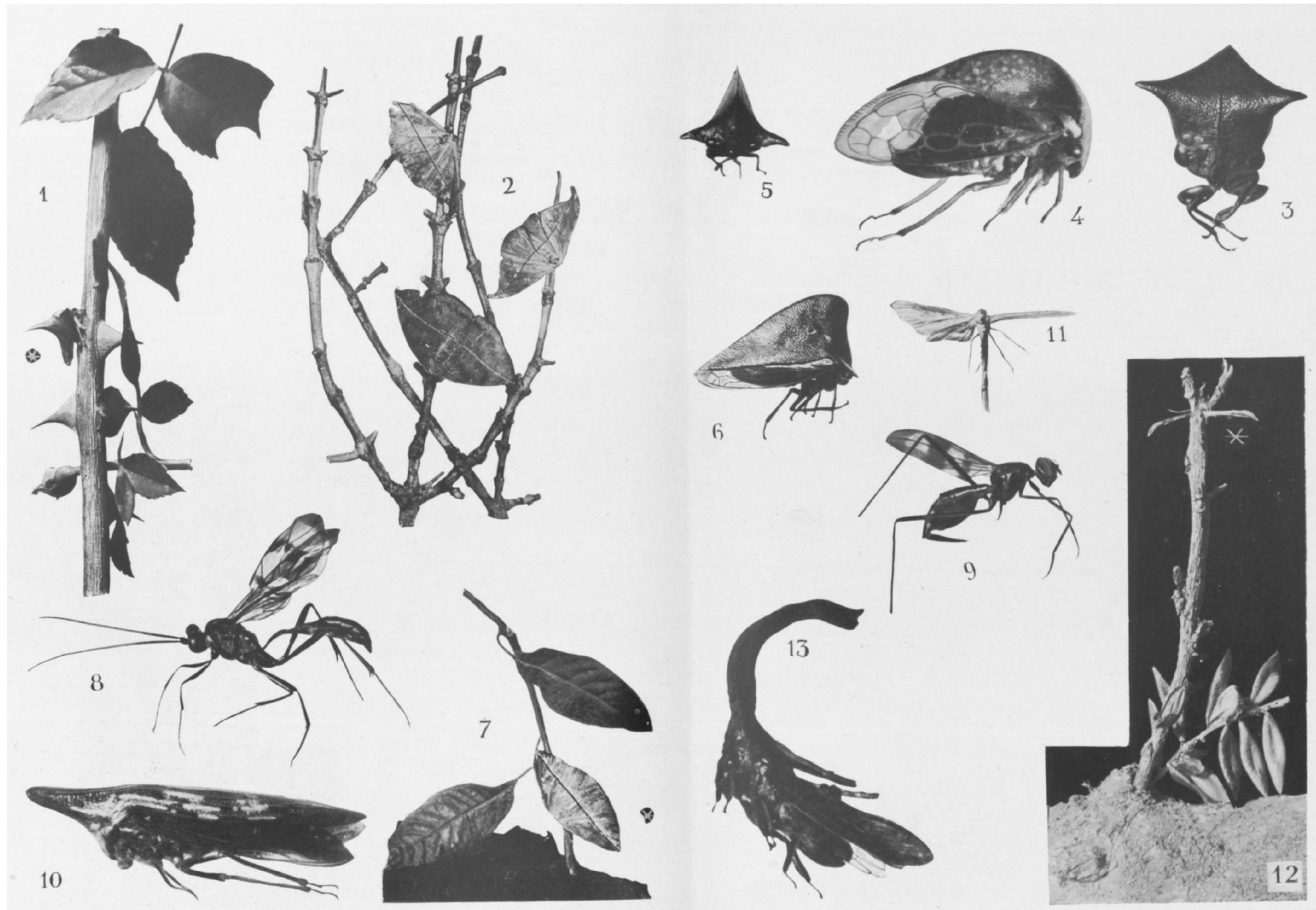
19. TROW. — On the fertilization in the Saprolegniæ. *Ann. of Bot.*, 1904, XVIII.
20. CLAUSSEN. — Ueber Entwicklung und Befruchtung bei *Saprolegnia monoica*.
21. MIYAKE. — The fertilization of *Pythium de Baryanum*. *Ann. of Botany*, 1901.
22. JUEL. — Ueber Zellinhalt, Befruchtung und Sporenbildung bei *Dipodascus*. *Flora*, 1902.
23. R. HERTWIG. — Kernteil. Richtungskörperbild. und Befruchtung von *Actinosphaerium*. *Abh. K. Bayer Akad. v. Wiss.*, XIX, 2, 1899.
24. DANGEARD. — Mémoire sur la reproduction sexuelle des Basidiomycètes. *Le Botaniste*, 4^e série, 1895.
25. EIDAM. — *Basidiobolus ranarum*, eine neue Gattung der Entomophthoraceen. *Beiträge zur Biologie der Pflanzen von Cohn.*, 1884.
26. LÖWENTHAL. — Beiträge zur Kenntniss des *Basidiobolus lacertae*. *Arch. Protistenkunde*, 1903.
27. VOYCICKI. — Einige neue Beiträge zur Entwicklungsgeschichte von *Basidiobolus ranarum*. *Flora*, XLIII, 1904.
Rech. sur la germination des spores et la conjugaison des Levures. *R. g. de Bot.*, 1905.
28. GUILLIERMOND. — Remarques sur la copulation des Levures. *Annales mycologiques*, 1910.
29. THAXTER. Monogr. on the Entomophthorae. *Mém. Boston Soc. Nat. Hist.*, 4, 1888.
30. RIDDLE. — Contr. to the cytology of the Entomophthoraceae. *Americ. Acad. of Arts and Sc.* XLII, 1906.
31. VUILLEMIN. — Dével. des azygospores d'*Entomophthora glæospera*. *C. R. du Congrès de l'Assoc. fr. p. l'av. des Sciences*, Paris, 1900.
32. OLIVE. — Cytological studies on the Entomophthoraceae. *Botanic. Gazet.*, 1906.
33. SAPPIN-TROUFFY. — Rech. histol. sur la famille des Uredinées. Thèse de doctorat ès sciences, Paris, 1896.
34. R. MAIRE. — Rech. cytol. et taxon. sur les Basidiomycètes. Thèse de doctorat ès sciences, Paris, 1902.
35. CHRISTMANN. — Sexual reproduction in the Rust. *Bot. Gaz.*, XXXIX, 1905.
36. BLACKMAN. — On the fertilization, alternation of generations and general cytology of the Uredinee. *Ann. of Botany*, XVII, 1904.
37. BLACKMAN et FRASER. — Further studies on the sexuality of Uredinae. *Ann. of Botany*, XX, 1905.
38. GUILLIERMOND. — Rech. sur la germination des spores et la conjugaison chez les Levures. *Rev. g. de Bot.*, 1905.
39. FEDERLEY. — Die Copulation der Conidien bei *Ustilago tragopogonis pratensis*. *Opversigt of Finskop Socedentens Fordandlingen*, XI, 1904.
40. NICHOLS. — The nature and origin of the binucleate cells in some Basidiomycetes. *Trans. of the Wisconsin Ac. of Sciences*, 1904.
41. GUILLIERMOND. — La question de la sexualité des Ascomycètes. *Rev. gén. de Botanique*, 1908.

42. DANGEARD. — La reproduction sexuelle des Ascomycètes. *Le Botaniste*, 2^e série, 1894.
43. HARPER. — Sexual reprod. and the organisation of the nucleus in certain Mildews. Published by the Carnegie Institution of Washington, 1905.
44. VUILLEMIN. — Les bases actuelles de la systématique en mycologie. *Progressus rei botanicae*, 1907.
45. THAXTER. — Monogr. of the Laboulbeniaceae. *Mém. Am. Acad. of Arts and Sc.*, 1895.
46. FAULL. — A preliminary note on ascus and spore formation in the Laboulbeniaceae. *Science*, n° 3, 23, 52, 53, 1906.
47. DARBISHIRE. — Ueber die Apotecienentw. der Flechte. *Jahr. f. wiss. Bot.*, 1899.
48. BAUR. — Unters. über die Entw. der Flechtenapothecien. *Flora*, 1901.
49. HARPER. — Sexual reproduction in *Pyronema confluens*. *Ann. of Botany*, Bd 14, 1900.
50. FRASER. — On the sexuality and devel. of the ascocarp. in *Lachnea stercorea*. *Ann. of Bot.*, Bd 21, 1907.
51. FRASER et CHAMBERS. — The morph. of *Aspergillus herbarorum*. *Annals of Botany*, 1907.
52. CUTTING. — On the devel. and sexuality of the *Ascophanus carneus*. *Ann. of Botany*, 1908.
53. BLACKMAN et FRASER. — On the sexuality and dev. of the ascocarp. of *Humaria granulata*. *Proc. Royal Society London*, 1906.
54. FRASER. — Contribution to the cytology of *Humaria rutilans*. *Ibid.*, Bd 22, 1908.
55. RAMLOW. — Zur Entw. von *Thelebolus stercoreus* Tode. *Bot. Zeitung*, 1906
56. DANGEARD. — Second mémoire sur la reproduction sexuelle des Ascomycètes. *Le Botaniste*, 2^e série, 1897.
57. CLAUSSEN. — Zur Kenntniss der Kernverhältniss von *Pyronema confluens*. *Rev. deutsch. bot. Ges.*, Bd 25, 1907.
58. SCHIKORRA. — Ueber die Entwicklungsgeschichte von *Monascus*. *Zeitsch. f. Bot.*, 1909.
59. KLEBS. — Zur Physiologie der Fortpflanzung einiger Pilze. *Jahrb. f. wiss. Bot.*, 1899.
60. GUILLERMOND. — Sur un curieux exemple de parthénogénèse observé dans une Levure. *C. R. Soc. de Biologie*, 1910.
61. DANGEARD. — L'évolution de la sexualité générale, son importance dans le cycle du développement des végétaux et des animaux. *La Revue des Idées*, n° 37, 4^e année, 1907.
62. R. HERTWIG. — Die Chromidien der Protozoen. *Arch. f. Protistenkunde*, t. V, 1904.
63. DANGEARD. — Nutrition ordinaire, nutrition sexuelle et nutrition holophytique. *Le Botaniste*, 1900.

PLANCHE IV.

EXPLICATION DE LA PLANCHE IV.

- FIG. 1. — *Umbonia orozimbo* FAIRM. sur une branche de *Rosa indica*. (Grandeur naturelle).
- FIG. 2. — Deux *Oxydia recurvaria* HERR-SCHE. et une autre *Oxydia* sur les branches mortes. (Réduction $1/2$).
- FIG. 3 et 4. — *Ceresa* vu de face et de côté. (Grossissement linéaire ≈ 6).
- FIG. 5 et 6. — *Antianthe expansa* STAL de face et de côté. (Grossissement linéaire ≈ 4).
- FIG. 7. — *Oxydia recurvaria* avec l'extrémité inférieure de son aile supérieure perdue. (Réduction $1/2$).
- FIG. 8. — *Ichneumon* des feuilles de *Colocasia*. (Grossissement linéaire ≈ 3).
- FIG. 9. — *Calobata* qui présente l'aspect de l'*Ichneumon* précédent, les pattes antérieures simulant des antennes. (Grossissement linéaire ≈ 3).
- FIG. 10. — *Polyglypta costata* BURM. (Grossissement linéaire ≈ 6).
- FIG. 11. — *Meskea dyspteraria* GROU. avec une paire d'ailes pliée comme dans l'état de repos et l'autre paire déployée. (Grandeur naturelle).
- FIG. 12. — *Agdistinæ* (voyez astérisque) représentant une branche en T et *Antianthe expansa* STAL, (deux individus) sur une branche feuillée.
- FIG. 13. — *Sphongophorus* des *Ipomoea*. (Grossissement linéaire ≈ 6).
-



Phot. C. PICADO.

Animaux Mimétiques de Costa Rica

TRAVAUX GÉNÉRAUX

74. LOCK R. H. **Recent progress in the study of Variation, Heredity, and Evolution.** (Progrès récents dans l'étude de la variation, de l'hérédité et de l'évolution). London, J. Murray, 1909, 2^e édition (334 p.)

Le succès de la première édition parue en 1903 a encouragé l'auteur à perfectionner ces leçons sur la variation en ajoutant à la fin de chaque chapitre une courte liste des références bibliographiques les plus importantes, à augmenter les documents concernant la théorie des lignées pures; les compléments sont surtout abondants dans le chapitre VIII concernant les cas d'hybridation suivant ou non la règle de Mendel. Le chapitre X concernant l'application des résultats des études biologiques au perfectionnement de l'humanité et des rapports entre les peuples est nouveau.

L'impression que donne la lecture de cet excellent traité est celle qui domine toutes les lectures des livres classiques anglais; l'exposition très claire, les définitions brèves et concises, les enchaînements des questions laissent croire que l'étude de l'hérédité est non seulement orientée, mais bien près d'aboutir à une étape définitive. Tous les progrès les plus récents de la biologie sont mis en valeur, et avec une netteté telle qu'on ne pourrait guère en discuter quelques points. C'est donc un excellent livre pour le débutant guidé par des maîtres et qui suivra des leçons complémentaires; mais il faudrait peut-être prévenir le lecteur que la plupart des faits sur lesquels repose toute l'argumentation sont connus depuis moins de dix années, et que les règles établies peuvent offrir de nombreuses exceptions.

Cette critique faite, il est possible de louer la méthode et le plan de L. qui pose en 22 pages les éléments du problème de l'origine des espèces, discute les notions d'espèces linnéennes et jordanienues, expose les méthodes d'étude de la variation et discute les théories de LAMARCK, de DARWIN, de la mutation en insistant sur les progrès accomplis par les savants qui ont adopté comme guide de leur travail les résultats de la biométrie et du mendélisme. Cette introduction donne un résumé de l'ouvrage renfermant dix chapitres dont deux sont consacrés à l'étude des théories de l'Évolution et de la sélection naturelle, un à la Biométrie, un à la théorie de la mutation.

LOCK a fait de l'hybridation l'objet immédiat de ses recherches scientifiques et il consacre à cette partie quatre chapitres dont l'un à l'exposé des travaux des anciens hybrideurs: KOLREUTER, KNIGHT, HERBERT, GAERTNER, NAUDIN, MILLARDET. Il importe de constater l'importance donnée par lui aux recherches de NAUDIN trop oublié même des biologistes français « Son hypothèse, dit-il, est remarquablement voisine de celle de MENDEL; l'importance du fait que la première génération hybride est généralement uniforme contrastant avec la diversité des types qui apparaissent souvent en deuxième génération, est nettement mise en lumière par NAUDIN. » Après l'exposé en deux chapitres des recherches de MENDEL et de ses continuateurs, le chapitre IX renferme sous le titre « Recent Cytology » une étude critique de la nature et des propriétés des chromosomes et le parti qu'on peut en tirer au point de vue de l'explication de l'hypothèse mendélienne.

L. BLARINGHEM.

75. PIERON, H. *L'évolution de la mémoire*. *Bibl. de Philosophie scient.* E. Flammarion, Paris, 1910. 1 vol. 360 p. 20 fig. 3 fr. 50.

Adoptant une définition très générale des phénomènes de mémoire (influence persistante d'événements passés sur l'activité ultérieure des êtres), P. passe en revue les faits, de complexité croissante, qui répondent à cette définition. Après une introduction où il montre en quelque sorte les racines de la mémoire dans le monde inorganique, il étudie dans un premier livre les persistances rythmiques, chez les plantes et les animaux : rythmes nycthémeraux, rythmes de marée chez les organismes intercotidaux, rythmes organiques : dans toutes ces catégories le rôle prépondérant paraît joué par une acquisition individuelle rapide, par un processus de mémoire. Un second livre est consacré à l'étude objective de la mémoire chez les animaux : examen critique des méthodes de recherche et des résultats obtenus : phénomènes d'adaptation, acquisition des habitudes (procédé des labyrinthes, etc.), mémoire sensorielle et orientation. Enfin le troisième livre traite de la mémoire humaine. Fidèle à sa conception évolutionniste, P. part de l'acquisition d'habitudes sensitivo-motrices (éducation des dactylographes), dont l'étude expérimentale peut se faire exactement comme pour les animaux, et s'élève progressivement aux formes les plus complexes de la mémoire chez l'homme civilisé ; il discute ses rapports avec l'intelligence, examine ses modalités et ses variations, sa décharge nécessaire par l'oubli, enfin son évolution sociale, qui soulage les individus par la synthèse progressive des résultats acquis dans des formules scientifiques plus compréhensives et plus simples. Nous ne pouvons songer ici à donner un aperçu complet de ce livre, nourri de faits, discutés avec un sens critique très averti. Le lecteur y trouvera, avec une documentation précise et les renvois aux sources, des jugements sur les meilleurs procédés d'investigations, et des indications sur les points susceptibles de donner lieu à de fructueuses recherches.

CH. PÉREZ.

76. COX, F. C. *Charles Darwin and the mutation theory*. (Darwin et la théorie de la mutation). *New-York, Ann. Acad. Sc.*, t. 18, 1909 (431-451).

H. DE VRIES affirme que sa théorie de la mutation est en complet accord avec les principes de DARWIN, assertion qui a beaucoup étonné certains auteurs peu renseignés sur les propres écrits de DARWIN, mais ayant accepté l'enseignement des darwiniens et en particulier de Mr. A. R. WALLACE et ses adeptes. En mettant en relief les facteurs essentiels de l'évolution organique au point de vue de DARWIN : variation, hérédité, surproduction, lutte pour la vie, adaptation, sélection et perpétuation, C. établit qu'aucun de ces facteurs n'a été découvert par DARWIN, mais qu'il fut le premier à en établir les relations. Les relations résultent de faits cités et rapprochés surtout dans son ouvrage les « Variations des Animaux et des plantes à l'état de domestication » où on trouve une longue liste de « sports » c'est-à-dire de mutations : mais D. fit allusion à toutes les variations, insensibles, petites, légères, fortes, considérables, soudainés, brusques et il reste difficile à établir s'il a bien fait la différence entre les variations légères ou fluctuations, et les variations brusques ou mutations telles que les définit DE VRIES. D'après C., DE VRIES n'aurait fait qu'étudier un des points de vue de DARWIN.

L. BLARINGHEM.

77. COX, F. C. The individuality of Charles Darwin. (La personnalité de Darwin). *New-York, Ann. Acad. Sc.*, t. 19, 1909 (16-21).

Exposé de la carrière scientifique de DARWIN accompagné de plusieurs excellentes photographies du buste en bronze de l'auteur de l'*Origin of Species*, offert à l'American Museum of Natural History par l'Académie des Sciences de New-York.

L. BLARINGHEM.

78. MORGAN, TH. H. Chance or Purpose in the origin and Evolution of Adaptation. (Hasard ou Finalité dans l'origine et l'évolution de l'adaptation). *Science*, t. 31, 1910 (201-210).

Les idées que l'auteur a exposées dans cette conférence sont, à quelques détails près, celles qu'il a déjà fait connaître dans ses précédents écrits. Elles peuvent se résumer de la façon suivante :

Les variations se produisent sous l'action des facteurs externes. Lorsqu'elles sont par trop désavantageuses, l'être disparaît ; si elles sont moins défavorables, il peut continuer à vivre tant bien que mal. Dans certains cas enfin, il arrive que les variations mettent le végétal ou l'animal dans les conditions les plus avantageuses, et c'est alors qu'il paraît y avoir eu adaptation graduelle au milieu. Mais, d'après M., il n'y aurait là qu'une simple coïncidence. A proprement parler il n'y aurait donc pas d'adaptations lentement modelées en quelque sorte sous l'action des facteurs externes, mais seulement des mutations ; de sorte que le hasard seul déciderait de la destinée des êtres vivants.

En passant, M. critique les idées exposées, dans l'« *Évolution créatrice* », par BERGSON, « qui essaie de résoudre l'un des ultimes problèmes de la biologie par un argument *a priori*, en faisant intervenir — à la façon des fées dans les contes — un mystérieux principe interne : *l'élan vital*. »

EDM. BORDAGE.

79. DOLLO, LOUIS. La paléontologie éthologique. *Bruxelles, Bul. Soc. géol.*, Mém. t. 23, 1909 (377-421, pl. 7-11).

D. définit le rôle d'une paléontologie éthologique, œuvre du biologiste, reconstituant, par l'analyse des caractères morphologiques des fossiles, le genre de vie des organismes éteints. Ainsi, d'une manière parallèle, chez les Ostracodermes (Poissons), les Mérostomacés (Arachnides) et les Trilobites (Crustacés), on peut constituer des séries d'organismes passant de la vie nageuse (queue en palette, yeux latéraux) à une vie benthique plus ou moins fousseuse (queue en pointe effilée, yeux émigrant vers une position centrale, et arrivant même à s'atrophier dans les types complètement fousseurs). Et de même que les Raies actuelles nous montrent divers exemples d'organismes qui, à différentes étapes d'une adaptation benthique, ont réacquis secondairement une vie nageuse (*Pristis*, *Ceratoptera*) ; de même parmi les Trilobites on peut déceler des retours analogues (*Deiphon*, *Aglina*). Les yeux, après une première migration centripète, se déplacent alors de nouveau vers les côtés du corps ; mais leur nouvelle migration centrifuge ne les remplace pas à leur situation primitive ancestrale ; ils deviennent latéraux d'une manière nouvelle (irréversibilité de l'évolution).

CH. PÉREZ.

80. KILIAN, W. Un nouvel exemple de phénomènes de convergence chez les Ammonitidés; sur les origines du groupe de l'*Amm. bicurvatus* Mich. (sous-genre *Saynella* Kil.). Paris, C. R. Acad. Sc., t. 150, 1910 (150-153).

K. établit le s. g. *Saynella* pour une série phylogénétique d'Ammonites, de l'Hauterivien à l'Albien, aboutissant à l'*A. bicurvatus* Mich. Cette série montre, chez des formes dérivant nettement des Hoplitidés (*Leopoldia*), l'acquisition progressive de caractères attribués jusqu'ici aux Desmocératidés. Ce sont des analogies trompeuses qui ont conduit à réunir sous ce dernier nom, en un groupe essentiellement polyphylétique, au moins trois séries de formes barrémiennes d'origine très différente. Les nouvelles observations de K. rapprochées de celles qu'il a faites antérieurement sur les *Kosmaticeras* du Néocrétacé antarctique, et de celles de CH. JACOB sur les Ammonites du Crétacé moyen, montrent l'importance de ces faits de convergence: retour périodique, dans les familles d'origine différente, des mêmes types d'ornementation, de forme générale, et de lignes suturales. K. insiste sur l'attention que l'on doit porter à ces phénomènes, pour se garder d'établir des phylogénies erronées.

CH. PÉREZ.

81. EIGENMANN, CARL., H. Cave vertebrates of America. A study in degenerative evolution. (Vertébrés cavernicoles d'Amérique. — Étude d'évolution régressive). Carnegie Instit. Washington Publ. n° 104, 4°, 241 p., 29 pl., fig.

Dans ce volumineux mémoire, E. a reproduit et condensé les résultats de ses recherches, depuis 20 ans, sur les vertébrés cavernicoles. Il donne d'abord un aperçu général des conditions biologiques des cavernes, de l'origine et de l'âge de leur faune. Le corps de l'ouvrage est formé par une étude anatomique et parfois embryogénique de l'œil en régression chez diverses formes. [Batraciens: g. *Typhlomolge* et *Typhlotriton*; Reptiles: g. *Amphisbena*, *Rhineura*, *Typhlops*; Poissons: *Typhlogobius* etc.]. Un groupe surtout est étudié à fond, celui des *Amblyopsidae* (g. *Amblyopsis*, *Troglichtys*, *Typhlichthys*, *Chologaster*), dont il retrace toute l'éthologie et dont il étudie l'œil, l'oreille, le cerveau, les organes tactiles. Il suit l'œil à toutes les phases du développement et en montre la phase progressive puis la régression. — La fin de l'ouvrage est consacrée aux poissons marins aveugles des grottes de Cuba (*Stygicola* et *Lucifuga*), dont il étudie aussi l'éthologie, la reproduction et les yeux. Nous n'entrerons pas ici dans le détail des résultats: des résumés des divers chapitres permettent de les embrasser facilement; les conclusions générales de l'auteur sont nettement exprimées dans ces résumés et dans le chapitre final. Ces conclusions sont nettement lamarckiennes: l'usage et du non usage étant pour l'auteur la cause la plus plausible des modifications subies. Il met surtout en relief les conclusions suivantes: la dépigmentation des animaux obscuricoles est une adaptation individuelle au milieu, transmissible et finalement fixée par hérédité. — Les caractères sexuels secondaires ornementaux, n'existant pas chez les poissons aveugles, sont probablement dus à la sélection visuelle. — La dégénérescence individuelle de l'œil doit commencer à des stades de plus en plus précoces du développement, c'est-à-dire que les adaptations fonctionnelles sont transmissibles.

M. CAULLERY.

82. LOVELL, JOHN H. **The Color Sense of the Honey-Bee : Is conspicuousness an advantage to Flowers ?** (Le sens des couleurs chez l'Abeille : les colorations vives constituent-elles un avantage pour les fleurs ?). *American Naturalist*, t. 43, 1909 (338-349).

L'auteur critique les expériences à la suite desquelles F. PLATEAU a conclu que les insectes qui visitent les fleurs étaient attirés par le parfum et non par une coloration plus ou moins brillante. Il a repris ces expériences et a constaté que des fleurs de *Pyrus communis*, de *Borrago officinalis* et de *Cucurbita maxima* privées de leurs enveloppes colorées ne recevaient plus la visite des insectes.

Il a ensuite repris l'expérience qui consiste à sectionner le tube floral de la Digitale de façon à ne lui laisser qu'un centimètre de longueur. Contrairement à ce qui a été dit par PLATEAU, les Abeilles continuèrent à visiter des fleurs ainsi mutilées, car ces dernières demeurent malgré cela encore très apparentes par leur coloration.

L. a enfin expérimenté avec des fleurs de Dahlias simples dissimulées sous des feuilles vertes. Il a vu, comme PLATEAU, des abeilles parvenir jusqu'au nectar en se glissant sous les feuilles. Et cependant, il n'en conclut pas que ces insectes sont guidés par l'odorat, parce que les fleurs demeurent encore visibles latéralement. FOREL a fait la même remarque et a reproché également à PLATEAU de n'avoir point tenu compte de la mémoire et de l'acuité visuelle des Abeilles.

En résumé, les expériences de PLATEAU seraient défectueuses et insuffisantes. Elles ne parviendraient nullement à démontrer qu'une coloration brillante ne constitue aucun avantage pour les fleurs.

EDM. BORDAGE.

83. RAÜBER ARNOLD. **Die natürlichen Schutzmittel der Rinden unserer einheimischen Holzgewächse gegen Beschädigungen durch die in Walde lebenden Säugethiere.** (Les propriétés protectrices de l'écorce de nos arbres indigènes contre les traumatismes produits par les mammifères sylvoicoles). *Jena. Zeitsch. f. Naturw.*, N. F., t. 47, 1910 (1-76).

Nous signalons, sans l'analyser en détail, ce mémoire qui étudie un cas particulier de la concurrence vitale. Les forêts allemandes, en particulier celles de la Thuringe et du Harz subissent de gros dommages, par suite de blessures faites à l'écorce, soit par les Cervidés (élan, cerf, chevreuil) soit par les Rongeurs (lièvre, lapin, castor, muridés, écureuil, loir). Il est intéressant de noter que ces dégâts ont beaucoup augmenté dans les dernières décades, ce qui doit être attribué à une culture plus intense et à la suppression de la nourriture naturelle des mammifères sylvoicoles. L'élan paraît rechercher l'écorce de certains arbres pour sa teneur en substances tanniques. Il va de soi que les diverses essences sont très inégalement attaquées (le bouleau à peine, l'épicéa énormément). R. a cherché à déterminer les raisons précises de ces inégalités, c'est-à-dire ce qui peut, chez certaines espèces, être regardé comme des

propriétés protectrices. Voici la liste des chapitres du mémoire: Essences indigènes et degré des dommages qu'elles subissent — Structure de leurs écorces — Dispositifs protecteurs d'ordre mécanique (Cellules pierreuses, périderme superficiel, liège, épines, sécrétions muqueuses, etc.) — Substances chimiques de l'écorce (tannins, amers, alcaloïdes, glucosides, résines, éthers), leur rôle dans la protection de l'arbre — Insuffisance des moyens de protection de nos arbres (attribuable en partie à la composition artificielle de la forêt, sous l'influence de l'homme) — Biologie des mammifères sylvoles nuisibles aux arbres — Aires d'extension des essences forestières dans leurs rapports avec leurs moyens de protection. — Modes de réparation naturelle des traumatismes.

M. CAULLERY.

84. ARNIM-SCHLAGENTHIN, Gr. **Der Kampf ums Dasein und züchterische Erfahrung.** (Lutte pour la vie et expérience d'éleveur). 1 vol. 8°, 108 p. Berlin, P. Parey, 1909. 2 m., 50.

Dans cette plaquette de vulgarisation sommaire, A. fait le procès du darwinisme. La nature agit tout à l'opposé de la sélection de l'éleveur. Bien loin de pouvoir amener un progrès quelconque, la lutte pour la vie n'assure que la persistance des qualités moyennes, la victoire des médiocrités. Et la sélection artificielle même, malgré son action rapide, n'a rien créé de vraiment nouveau. Les mutations ne peuvent guère s'expliquer que par la révélation d'un caractère héréditaire antérieurement latent (au sens de MENDEL). L'existence du *Bathybius* paraît à A. le postulat inéluctable de la théorie transformiste.

CH. PÉREZ.

85. HOUSSAY, FR. **L'asymétrie du crâne chez les Cétacés et ses rapports avec la loi de l'action et de la réaction.** *Anat. Anz.*, t. 36, 1910 (12-17, 1 fig.).

H. appliquant aux Cétacés les notions qu'il a développées sur le modelage de la forme des Poissons sous l'influence de la résistance de l'eau, précise l'interprétation donnée par KÜKENTHAL de l'asymétrie crânienne des Cétodontes. Au début, le Cétacé a dû éviter la rotation autour de son axe par des mouvements de ses palettes pectorales; la résistance dissymétrique de l'eau a déterminé la déformation du crâne; celle-ci, une fois produite, corrige la tendance à la rotation, mais a pour conséquence, par la dissymétrie des courants qui longent le corps, le modelé dissymétrique de la queue. Depuis que la queue est devenue dissymétrique, son action de godille corrige la rotation que l'eau imprimerait au corps; et l'asymétrie céphalique, devenue inutile, est en train de disparaître, par un remaniement de parties molles qui comblent la dépression crânienne.

CH. PÉREZ.

86. RAWITZ, BERNHARD. **Das Zentralnervensystem der Cetaeen. III. Les Sillons et les Circonvolutions du cerveau de *Balaenoptera rostrata* Fabr.** *Arch. für mikr. Anat.*, t. 75, 1910 (225-239, pl. 6-7 et 2 fig.).

Description extérieure du cerveau de *B. r.* d'après un exemplaire. R. est frappé des différences par rapport au cerveau de *Balaenoptera musculus* décrit par GULDBERG. Il insiste (p. 236, — et c'est pourquoi nous le citons ici) sur la variabilité des organes internes essentiels chez les Cétacés (squelette, système nerveux), même à l'intérieur d'un genre, en opposition avec l'uniformité de l'adaptation à la vie pélagique et l'identité à peu près absolue de la forme extérieure; comme si, dit-il, « ce modelage du corps par adaptation à de nouvelles conditions d'existence avait reporté la variabilité sur les parties internes qui sont loin d'être arrivées à l'état d'équilibre, quand cet état est réalisé pour l'extérieur. » C'est d'ordinaire l'inverse. L'anatomie interne des Cétacés semble donc à l'auteur devoir être un exemple classique pour la différenciation graduelle des espèces.

M. CAULLERY.

HÉRÉDITÉ

87. BORDAGE, EDM. A propos de l'hérédité des caractères acquis. Detmer contre Weismann. *Bull. Sc. France Belgique*, t. 44, 1910 (51-88, pl. 1-2).

88. SPILLMAN, W. J. Mendelian Phenomena without de Vriesian Theory. (Les Phénomènes mendéliens expliqués sans la théorie de de Vries). *American Naturalist*, t. 44, 1910 (214-228).

Après avoir distingué trois types de variation (par fluctuation, par reconstitution mendélienne des caractères et par mutation), l'auteur déclare qu'il lui est impossible d'admettre que tous les changements subis par les organismes puissent être exclusivement attribués à ces causes. La très grande diversité qui règne dans des groupes possédant un même nombre de chromosomes, ainsi que la différence observable chez les chromosomes eux-mêmes, nous prouvent que la reconstitution mendélienne des caractères et les mutations sont impuissantes à tout expliquer.

S. fait alors appel à une quatrième sorte de variation caractérisée par des changements fondamentaux dans le plasma germinatif. Peu importerait que ces changements fussent continus ou discontinus. Ils seraient de nature chimique: tels seraient les changements observés dans les phénomènes d'hérédité mendélienne relatifs à la coloration. Ainsi qu'il semble résulter des travaux de certains auteurs — et en particulier de ceux de RIDDLE — les colorations pigmentaires variées des animaux correspondraient aux différents degrés d'oxydation d'une substance chromogène, la mélanine, sous l'action d'une enzyme, la tyrosinase. Or, la production de l'enzyme et de la substance chromogène est une fonction générale du protoplasma et non une fonction spéciale aux chromosomes. C'est ainsi que les expériences de CASTLE montrent que les différences de coloration dans le pelage des lapins sont dues à des différences cytoplasmiques et que, dans ce cas, les chromosomes ne jouent aucun rôle. En résumé les phénomènes d'hérédité mendélienne

concernant la pigmentation seraient facilement explicables sans qu'il soit nécessaire d'avoir recours à la théorie des caractères-unités.

EDM. BORDAGE.

89. GATES, REGINALD R. The material basis of Mendelian Phenomena. (La base matérielle des phénomènes mendéliens). *American Naturalist*, t. 44, 1910 (203-213).

L'auteur expose les résultats qu'il a obtenus en croisant l'*Ænothera nanella* avec l'*Æ. biennis*. Il discute ensuite ces résultats afin de montrer qu'il est nécessaire d'apporter certaines modifications dans notre conception de la ségrégation mendélienne.

A la première génération du croisement en question est apparu un type que G. a appelé *Æ. rubricalyx*, et dont la caractéristique la plus saillante est une grande richesse en pigment rouge localisé surtout dans les pétioles et dans les sépales. (Cette même forme a fait son apparition dans des cultures comme une mutante ou une variante extrême de l'*Æ. rubrinervis*).

A la deuxième génération il se produit, pour ce type, une disjonction conforme à la loi de MENDEL (75% d'*Æ. rubricalyx* pour 25% d'*Æ. rubrinervis*). Il est utile de remarquer qu'un caractère seulement — celui qui est offert par la pigmentation — obéit à la loi, les autres demeurant constants. « C'est donc là, dit G., une nouvelle preuve que les phénomènes mendéliens ne sont pas universels, même chez les formes où ils se manifestent ». Un autre point important, en ce qui concerne cet hybride, c'est que la disjonction lors de la deuxième génération n'amène pas un retour « à la condition de l'un des grands-parents », comme cela devrait avoir lieu au point de vue strictement mendélien. En réalité, la différence entre les deux types correspondant à la deuxième génération — *Æ. rubricalyx* et *Æ. rubrinervis* — est purement quantitative et concerne la capacité dans la production du pigment.

Cette différence a son point de départ dans les cellules germinatives, lors de la formation de ces dernières. Elle se produit peut-être dans le cytoplasme et devient probablement ensuite une propriété de la cellule germinative considérée dans son ensemble. L'hérédité de la coloration devrait donc être interprétée comme un cas d'hérédité quantitative dû à certaines différences quantitatives initiales dans les cellules germinatives elles-mêmes. Et il ne serait pas impossible que la plupart des faits d'hérédité mendélienne pussent être ramenés à cette interprétation ; car les études sur la variation montrent que nombre de différences d'apparence qualitative sont en réalité d'origine purement quantitative.

EDM. BORDAGE.

90. TENNENT, D. H. The dominance of maternal or of paternal characters in Echinoderm hybrids. (Dominance de caractères maternels ou paternels chez les hybrides d'Échinodermes), *Arch. Entw. Mechanik*, t. 29, 1910 (1-14, 2 fig.).

T. a obtenu symétriquement les deux hybrides de deux Ourisins, *Toxopneustes variegatus* et *Hipponoe esculenta*. Le croisement *Hipponoe* ♂ × *Toxopneustes* ♀ donne des pluteus à caractères paternels ; le croisement

Toxopneustes ♂ × *Hipponoe* ♀, des pluteus à caractères maternels. Il y a donc dans les deux cas dominance d'*Hipponoe* sur *Toxopneustes*. Cette dominance se manifeste dans le squelette : pluralité des baguettes axiales et traverses en échelles, dans les bras post-oraux. On obtient même un pourcentage notable de pluteus du type *Hipponoe* parfait, aucun du type *Toxopneustes*.

Peu accentués par un léger accroissement d'alcalinité de l'eau de mer, les phénomènes sont renversés par une diminution d'alcalinité : dans les deux croisements, c'est *Toxopneustes* qui devient dominant, avec obtention de pluteus parfaits de ce type, et absence de ceux du type *Hipponoe*. La dominance de ce dernier type paraît donc liée à une forte concentration des ions OH dans l'eau de mer. Peut être est-ce aussi à une variation naturelle d'alcalinité, en rapport avec les saisons, qu'il faut rattacher les faits observés par d'autres auteurs dans le croisement *Strongylocentrotus* ♂ × *Sphærechinus* ♀ : embryons obtenus en hiver à caractères paternels et en été à caractères maternels.

CH. PÉREZ.

91. PLATE, L. Die Erbformeln der Farberassen von *Mus musculus*. (Les formules héréditaires des races colorées chez la souris). *Zoolog. Anzeig.*, t. 35, 1910 (634-640).

Complément à la représentation des races de souris par des formules énumérant les caractères-unités présents (lettres majuscules) ou absents (lettres minuscules), suivant les idées de CUÉNOT et de Miss DURHAM. — P., dans des élevages, est arrivé à des résultats concordant avec ceux de ces auteurs et qui pour les souris jaunes s'expliquent complètement, à condition d'ajouter aux unités de Miss DURHAM (C, c, pigment ; G, g, traits jaunes près de la pointe du lanugo (Wollhaare) ; B, b, pigment foncé granuleux ; D, d, abondance de pigment) un couple Y (Grannenhaare) (poils foncés, renfermant du pigment dans la moitié terminale), y (poils à bout clair). Les différentes catégories au nombre de 16, se représentent alors par des formules telles que C Y G B D (jaunes sauvages), C y g b d (jaunes blanches), etc... P. reconnaît cependant que la distinction de ces races est très difficile, en particulier en raison des variations avec l'âge. — Les croisements (en tout 374, fournissant 1400 jeunes) qu'il a opérés ont fourni des résultats numériquement d'accord avec les prévisions déduites des combinaisons de caractères-unités suivant la loi de MENDEL ; (tableaux numériques détaillés).

M. GAULLERY.

92. Mc CRACKEN, ISABEL. Heredity of the race character univoltinism and bivoltinism in the silkworm (*Bombyx mori*). A case of non-mendelian inheritance. (Hérédité du caractère racial uni-ou bivoltinisme ; exemple d'hérédité non mendélienne). *Journ. exper. Zool.*, t. 7, 1909 (747-764).

Le bivoltinisme a apparu en 1905 dans des cultures de vers à soie de Miss M., faites en vue de suivre l'hérédité d'autres caractères. Les lignées où il s'est manifesté (et qui ont été intégralement reconstituées) descendent toutes d'un croisement fait en 1904 entre un ♂ japonais bivoltin pur et une ♀ italienne univoltine pure. L'examen de ces lignées ne montre pas, pour le couple de caractères

uni-bivoltinisme, de proportions fixes comme en feraient prévoir les lois de Mendel. Il y a « fluctuation de la prépotence » d'un caractère à l'autre, dans la succession des générations. Miss M. imagine que le caractère univoltin plus récent a, malgré une longue sélection, de la peine à se maintenir contre le caractère bivoltin ancestral et qu'il ne s'agit pas ici de combinaisons entre caractères unités.

M. CAULLERY.

93. CASTLE, W. E. **The effect of selection upon mendelian characters manifested in one sex only.** (L'effet de la sélection sur des caractères mendéliens manifestés seulement dans un sexe). *Journ. of exper. Zool.*, t. 8, 1910 (185-192).

Les expériences de Miss Mc. CRACKEN sur les croisements de vers à soie univoltins et bivoltins (Bibl. évol. n° 92) l'avaient conduite à conclure que ces caractères ne suivent pas la loi de Mendel. CASTLE s'attache à réfuter cette interprétation. Il y a bien là, d'après lui, hérédité mendélienne, mais masquée par le fait que les deux sexes sont aptes à transmettre une propriété qui n'est évidente que sur l'un d'eux ; ce cas serait analogue au croisement des races de maïs à péricarpe rouge (dominant) et à péricarpe blanc (récessif). En discutant d'une façon comparative le cas et les résultats de Miss MAC CRACKEN, CASTLE conclut que l'univoltinisme se comporte comme un caractère mendélien dominant par rapport au bivoltinisme. Si dans une race mixte produite par croisement, on sélectionne l'un ou l'autre des deux caractères, le bivoltinisme augmente plus rapidement que l'univoltinisme.

M. CAULLERY.

94. NEWMANN, H. H. **Further studies of the process of heredity in *Fundulus* hybrids.** (Nouvelles recherches sur les processus de l'hérédité dans les hybrides de *F.*). *Journ. of exper. Zool.*, t. 8, 1910 (143-161, 7 fig.).

Dans un travail antérieur (Ibid., t. V), N. avait mis en évidence l'influence morphologique du spermatozoïde dans les hybrides de *Fundulus* dès la 14^e heure du développement. *F. heteroclitus* se développe plus vite que *F. majalis*. Les hybrides *F. m.* ♀ × *F. h.* ♂, en effet, dès ce moment, ont montré une accélération par rapport aux *F. m.* normaux, c'est-à-dire un caractère paternel. N. met maintenant, par diverses expériences, cette accélération en évidence, dès les stades 2-4, c'est-à-dire dès le début. L'influence héréditaire du spermatozoïde est donc immédiate. Et cela, d'après N., serait de nature à infirmer la conclusion (adoptée en particulier par CONKLIN) que c'est le cytoplasme ovulaire qui est le siège essentiel des propriétés héréditaires, le spermatozoïde et le pronucléus ♀ n'ayant qu'un rôle accessoire. Les expériences d'hybridation entre organismes éloignés (LOEB, GODLEVSKY, KUPELWIESER), sur lesquelles cette conclusion est basée, ne sont pas probantes, d'après N., car, dans ces divers cas, la chromatine paternelle est plus ou moins complètement écartée de la constitution nucléaire des embryons hybrides. Il y a, d'après lui, une corrélation nette entre le rôle fonctionnel plus ou moins parfait du pronucléus ♂ et son influence héréditaire. (Cf. BALTZER, Bibl. évol., I, n° 71).

M. CAULLERY.

85. DAVENPORT, CHARLES B. *Inheritance of characteristics in domestic fowl* (Hérédité des caractères dans la volaille). *Carnegie Instit. of Washington* ; publ. n° 121 (*Papers of the Stat. f. exper. evol.*, n° 14), 4°, 100 p., 12 pl., 1910.

Ce mémoire, qui fait suite à celui que D. a publié en 1906 (*Inheritance in poultry*. — *Ibid.*, publ. n° 52), est illustré de magnifiques planches coloriées. — Basé complètement sur la notion de caractères unités, représentés par des particules siégeant dans le plasme germinatif, il est un effort pour ramener à l'interprétation mendélienne une série de cas, où les hybrides présentent des nombres s'écartant plus ou moins et parfois énormément des proportions prévues par la notion de dominance et de récessivité et par celle de la disjonction. L'explication générale consiste à admettre que la dominance ne peut pas toujours se manifester complètement, que sa manifestation dépend du degré d'une *potency*, qui, elle-même, varie d'une génération à l'autre. La dominance peut ainsi arriver à être masquée dans tous les individus, par *impotence*. D'autres écarts s'expliquent par le fait qu'un caractère, jusque là considéré comme simple, est en réalité complexe (la forme de la crête chez le coq contiendrait divers facteurs : un pour sa position érigée, un pour sa croissance, un ou plusieurs pour l'étendue de la région où elle se forme).

Cela dit sur l'esprit du mémoire, il se compose d'abord de 11 chapitres, dans chacun desquels sont étudiées la transmission héréditaire et les variations de dominance d'un caractère ; I. *Crête fendue en Y* (dominance imparfaite variant quantitativement, le degré de dominance se transmettant héréditairement). — II. *Polydactylisme* (dominance également imparfaite). — III. *Syndactylisme* (offrant des nombres franchement différents des prévisions mendéliennes ; doit être considéré comme un *sport*, une mutation tératologique). — IV. *Absence de croupion* (considérée précédemment, 1906, par D., comme caractère récessif, s'est montré cette fois absolument dominant ; mais la conclusion de 1906 peut être maintenue, en admettant que la *potency* de la dominance est arrivée à 0). — V. *Absence d'ailes* (caractère non héréditaire). — VI et VII. *Pieds pattus et forme des narines* (deux caractères susceptibles d'une gradation continue, où l'hérédité semble comporter des combinaisons en toutes proportions ou *blending*, mais que D. ramène à la disjonction de caractères unités, à l'aide du principe de la dominance imparfaite, en admettant un facteur inhibitoire à *potency* variable), etc...

Le chapitre XII (General discussion) est basé sur l'affirmation de la nécessité logique de la préformation de caractères unités. Pour une même particularité, ces caractères unités peuvent n'être pas les mêmes à tous âges ; le poil par exemple aura, pendant la jeunesse, un premier caractère unité (*croissance*), à l'âge adulte, un autre caractère (*arrêt de croissance*). Le récessif et le dominant peuvent ainsi se succéder sur le même individu. — Une subdivision du chapitre est consacrée à chercher le critérium de la dominance et celui de la récessivité. D. est amené à dire (à propos du caractère *absence de croupion*) : « En envisageant cette question franchement et sans préjugé, la réponse doit être : Toute l'hypothèse de la dominance n'est-elle pas une *reductio ad absurdum* ? Quel critérium visible, là où la dominance disparaît totalement ? ». C'est l'introduction de la *potency* qui concilie tout. D'autres questions (les limites de la sélection — le rôle de l'hybridation dans l'évolution, etc.) sont encore brièvement envisagées.

Malgré toute l'autorité de DAVENPORT, ceux qui n'ont pas résolu de chercher, en dépit de tout, l'explication universelle de l'hérédité dans le mendélisme weismannien ne seront que bien difficilement convaincus par ce mémoire, où la subtilité des explications ne projette pas la clarté sur les faits discordants. Et l'on craint trop que les combinaisons de mots ne viennent toujours fournir une apparence d'explication, une solution illusoire des difficultés.

M. GAULLERY.

96. HOLDEFLEISS, P. **Bastardierungsversuche mit Mais.**
Berichte d. phys. Labor. und Versuchsanst. d. landw. Inst.
Univer. Halle, t. 19, 1909 (178-199, une planche coloriée).

Après un exposé de la loi de MENDEL, des résultats obtenus par CORRENS dans ses croisements de Maïs, et des caractères de la xénie, H. décrit ses épis de Maïs à grains amylocés fécondés en 1907 par du Maïs sucré — où le caractère sucré apparaît par xénie sur 22, 5 % (au lieu de 25 %) des grains (compté 1393) et ses épis de Maïs à grains sucrés fécondés par du Maïs amylocé, où le caractère récessif sucré apparaît sur 26, 3 % des grains (compté 548). Des croisements entre races à grains colorés en bleu et à grains jaunes donnent des disjonctions irrégulières et donnent par suite des coloris intermédiaires ; il en est de même pour les croisements de grains différents de forme (grains ronds et grains à bec). Dans ces recherches, H. croit avoir rencontré dans la race *Pignoletto* une variation brusque qu'il rapproche des mutations au sens de H. DE VRIES ; c'est une forme à grains d'un brun uniforme qui s'est maintenue en partie stable dans les semis ultérieurs.

L. BLARINGHEM.

97. GUYER, MICHAEL F. **Atavism in guinea-chicken hybrids.**
 (Atavisme chez des hybrides de coq et pintade). *Journ. exper.*
Zoöl., t. 7, 1909 (723-745, 4 pl.)

Étude fondée surtout sur 5 hybrides coq (black-langshan) × pintade domestique ♀. Jeunes ils ressemblaient davantage à la pintade et se sont graduellement rapprochés du coq. Ce qui est surtout caractéristique en eux est le dessin du plumage, formant une série de bandes blanches étroites, ondulées, en V, donnant une apparence générale de barres. Cela n'existe dans aucun des deux parents. G. considère cette disposition comme atavique ; il la rattache au plumage de *Gallus ferrugineus* de la jungle de l'Inde et la recherche dans les divers types de *Phasianidae* (*Meleagriniæ*, *Numidiniæ*, *Phasianiniæ*). Il la retrouve plus ou moins nettement chez plusieurs (Ex : *Polyplectron chalcurus*, *Agelastes meleagrides*). C'est pour lui une disposition primitive, fondamentale, existant encore aujourd'hui dans les diverses espèces à l'état de tendance résultant des processus physiologiques de la croissance et du développement. D'autre part, les traits acquis, depuis la divergence des types à partir de la souche commune, seraient si dissemblables et incompatibles que l'hybridation les annule et fait réapparaître les anciens caractères masqués. G. ne croit pas qu'il faille pour cela imaginer ces derniers comme existant à l'état latent, dans toutes les générations, sous forme de particules.

M. GAULLERY.

98. SHULL, G. H. I. *Bursa Bursa-pastoris* and *Bursa Heegeri*. Biotypes and hybrids, publié par *The Carnegie Institution of Washington*, 1909 (57 p., 4 pl.).

99. II. Results of Crossing *Bursa Bursa-pastoris* and *Bursa Heegeri*. *Advance print from The proceedings of the Seventh intern. Zoolog. Congress*; Boston, Meeting 1907. — Cambridge, Massachusetts, 1910 (6 p.).

Une série de cultures pédigrées ont permis à SH. d'isoler 4 espèces élémentaires bien définies dans l'espèce polymorphe *Bursa Bursa-pastoris*; ce sont les formes *heteris*, *rhomboidea*, *tenuis*, *simplex*, distinctes surtout par la forme des lobes et des incisions des feuilles de la rosette. Pour s'assurer de la valeur de ces caractères, SH. a croisé ces formes entre elles et l'ensemble suit la règle mendélienne des dihybrides, *heteris* dominant complètement les trois autres, *simplex* étant récessive par rapport aux autres.

Des hybrides entre ces espèces élémentaires et la forme *Capsella Heegeri*, apparue par mutation (1898) à Lindau en Allemagne, montrent la récessivité de cette dernière espèce en ce qui concerne la forme du fruit; mais, à la seconde génération, au lieu d'observer $1/4$ du type initial *Heegeri* SH. n'en trouve que $1/20$. Quant aux caractères foliaires, ils se combinent selon la règle de MENDEL, ce qui confirme une étroite parenté entre *Capsella Heegeri* et *Bursa Bursa-pastoris*.

L. BLARINGHEM.

100. KLEBS, G. Ueber die Nachkommen künstlich veränderter Blüten von *Sempervivum*. *Sitzungsberichte der Heidelberger Ak. d. Wiss. Math. Naturw. Kl.*, 1909 (32 p., 1 planche).

Les recherches de K. sur les *Sempervivum* ont montré que diverses conditions de culture et, en particulier, la suppression des premières fleurs, entraînent des changements morphologiques dans la constitution et l'apparition des dernières fleurs. Les descendants de ces fleurs montrent des variations du même ordre que celles de la plante mère, mais plus spécialisées, l'un ayant de très grandes déviations dans le nombre et la position des pièces florales, un autre offrant une tendance à la métamorphose des fleurs en rosettes feuillées, deux autres offrant la pétalodie de presque toutes leurs fleurs. L'apétalie constatée chez la mère n'est pas apparue chez les descendants, mais, pour les anomalies réapparues, leur intensité est plus forte chez les descendants que chez la mère.

L. BLARINGHEM.

101. LEWIS, C. I. et C. VINCENT, C. C. Pollination of the Apple. *Bulletin n° 104, Oregon Agricultural College Experiment Station*, 1909 (104 p.).

Etude détaillée de la technique de la pollinisation, de la détermination de la fertilité et de la stérilité d'un grand nombre de sortes de Pommiers, de la recherche des meilleures espèces productrices de pollen et du perfectionnement par le croisement des variétés autofécondables.

L. BLARINGHEM.

102. MEYERE, J. C. H. de. Ueber getrennte Vererbung der Geschlechter. (Hérédité séparée des sexes). *Biol. Centralbl.*, v. 30, 1910 (216-223).

De M. met en œuvre les résultats d'élevages obtenus à Java par Edw. JACOBSON sur *Papilio Memnon*, Lépidoptère qui présente avec des δ tous semblables, trois formes différentes de φ : *Achates*, *Agenor* et *Laomedon*. La production de ces trois formes suit les règles mendéliennes, en admettant que la couleur de la φ est également héritée par le δ ; celui-ci possédant, outre le couple de déterminants de sa propre couleur, *MM*, un autre couple représentatif de la couleur de la φ , savoir l'une quelconque des combinaisons possibles des trois formes *Ach.*, *Ag.* et *L.* En outre *Ach.* est dominant, puis *Ag.* Les caractères secondaires de chaque sexe sont présents dans l'autre à l'état latent, représentés par deux déterminants qui jouent dans l'hérédité le même rôle que ceux des caractères actuellement visibles. Dans un croisement tel que *MM* (δ), *Ach. Ag* (φ) \times *MM* (δ), *Ach. Ag* (φ) les produits δ seront tous *MM*; parmi les φ , il y aura $1/4$ *Ach. Ach.* + $1/2$ *Ach. Ag.*, soit $3/4$ de forme *Ach.* et $1/4$ *Ag. Ag.* soit de forme *Ag.*

De M. examine ensuite le cas d'une particularité qui peut être présente dans les deux sexes, sans rapports avec les caractères secondaires; p. ex. le mélanisme: var. *ferenigra* d'*Aglia tau*, dont STANDESS a fait des élevages. La discussion des résultats lui paraît s'accorder de préférence avec l'hypothèse de deux couples de déterminants: un δ clair, p. ex. pourra, en ce qui concerne la couleur φ appartenir à la forme mélanienne *F*, et, en admettant la dominance de *F*, être par rapport à elle homozygote ou hétérozygote; il correspondra à l'une des formules *T. T.*, *F. F.* ou *T. T.*, *F. T.* Mais les résultats expérimentaux comportent ici, par rapport à la théorie, des écarts, que de M. essaie d'expliquer par des interversions de déterminants, d'un sexe à l'autre, dans un même individu: p. ex. un δ *T T*, *F T* devenant *FT*, *TT* avec dominance de *F.*, est mélanique alors qu'il aurait dû être clair.

C'est encore par des considérations de même ordre que l'on peut, semble-t-il, expliquer ces cas de gynandromorphisme, mis en lumière par MEISENHEIMER, où l'individu réunit deux moitiés non seulement de sexes opposés, mais de variétés différentes (*Argynnis paphia* typ. et var. *Valesina*). Peut-être la détermination du sexe s'est-elle produite, dans ce cas, après la stade 2 de la segmentation. Les cas de plumage de coq, chez les poules, indiquent une latence incomplète des caractères correspondant aux déterminants de l'autre sexe.

CH. PÉREZ.

103. PIERANTONI, U. L'origine di alcuni organi d'*Icerya purchasi* e la simbiosi ereditaria. (Origine de certains organes d'*I. p.*, et symbiose héréditaire). *Napoli, Boll. Soc. nat.*, t. 23, 1909 (147-150).
104. PIERANTONI, U. Origine et struttura del corpo ovale del *Dactylopius citri* e del corpo verde dell' *Aphis brassicae*. (Origine et structure du corps ovale de *D. c.* et du corps vert d'*A. b.*). *Ibid.*, t. 24, 1910 (1-4).

P. signale brièvement dans ces deux notes préliminaires l'observation qu'il a faite, chez divers Hémiptères, d'une transmission héréditaire de microbes vivant dans le corps gras. Chez *I. purchasi*, deux organes, au voisinage des ovaires, sont bourrés de corpuscules analogues à des levures ; ces éléments passent dans les ovules, à travers le follicule ; et, au moment de la segmentation, ils sont englobés dans certaines cellules embryonnaires, qui donnent ensuite naissance aux mêmes organes spéciaux du nouvel individu. D'une manière analogue, les éléments bactériiformes du corps ovale de *D. citri* passent aux ovules par l'intermédiaire de leur pédicule nourricier. Les éléments du corps vert d'*A. brassicae* ont pu être cultivés sur gélatine sucrée. P. conclut à l'existence, pour ces Insectes, d'une symbiose nécessaire avec des microbes se transmettant héréditairement, et assurant une fonction essentielle de la nutrition.

CH. PÉREZ.

SEXUALITÉ

105. JORDAN, H. E. The Question of Sex-Determination. (Le problème de la détermination du sexe). *American Naturalist*, t. 44, 1910 (245-253).

L'auteur passe en revue quelques-uns des travaux dernièrement parus sur la détermination du sexe.

Il semblerait qu'il y aurait actuellement une tendance à interpréter cette détermination comme le résultat d'une relation quantitative entre la chromatine et le cytoplasme de l'ovule fécondé. Cette opinion, — qui est celle de MORGAN et de WILSON, — se baserait sur le fait que, chez les insectes possesseurs d'hétérochromosomes, les œufs qui donnent des individus femelles sont, à quelques exceptions près, ceux qui contiennent la plus grande quantité de chromatine.

J. cite les intéressantes expériences de NUSSBAUM sur la détermination du sexe chez les Polypes (*Hydra grisea*). Elle paraissent établir que c'est la nourriture surtout qui influe sur cette détermination. Contrairement aux affirmations de KRAPPENBAUER, de FRISCHHOLZ, de WHITNEY et d'ANNANDALE, la température ne jouerait qu'un rôle secondaire, par son influence sur la nutrition. A chaque espèce d'Hydre correspondrait néanmoins un optimum pour cette action de la température. Une nutrition plus riche provoque le remplacement de la condition asexuelle par la condition sexuelle (diœcie et hermaphrodisme).

Mais ce sont les recherches de Russo qui sont considérées par J. comme les plus importantes. Se basant sur le fait que les gamètes, — les œufs notamment, — contiennent non seulement des protéines riches en phosphore, mais encore une abondante quantité de lécithine, variable d'un œuf à l'autre dans un même ovaire, Russo a réussi à augmenter, chez des Lapines, la dose de lécithine au moyen d'injections hypodermiques ou intrapéritonéales pratiquées avant toute fécondation. Dans ces conditions, les ovaires atteignaient des dimensions triples des dimensions ordinaires et contenaient d'énormes vésicules de de Graaf. Les femelles ainsi traitées furent ensuite fécondées. Leur progéniture fut alors presque exclusivement femelle (et souvent même exclusivement femelle). Si les mâles destinés aux lapines ont été soumis eux-mêmes

au traitement par la lécithine, on voit encore augmenter la proportion des femelles dans la progéniture.

J. fait ensuite remarquer que, contrairement à l'avis de nombre de biologistes, Russo n'accorde pas aux chromosomes un rôle exclusif dans la question de l'hérédité mendélienne de la pigmentation et de la coloration du pelage, mais qu'il attribue le rôle le plus important à un métabolisme spécifique, à des conditions chimiques dont le cytoplasme de l'œuf serait le siège.

La conclusion à laquelle est conduit J. est que les investigations les plus récentes sur la question de la détermination du sexe, — c'est-à-dire celles de NUSSBAUM et de Russo, — semblent avoir comme conséquence de nous ramener à l'explication invoquée par GEDDES et THOMSON : le sexe femelle serait le résultat de conditions anaboliques ; le sexe mâle, le résultat de conditions cataboliques.

EDM. BORDAGE.

106. SMITH, GEOFFROY. *Studies in the experimental analysis of sex.* (Etude sur l'analyse expérimentale du déterminisme du sexe). *Quart. Journ. of Microsc. Sc.*, t. 53, 1910 (pp. 577-604, pl. 30).

SMITH rappelle d'abord les diverses théories mendéliennes du sexe (CASTLE, MAC CLUNG, WILSON, BATESON et PUNNETT, CORRENS, etc.). Ces théories ne lui paraissent pas expliquer tous les faits et notamment l'hermaphroditisme successif ; il admet trois catégories d'individus, dans les espèces dioïques, au point de vue du sexe : des mâles purs ($\sigma\sigma$), des femelles pures ($\varrho\varrho$) et des hermaphrodites ($\sigma\varrho$) ; ces derniers pouvant, suivant les conditions physiologiques, manifester exclusivement l'un ou l'autre des deux sexes ou tous deux. (C'est ce qu'il appelle la théorie mendélienne *half-hybrid* du sexe, dont l'avantage, d'après lui, est d'éviter la nécessité d'une hypothèse supplémentaire gratuite, telle que la fécondation défective de CASTLE). Le terrain expérimental de l'étude du déterminisme du sexe serait alors la recherche des conditions dans lesquelles, chez les individus hétérozygotes ($\sigma\varrho$), se produit la dominance de l'un ou de l'autre sexe.

Dans une seconde partie, SMITH examine les rapports des caractères sexuels secondaires et primaires, en se basant principalement sur les résultats de la castration parasitaire, au point de vue des caractères sexuels secondaires, tels qu'ils ressortent du cas d'*Inachus mauritanicus*, parasité par *Succulina neglecta*. (V. SMITH, in *Fauna und Flora Neapel*, Monogr. 29, *Rhizocephala*, 1906). Les *Inachus* σ parasités prennent, à un plus ou moins haut degré, les caractères ϱ , et certains d'entre eux, après élimination du parasite, produisent des ovules (proportion des individus modifiés des deux sexes : 70 %, sur 1000 examinés ; — un seul cas d'hermaphroditisme trouvé sur 5000 *Inachus* sains). L'apparition de caractères sexuels secondaires ϱ est ici l'indice d'une véritable acquisition de l'état ϱ , puisqu'il y a possibilité de production d'ovules ; le mécanisme de cette acquisition doit donc être analogue à ce qu'il est chez la femelle. SMITH le conçoit comme dépendant d'une substance (*sexual formative substance*) déterminant le sexe, et amenant la production à la fois de caractères primaires et secondaires (cf. W. HEAPE, *Phil. Trans. R. S. London*, t. 200, 1908).

M. CAULLERY.

107. MEISENHEIMER, JOHANNES. Ueber die Beziehungen zwischen primären und sekundären Geschlechtsmerkmalen bei den Schmetterlingen. (Sur les rapports entre les caractères sexuels primaires et secondaires chez les Papillons). *Naturwiss. Wochenschr.* N. F, t. 8, 1909, n° 35 (9 p. 14 fig.).

Résumé d'un travail plus étendu (*Experimentelle Studien zur Soma und Geschlechtsdifferenzierung. I. Beitrag : Ueber den Zusammenhang primärer und sekundärer Geschlechtsmerkmale bei den Schmetterlingen und den übrigen Gliedertieren.* Jena, G. Fischer 1909. — Etudes expérimentales sur la différenciation du soma et du sexe, etc.). Expériences faites surtout sur les chenilles d'*Ocneria dispar* L. (on anesthésie les chenilles par les vapeurs d'éther et on pratique une petite ouverture au dos du 5^e segment abdominal ; on extrait les glandes génitales : s'il y a lieu on insère celles d'un individu de l'autre sexe sous la peau, on ferme par une légère couche de collodion — sur les très petites chenilles, on détruit les glandes par un galvanocautére à aiguille de platine fine ; la mortalité dans ce cas est très grande : 39 réussites sur 1.200 opérations) ; opération faite en général après la seconde ou la troisième mue. Chez les chenilles ♂, M. a enlevé, soit seulement les testicules avec le canal déférent, soit en outre les organes de Hérold (ébauche des glandes accessoires, des vésicules séminales, pénis, etc...)

La transplantation des testicules dans des chenilles ♀ a été effectuée après la 3^e mue, sur des chenilles châtrées seulement d'un côté ; M. a obtenu ainsi le développement côte à côte des deux organes sexuels. Il a opéré plus de 300 transplantations d'ovaires dans des mâles dont plus de 100 avec succès ; il a obtenu aussi par opération unilatérale le développement simultané des deux organes ; les glandes transplantées se sont fréquemment raccordées aux conduits évacuateurs de l'autre sexe laissés en place. Les ovaires transplantés ne diffèrent des normaux que par la taille. Il n'a pas pu se produire de ponte.

La castration n'a pas modifié les caractères sexuels secondaires d'*O. dispar* (cf. KELLOG, OUDEMANS) ; et les hermaphrodites par transplantation unilatérale ont gardé aussi les caractères secondaires de leur sexe originel. Les femelles châtrées ont été seulement plus foncées.

M. a répété ces expériences sur *Orygia gonostigma* F, avant l'hivernage, avec le même résultat négatif. Les mâles châtrés, ou à ovaire greffé, ont conservé leur instinct sexuel, ainsi que l'avait déjà observé OUDEMANS.

La castration expérimentale chez les papillons n'a donc pas d'action sur les caractères sexuels secondaires. Les cas naturels d'hermaphroditisme sont d'accord avec ce résultat.

M. CAULLERY.

108. MEISENHEIMER, JOHANNES. Zur Ovarialtransplantation bei Schmetterlingen. (Sur la transplantation des ovaires chez les Papillons). *Zool. Anzeig.*, t. 35, 1910 (446-450, 2 fig.).

Ces expériences avaient été entreprises en vue de faire développer les éléments sexuels d'une espèce chez une autre espèce, et d'étudier, à l'aide du produit issu de ces éléments transplantés, les influences réciproques du soma et du germe. M. a réalisé avec succès des transplantations d'ovaires de *Lymantria (Ocneria) dispar* L. (pris sur des chenilles des 3^e et 4^e âges) dans

des chenilles châtrées de *L. japonica* Motsch. entre les 2^e, 3^e et 4^e mues. Les ovaires transplantés se sont bien développés dans les cas où l'opération a réussi. Il n'en est pas de même pour la transplantation entre formes plus éloignées: sur 100 opérations réussies, où les ovaires de *Porthesia similis* avaient été transplantés dans *L. dispar*, aucun des papillons ne présentait trace de ces ovaires qui avaient été résorbés. — Même résultat négatif pour les ovaires de *Psilura monacha* et *Vanessa urticae* transplantés dans *L. dispar*. — M. a constaté d'ailleurs les stades successifs de la dégénérescence qu'il attribue à l'influence nocive du sang.

Porthesia similis avait été choisi d'après l'indication fournie par GARBOWSKI que ses œufs se développaient parthénogénétiquement. M. n'a pas pu obtenir, dans des essais étendus, cette parthénogénèse non plus que celle de *L. dispar* ni de *L. japonica*.

M. CAULLERY.

109. LA BAUME, W. Ueber den Zusammenhang primärer und sekundären Geschlechtsmerkmale bei den Schmetterlingen und den übrigen Gliedertieren. (Corrélation des caractères sexuels primaires et secondaires chez les Papillons et les autres Arthropodes). *Biol. Centralbl.*, t. 30, 1910 (72-81).

Résumé des recherches de MEISENHEIMER (Iena 1909; v. Bibl. evol. n° 107, 108) sur les résultats de la castration et de la transplantation des glandes génitales chez les chenilles d'un Bombycien à caractères sexuels secondaires bien accentués, *Lymantria dispar*. Ni la suppression, ni l'interversion des glandes génitales, n'ont la moindre action sur les caractères extérieurs du papillon, qui correspondent exclusivement au sexe primitif de la chenille. On n'observe pas davantage de modification lorsqu'on pratique, en même temps que l'opération sur les glandes génitales, l'ablation de l'histoblaste de l'aile, et que celle-ci est par suite régénérée. Les instincts sexuels ne sont pas altérés. D'où la conclusion que les caractères sexuels secondaires ne sauraient être attribués à une influence directe des glandes génitales pendant l'ontogénèse. Indépendants les uns des autres, les caractères primaires et secondaires doivent avoir une même cause déterminante, précoce, qu'il faudrait sans doute aller rechercher jusque dans l'œuf. L'étude des cas naturels de gynandromorphisme paraît conduire aux mêmes conclusions que les expériences.

CH. PÉREZ.

110. SCHULTZ, W. Verpflanzungen der Eierstöcke auf fremde Species, Varietäten und Männchen. (Transplantations d'ovaires chez des individus d'espèces ou de variétés différentes et chez des mâles). *Arch. Entw. Mechanik*, t. 29, 1910 (79-108, pl. 2-3).

Ovaires de chat, chien ou cobaye transplantés sur des lapins. Les oogonies primaires se maintiennent bien pendant les 8 premiers jours, et peuvent même présenter des mitoses; dès le 15^e jour débute une atrophie qui devient bientôt complète. Le sexe du sujet ne paraît pas avoir d'influence, non plus que l'âge de l'ovaire transplanté; mais les follicules se maintiennent indivi-

duellement d'autant moins qu'ils sont déjà plus volumineux. Il ne paraît pas y avoir de différence de résistance entre les oogonies et les autres éléments de l'ovaire.

Transplantations d'une race à une autre chez le lapin et surtout le cobaye. Dans ce cas la greffe est durable (au moins cinq mois). Non seulement les jeunes follicules se maintiennent, mais ils sont encore susceptibles de s'accroître; si bien que l'on a l'impression qu'il serait sans doute possible, dans un ovaire transplanté, de voir des ovules arriver à maturité, et donner lieu à une portée; comme cela a été obtenu par GREGORIEFF après transplantation chez le même animal, et par FOAS après transplantation chez des animaux de même race.

CH. PÉREZ.

111. REGEN, J. **Kastration und ihre Folgeerscheinungen bei *Gryllus campestris* L.** (Castration et ses suites chez le Grillon). *Zool. Anzeiger*, v. 35, 1910 (427-432).

R. extirpe les glandes génitales à des larves de Grillons: 20 ♂ sont opérés à l'avant-dernier stade larvaire; 20 ♂ et 10 ♀ au dernier. L'opération est faite extemporanément sur le terrain, et les sujets immédiatement relâchés dans leur trou. Le repérage est facile, les larves conservent leur trou; correspondant aux catégories précédentes, R. constate la survie de 9 ♂, 13 ♂, 6 ♀. Une fois l'état imaginal atteint, les Grillons changent de trou, aussi ne fût-il plus possible de retrouver que 4 ♂, 6 ♂, 1 ♀, qui sont alors observés en captivité; leur castration complète a été ultérieurement contrôlée. A tous égards, ces divers individus sont normaux: dessin des élytres; développement de l'organe sonore, et stridulation chez les ♂; les glandes annexes étant conservées, il se fait des spermatophores, évidemment réduits à des enveloppes vides de sperme; les ♂ s'accouplent avec des ♀ normales; l'unique ♀ observée, fit le simulacre de la ponte. La castration ne produit donc ni une modification morphologique, ni une perversion des instincts.

CH. PÉREZ.

VARIATION

112. DELCOURT, A. **Recherches sur la variabilité du genre *Notonecta*. Contribution à l'étude de la notion d'espèce.** *Bull. Sc. France Belgique*, t. 43, 1909 (373-461, 1 fig., pl. 4-5).
113. RITTER, WM. F. ***Halocynthia Johnsoni* n. sp. A comprehensive inquiry as to the extent of law and order that prevails in a single animal species.** (Enquête sur *H. J.* Dans quelle mesure peut-on formuler des lois précises sur la variabilité des caractères dans l'étendue d'une même espèce?). *Berkeley, Univ. Calif. Publ. Zool.*, t. 6, 1909 (65-114, pl. 7-14).

Une des Ascidies les plus communes de Puget Sound (État de Washington) est l'*Halocynthia haustor* Stimp. En divers points de la côte de la Californie

méridionale, on rencontre en abondance une Ascidie qui lui ressemble beaucoup extérieurement, et qui a été confondue avec elle. L'organisation des Ascidiées présentant une multiplicité d'organes semblables, qui se répètent en séries (tentacules, sinus de la branchie, etc.), on se trouve en présence d'éléments qui permettent aisément de noter numériquement un caractère, et d'établir une enquête statistique. Les résultats de R. se réduisent à conclure qu'à certains égards (tunique, nombre des tentacules) les exemplaires californiens présentent avec ceux de Puget Sound des différences constantes, et méritent de constituer une espèce distincte, *H. J.* Aucun indice n'est encore recueilli sur la question de savoir s'il y a là une différence adaptative, en rapport avec une condition déterminée du milieu.

CH. PÉREZ.

114. KRAUSSE, A. H. Die Phylogenie und geographische Verbreitung der Formen des *Carabus morbillosus* Fabr. (Phylogénie et distribution géographique des formes du *C. m.*). *Zeits. wiss. Insektenbiol. Berlin*, t. 6, 1910 (139-141, 1 carte).

K. donne un aperçu sommaire sur la manière dont les différentes formes de *Carabus morbillosus* Fabr. peuvent être sériées au point de vue de leur dérivation phylétique mutuelle, et de leur distribution géographique concordante sur tout le pourtour du bassin d'effondrement de la Méditerranée occidentale.

CH. PÉREZ.

115. FRIESE, H. et WAGNER F. v. Zoologische Studien an Hummeln. I. Die Hummeln der deutschen Fauna. (Études zoologiques sur les Bourdons; les B. de la faune allemande). *Zool. Jahrbücher (Syst)*, t. 29, 1910 (1-104, 6 fig., pl. 1-7).

Révision de la faune des Bourdons allemands, à divers points de vue de biologie générale et de phylogénie. Le détail ne peut être ici résumé, mais nous en retiendrons quelques faits, connus seulement des spécialistes et qui méritent d'être vulgarisés parmi les biologistes. Dans l'extrême variabilité de coloration, qui a si souvent embarrassé les systématistes, un fait saillant est la substitution du rouge ou du noir au blanc dans les derniers segments de l'abdomen; dans beaucoup d'espèces ces trois couleurs apparaissent comme interchangeable; le jaune vif a au contraire une toute autre signification. A rapprocher ce fait que chez l'imago qui vient d'éclore, les poils sont d'un blanc gris, terne, uniforme; et vivent ensuite en passant par le rouge avant d'arriver au noir, ou bien passent directement au jaune. F. et W. considèrent que ces données ontogénétiques sont significatives de l'évolution phylétique des couleurs chez les Bourdons. Dans certaines espèces il y a une propension extrême à de petites variations, s'écartant peu du type moyen; dans d'autres il y a production de variétés définies. Des individus de colorations diverses peuvent coexister dans le même nid, issus par conséquent de la même ♀; les causes de la diversité sont ignorées. Mais il y a aussi des variétés locales définies; et plusieurs espèces peuvent présenter, dans le même pays, une « convergence régionale » (VOGT) remarquable: anus rouge en Corse, albinisme dans le Caucase, etc. On peut aussi, entre certaines espèces comme

B. pratorum et *B. soroensis* p. ex., établir des séries parallèles de variétés, qui se correspondent par la coloration, mais ne coïncident pas géographiquement ; dans ce cas la ressemblance extérieure ne peut être imputée à une convergence sous l'influence du milieu.

CH. PÉREZ.

116. BURGEFF, A. Beiträge zur Biologie der Gattung *Zygana*. (Notes sur la biologie du genre *Z.*). *Zeits. wiss. Insekten biol. Berlin*, t. 6, 1910 (39-44, 97-99, 144-147).

I. L'hivernage et sa signification dans la vie des *Zygènes*. En faisant des élevages de diverses espèces *B.* a constaté que l'hivernage peut se produire à un âge variable (3^e ou 4^e mue) ; il est marqué, dans l'extérieur de la chenille par une livrée protectrice particulièrement claire ; et la mue qui amène cette livrée n'est pas une mue de croissance ; au contraire, elle s'accompagne d'une légère diminution de taille ; elle doit être considérée comme une mue d'adaptation au repos hivernal. Certaines chenilles hivernent à nouveau une seconde année ; mais sans présenter alors de livrée protectrice spéciale. Après un second hivernage, la nymphose et l'éclosion des papillons se font à une saison relativement plus précoce. Cette « évolution fractionnée » des chenilles issues d'une même ponte est importante à considérer comme source possible de variations : dimorphisme saisonnier, etc.

II. Causes productrices d'aberrations brunes. Les *Z.* ont comme on sait une couleur fondamentale rouge, sur laquelle des taches noires, parfois auréolées de blanc, découpent des dessins particuliers. Dans toutes les espèces, à ce rouge peut se substituer du jaune ; et de même pour l'aile inférieure. *B.* n'a jusqu'ici obtenu aucun résultat sur le déterminisme possible de la substitution du jaune. Mais il y a d'autre part quelquefois des aberrations où le rouge est remplacé par du brun (à bien distinguer des cas de mélanisme vrai, dus à l'intercalation d'écaillés noires). D'après des observations sur une station naturelle particulière, *B.* pense que ces aberrations, toujours très sporadiques, pourraient être dues à une teneur particulièrement riche en fer du sol, et par suite des plantes alimentant les chenilles.

CH. PÉREZ.

117. KOFOID, CH. Atw. Mutations in *Ceratium*. *Cambridge, Mass., Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll.* t. 52, 1909, (213-257, 5 fig., pl. 1-4).

Alors que, normalement, les chaînes schizogoniques de *Ceratium* montrent associés des individus identiques (à des différences insignifiantes près), *K.* a rencontré deux chaînes présentant une variation exceptionnelle : dans l'une formée de 4 individus, il y a passage du *C. tripos* au *C. californiense* ; dans l'autre, de 2 individus seulement, passage du *C. Ostenfeldi* au *C. californiense*. Il y a ainsi dans l'espace d'une ou deux divisions schizogoniques, saut brusque entre des formes qui, d'un point de vue taxonomique pur, sont considérées non seulement comme des espèces distinctes, mais comme appartenant à des sous-genres différents bien caractérisés. La variation est manifeste, inscrite qu'elle est dans la forme de la carapace cellulaire ; et l'association en

chaîne permet en même temps de reconstituer sans ambiguïté l'ordre de descendance des individus et la forme squelettique des schizontes d'où ils dérivent. K. discute les interprétations diverses auxquelles ces faits peuvent donner lieu. Il croit pouvoir écarter les hypothèses d'un polymorphisme saisonnier, ou d'une formation de gamètes, que LOHMANN avait suggérées à propos d'observations analogues, mais moins précises, faites à Kiel : il s'arrête à l'idée d'une dégénérescence, produisant des individus de forme moins hautement spécialisée (retour à une forme phylétiquement plus primitive), ou plutôt même à l'idée d'une mutation. Ce phénomène serait dû à des circonstances défavorables du milieu. Il faut en effet noter que les deux cas observés de ce processus extrêmement rare proviennent précisément de deux points du Pacifique où les conditions océaniques exposent les organismes, dans leurs migrations verticales, à de notables variations du milieu ambiant.

CH. PÉREZ.

118. BERGSTRÖM, ERIK. *Eine biologische Eigenthümlichkeit bei dem Ren.* (Une particularité biologique chez le Renne). *Zool. Anzeig.*, t. 35 (594-601), 1910.

Il s'agit de la *corrélation entre les anomalies des bois et celles des extrémités*. Les documents à ce sujet, chez divers Cervidés, ont été récemment rassemblés et discutés par RÖRIG (*Arch. für Entwickl. Mech.*, 1907, t. 23) ; les uns y voient l'influence d'une sécrétion interne, les autres (RÖRIG) une corrélation se rattachant à des phénomènes physico-chimiques internes très compliqués. En somme il n'y a pas d'explication véritable proposée. BERGSTRÖM a fait, sur le Renne, en Laponie, à la période (printemps 1909) de pousse des bois des observations très suggestives. La corrélation, chez le Renne, existe entre le bois et le membre postérieur du même côté seulement ; or B. a vu les rennes paissant dans la neige, s'interrompre régulièrement de creuser, pour porter l'extrémité de la patte postérieure contre l'ébauche du bois, de façon à y appliquer exactement la pointe formée, entre les sabots, par une glande dont la fonction est restée mystérieuse. Le sommet de l'ébauche du bois est ensuite recouvert d'une sécrétion visqueuse. B. rattache ce processus régulier à la relation entre les anomalies des bois et les pattes postérieures ; la sécrétion de la glande du sabot doit être, d'après lui, nécessaire à la formation normale du bois. Si elle ne peut y être portée, à cause d'une anomalie de la patte postérieure ou d'une blessure, le bois se développe d'une façon anormale. Il y a là une possibilité d'explication simple pour une corrélation mystérieuse et cela peut suggérer des observations méthodiques sur les autres Cervidés.

M. CAULLERY.

119. VERRILL, A. E. *Remarkable development of Starfishes on the Northwest American Coast ; Hybridism ; Multiplicity of rays ; Teratology ; Problems in Evolution ; geographical distribution.* (Développement remarquable des Etoiles de mer sur la côte nord-ouest de l'Amérique, hybridation, multiplicité des bras, tératologie, problèmes relatifs à l'évolution,

distribution géographique). *American Naturalist*, t. 43, 1909 (542-556).

La côte nord-ouest de l'Amérique est d'une richesse incomparable en Etoiles de mer, notamment dans la région comprise entre Puget Sound et l'Alaska. D'après V. il faudrait en attribuer la cause à une grande uniformité de température.

Des croisements paraissent s'opérer assez fréquemment entre espèces différentes. Certaines formes représenteraient probablement des hybrides d'*Asterias epichlora* avec *A. hexactis*; d'autres, des hybrides d'*Asterias epichlora* avec *Pisaster ochraceus*.

V. a été frappé des variations très grandes dans le nombre des bras. Le chiffre normal, cinq, est donc loin d'être constant. C'est ainsi qu'*Asterias polaris* présente six bras, tandis que *Stephanasterias albula* en possède de six à neuf doués de la faculté d'autotomie. Il convient aussi de citer le remarquable genre *Pycnopodia*, dont l'unique espèce, *P. helianthoides*, est munie, à l'état adulte de 20 à 24 bras. Au début elle n'a que cinq ou six bras. Les autres font ensuite leur apparition par paires successives et symétriques, produites par bourgeonnement.

Il est en outre des variations qui sont du domaine de la térotologie (bras bifurqués, bras surnuméraires naissant de la face dorsale, etc.). V. considère également comme térotologique une forme de *Ctenodiscus crispatus*, munie seulement de quatre bras, et qu'il a fréquemment rencontrée.

L'auteur essaie d'interpréter la signification de la variation dans le nombre des bras. Dès l'époque ordovicienne, les Echinodermes avaient atteint un haut degré de perfection. Les Etoiles de mer et les Oursins étaient alors régulièrement construits sur le type 5. Provenant du dévonien, on connaît plusieurs genres d'Astéries possédant plus de cinq bras. A quelques rares exceptions près, le type 5 redevient constant pendant la durée des temps secondaires et tertiaires. Puis, les variations reparaissent et sont fréquentes à l'époque actuelle. Certaines d'entre elles sont même complètement fixées : c'est ainsi que l'*Ophioglypha hexactis* est régulièrement construit sur le type 6.

Pour V., il est probable qu'au type 5 correspondent certains avantages, sinon ce type ne serait pas demeuré si constant à travers les âges. D'un autre côté, il paraît non moins probable que le fait d'avoir un nombre de bras supérieur à cinq place, pour ainsi dire, certaines Etoiles de mer dans des conditions plus avantageuses, en multipliant le nombre des pieds, ce qui permettrait à l'animal de maintenir plus énergiquement les proies qu'il capture et d'adhérer plus fortement aux parois sur lesquelles il doit se déplacer. Ces variations dans le nombre des bras seraient de véritables « sports » qui auraient persisté grâce à l'hérédité et à la sélection naturelle. L'auteur termine par quelques considérations sur la répartition géographique.

EDM. BORDAGE.

120. TRINCHIERI, G. Fasciation et « Pseudo-fasciation », traduit de l'italien par G. RENAUNET. *Publications de la Société des Naturalistes Luxembourgeois*, 1910 (15 p.).

L'*Euphorbia procumbens* D. C. porte d'ordinaire au ras du sol des rameaux à peu près cylindriques, arrondis, ramifiés et subdivisés ainsi en un buisson

dont les sommets seuls sont couverts de touffes de feuilles. Un exemplaire du Jardin botanique de Catane qui n'y a point encore réussi à mûrir ses fruits présentait une pousse large aplatie, puis étalée en éventail avec phyllotaxie modifiée, en fait, une véritable « fascie ». Des monstruosité d'aspect analogue d'*Opuntia Tuna* et *Opuntia vulgaris* où la phyllotaxie n'est pas altérée, mais présentant seulement un groupement irrégulier des faisceaux vasculaires doivent être regardées comme formant une étape vers la fasciation et sont désignées par l'auteur sous le nom de « pseudo-fasciation ».

L. BLARINGHEM.

121. HARSBERGER, J. W., **Vivipary in *Tillandsia tenuifolia* L.**
Botan. Gaz., t. 49, 1910 (1 p.).

Cette espèce qui se reproduit d'ordinaire par graines est représentée dans les serres de l'Université de Pennsylvanie, par trois ou quatre plantes qui dans tous les cas montrent la germination des graines à l'intérieur des capsules, qui croissent et tombent déjà pourvues de racines.

L. BLARINGHEM.

122. HILDEBRAND, FR. **Ueber Bildungsabweichungen bei Blüten einiger Knollenbegonien.** *Beihefte zum Bot. Centralb.*, t. 25, 1909, I (81-114, 3 planches).

L'examen de quelques Begonias tubéreux pendant plusieurs années (1905-1908) a permis à H. de constater un très grand nombre de fleurs à organes mâles et femelles, alors que les sexes y sont d'ordinaire séparés ; des séries de termes de passage entre les étamines et les carpelles sont dessinés. Les fleurs sont d'abord mâles, puis femelles, puis, lorsque les plantes sont âgées, on observe les cas transitoires. Pour une plante n° 4 ayant une tendance à la duplication, les fleurs mâles étaient à peine doubles alors que les fleurs femelles montraient une duplication très accentuée.

L. BLARINGHEM.

123. COUTIÈRE, H. **Sur les crevettes du genre *Saron* à mâles dimorphes.** Paris, *C. R. Acad. Sci.*, t. 150, 1910 (1263-1265).

Les *Hippolytidae* indo-pacifiques, *Saron marmoratus* et *S. gibberosus* sont une seule et même espèce ; la seconde forme étant constituée par des mâles à maxillipèdes et premier périopode hypertrophiés (longueur \times 2,5 ; poids \times 10 ; on trouve des intermédiaires avec *S. m.*). *S. neglectus* de Man présente un dimorphisme du même ordre. COUTIÈRE note une connexité entre le grand développement des appendices (*S. g.*) et la réduction du testicule. Le gigantisme des appendices freiné par l'activité sexuelle serait un caractère de sénilité. Il émet l'hypothèse que l'état des *Saron* explique peut-être la façon dont se sont différenciés les *Alpheidae*.

M. CAULLERY.

124. STROHL, J. **Le poids relatif du cœur et l'effet des grandes altitudes. Étude comparative sur deux espèces de**

Lagopèdes habitant l'une les Hautes-Alpes, l'autre les plaines de Laponie. (Paris, *C. R. Acad. Sci.*, t. 150, 1910 (1257-1259)).

L'espèce alpine (*Lagopus alpinus*) et l'espèce lapone (*L. lagopus*) sont extrêmement voisines; les échantillons de la première ont été tués entre 2 et 3.000 mètres, ceux de la seconde vivaient à 600 mètres. Le poids du cœur (ou de ses parties) a été mesurée avec des précautions spéciales. Il est de 11,8 pour 1000 (poids total de l'animal) dans la forme de plaine, de 16,30 pour la forme des Hautes-Alpes, chez laquelle il y a, par suite, *hypertrophie fonctionnelle* du cœur; l'hypertrophie est surtout marquée par le ventricule droit. [Cf. GROBER (1907 et 1908) dans la comparaison d'animaux sauvages et domestiques; lièvres, canards]. L'auteur rapporte les *variations du ventricule droit à l'effet mécanique de la diminution de la pression barométrique*, entraînant une stagnation du sang dans les capillaires pulmonaires et par suite un excès de travail du ventricule droit; il la considère comme acquise par sélection naturelle et transmise par hérédité (elle existe déjà chez le jeune de *L. alpinus* qui ne présente pas encore la variation de poids du cœur total). — Un mémoire détaillé doit paraître dans *Zoologische Jahrbücher, Physiol. Abtheil.*, t. 1).

M. GAULLERY.

125. **MATHENY, W. A. Effect of alcohol on the life cycle of Paramœcium.** (Effet de l'alcool sur le cycle évolutif des Paramécies). *Journ. of exper. Zool.*, t. 8, 1910 (192-205 1 fig.).

Expériences de contrôle des résultats de CALKINS et LIEB et de WOODRUF sur le même sujet. G. et L. avaient trouvé, en particulier, que l'alcool à dose moyenne (alcool à $\frac{1}{1000}$ 3 parties dans 2 parties d'infusion de paille) a une action stimulante, maintenant l'activité des divisions des P., même dans les périodes de dépression. M. n'a pas observé d'action spécifique de l'alcool.

A faible dose (2 % au moins) il n'y a pas d'effet; à dose moyenne (3 %) la vitalité générale est affaiblie. A dose plus forte les divisions se ralentissent et finalement les infusoires meurent.

M. GAULLERY.

126. **HARSHBERGER, J. W. I. The Vegetation of the Salt Marshes and of the Salt and fresh Water ponds of Northern Coastal of New Jersey.** *Proceed. of the Ac. Nat. Sc. of Philadelphia*, 1909 (373-400).
127. **II. The plant formations of the Nockamixon Rocks, Pennsylvania.** *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, t. 36, 1909 (651-673).
128. **III. The comparative Leaf Structure of the Strand plants of New Jersey.** *Proc. of the Amer. philos. Society*, t. 48, 1909 (72-89) avec 4 planches.

Mémoires destinés à l'exposé rationnel de la flore de la côte septentrionale de l'Amérique, de l'île New-Jersey ou des rochers abrupts dominant la rivière Delaware en Pennsylvanie, ayant ce caractère particulier de mettre en évidence avec clarté le processus de déplacement progressif des stations avec le changement des conditions de milieu. A ce point de vue, le premier mémoire cité montre la substitution des types à mesure que l'on s'avance des terrains salés vers les zones irriguées d'eau douce. L'étude anatomique d'une vingtaine de plantes des zones sableuses de New-Jersey et de 11 espèces qui peuvent être considérées comme typiques des terrains salés montre des adaptations particulières par le développement des poils et la variation des stomates.

L. BLARINGHEM.

129. HARSHBERGER, J. W. Action of chemical solutions on Bud Development: An experimental study of acclimatization. *Proceed. of t. Acad. Nat. Sc. of Philadelphia*, 1909 (57-110).

L'auteur se demande si les phénomènes de végétation, en particulier l'épanouissement des bourgeons qui a lieu à une époque définie en un lieu donné pour chaque espèce, sont réglés par l'hérédité ou par l'action directe du climat. Il place des branches de divers arbres et arbustes (*Liriodendron*, *Quercus*, *Populus*, *Tilia*, etc...) dans des bocaux renfermant des solutions d'acides chromique, picrique, chlorhydrique, d'eau mentholée, de solutions de sels divers à différentes concentrations et constate des excitations stimulatrices en plusieurs cas. De plus, il y a des variations selon les points où ont été récoltés les rameaux de la même espèce et ceci montre qu'on peut tirer parti de ces études pour acquérir des renseignements sur les possibilités d'acclimation des espèces.

L. BLARINGHEM.

130. MONTEMARTINI, L. Sulla nutrizione e riproduzione nelle piante, I et II. *Atti dell' Istituto Botanico d. R. Univ. di Pavia*, 2^{me} Sér., t. 14, 1910 (64 p. 8 planches).

Deux chapitres d'une étude très importante de la physiologie de la reproduction traitant, après une introduction bibliographique, de l'alimentation minérale des plantes en rapport avec la formation des organes végétatifs et des organes reproducteurs. Ces recherches sont nettement inspirées des travaux de KLEBS sur le déterminisme de la sexualité et laissent entrevoir les processus par lesquels on peut modifier les changements chimiques correspondant au passage de la croissance végétative à la production des fleurs. Les planches représentent différents états de la même espèce (*Torenia Fournieri*, ou *Solanum nigrum* ou *Zea Mays*) soumise à divers traitements ayant modifié leur nutrition minérale.

L. BLARINGHEM.

131. GRADMANN, ROBERT. Der Getreidebau im deutschen und römischen Altertum. (La culture des céréales dans l'antiquité allemande et romaine). 1 vol. (111 p.), Iena, Hermann Costenoble, 1909.

Exposé très résumé des connaissances acquises dans ces dernières années sur l'origine et la culture ancienne de l'Orge et du Millet (*Panicum miliaceum* L.), de l'Avoine et du Seigle, du Blé proprement dit et des formes voisines, Épeautre, Amidonnier, Engrain. L'étude concernant la culture et l'extension de l'Épeautre en Allemagne dans l'antiquité et au Moyen-âge est particulièrement bien documentée. G. termine son mémoire par un exposé des rapports entre la grande culture et l'horticulture.

I. BLARINGHEM.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE

132. HOGUE, Mary, J. Ueber die Wirkung der Centrifugalkraft auf die Eier von *Ascaris megalocephala*. (Action de la force centrifuge sur les œufs d'*A. m.*). *Arch. Entw. Mechanik*, t. 29, 1910 (109-145, 42 fig.).

Par la centrifugation, les matériaux s'ordonnent en couches d'une façon bien plus nette dans les œufs mûrs que dans les œufs non mûrs ; la fin de la maturation doit donc s'accompagner de modifications notables dans le protoplasme de l'œuf. Jusqu'à des vitesses de 2.000 tours par minute, cette stratification n'entraîne aucun déplacement dans l'orientation du premier fuseau de segmentation ; les matériaux de l'œuf sont répartis de toutes les manières possibles entre les deux blastomères. On doit donc penser qu'il y a dans l'œuf une polarité indépendante des inclusions diverses, un axe protoplasmique suivant lequel s'oriente le fuseau. A 3.800 tours les œufs sont en outre aplatis, et si la centrifugation persiste pendant la division, celle-ci a toujours lieu perpendiculairement à la stratification ; le fuseau est dévié de la position normale et se place dans le plan d'aplatissement. L'inégale répartition des éléments centrifugeables n'a pas d'influence sur le développement ultérieur. Si, en moyenne, le blastomère le plus riche en vitellus est celui qui devient le plus fréquemment le blastomère végétatif, les cas ne sont pas rares cependant où c'est un blastomère complètement dépourvu de vitellus. Parmi les œufs fortement centrifugés pendant leur première mitose, on en observe toujours un certain nombre — sans doute ceux pour lesquels l'axe protoplasmique s'est trouvé en direction normale — qui éliminent, du côté opposé à l'axe de rotation, une boule protoplasmique formée des granules les plus denses ; ces œufs finissent presque toujours par avorter ; mais le développement qui débute est remarquable par un rôle absolument symétrique des deux blastomères : aussi bien dans l'agencement géométrique qui remplace le stade en T que dans le processus de diminution chromatique : les blastomères se comportent tous deux comme végétatifs et il y a deux lignées germinales.

CH. PÉREZ.

133. BATAILLON, E. L'embryogénèse complète chez les Amphibiens par piqûre de l'œuf vierge ; larves parthénogénésiques de *Rana fusca*. *Paris, C. R. Acad. Sc.*, t. 150, 1910 (996-998).

Par ses observations antérieures, sur l'inertie des têtes spermatiques de *Triton alpestris* engagées dans les œufs de *Bufo calamita* (V. Bibl. evol.

n° 70), B. a été amené à pratiquer sur des œufs vierges de simples piqûres mécaniques. Des œufs de *R. fusca*, prélevés de façon à éviter toute intervention accidentelle de spermatozoïdes, sont piqués rapidement, en un point excentrique de l'hémisphère noir, par un court stylet de verre, de manganine ou de platine. Comme les témoins fécondés, ces œufs piqués effectuent uniformément leur rotation en 45 minutes ; au bout de 4 heures à 15° C. la segmentation débute et pour beaucoup d'entre eux, 1/5 au moins dans certaines expériences, elle est d'une régularité impressionnante. Les essais antérieurs de parthénogénèse artificielle par les solutions, par la chaleur ou par le froid n'avaient jamais donné rien de comparable. Il peut y avoir, à tous les stades, arrêt de développement pour un certain nombre des œufs ; la gastrulation débute sur plus de $\frac{1}{10}$; beaucoup ne franchissent pas le stade du bouchon d'Ecker ; d'autres périssent au stade des bourrelets médullaires ; mais en définitive, et bien qu'une part importante des embryons aient été sacrifiés, il y a eu 1 à 2% d'éclosions à peu près normales et obtention d'une douzaine de larves libres. Ce rendement serait sans doute susceptible d'être amélioré. Dans ce développement parthénogénétique, réaction de l'œuf vierge à une excitation mécanique, il semble bien que l'œuf n'a pu recevoir directement du milieu, ni un catalyseur, ni un matériel chimique, ni une polarité quelconque.

CH. PÉREZ.

134. ASSHETON, R. The geometrical relation of the nuclei in an invaginating gastrula (e. g. *Amphioxus*) considered in connection with cell rythm, and Driesch's conception of Entelechy. (Relations géométriques des noyaux dans une gastrula en voie d'invagination, et la notion de l'entéléchie de Driesch.). *Arch. Entw. Mechanik*, t. 29, 1910 (46-78, 9 fig.).

L'entéléchie de DRIESCH paraît à A. une notion quelque peu mystique ; elle ne saurait être la force même qui détermine l'évolution. Et A. croit pouvoir expliquer par un déterminisme plus immédiatement accessible certains processus évolutifs, ainsi la gastrulation. Il paraît y avoir dans la vie cellulaire un rythme faisant alterner l'état bipolaire (division) avec l'état unipolaire (repos) ; on peut admettre qu'à cette dernière phase les cellules, considérées chacune comme un tout, exercent entre elles des attractions mutuelles, et que le centre de ces forces coïncide non point avec le centre géométrique, mais avec le noyau ou plutôt même le centrosome. Si, dans une blastula, les cellules d'une calotte présentent leurs centres plus rapprochés de la surface externe, les conditions mécaniques des attractions cellulaires suffisent à expliquer l'invagination de cette calotte dans l'autre. Le fait peut être réalisé dans un plan avec un chapelet annulaire de boules de caoutchouc, enfilées asymétriquement dans un cordon de même matière. Or, dans une blastula d'*Amphioxus*, la situation des noyaux endodermiques est précisément celle que la théorie assigne aux centres d'attraction. D'une manière analogue s'explique aussi la gastrulation chez les Anoures. Dans un cas comme dans l'autre la gastrulation est le résultat nécessaire de la segmentation de l'œuf (processus de protogénèse). L'allongement en longueur à son tour (deutérogénèse) est le résultat nécessaire de la gastrulation par invagination ; il n'y a lieu d'imaginer, pour l'expliquer, l'existence d'aucun « déterminant » spécial.

CH. PÉREZ.

135. HIMMELBAUR, W. Eine Blütenmorphologische und embryologische studie über *Datisca Cannabina* L. *Sitzungsber. d. K. Ak. der. Wiss. in Wien, Math. Naturw. Klasse*, t. 118, 1909 (23 p., 1 pl.).

Après une étude descriptive des grappes florales et des fleurs à sexes séparés du *Datisca Cannabina* L., l'auteur pose la question de la parthénogénèse de cette espèce, supposée par WILBRAND, TREVIRANUS, FRESSENIUS, ODELL. Ses propres recherches tant expérimentales que cytologiques l'amènent à conclure que cette espèce n'est pas parthénogénétique, mais seulement parthénocarpique, les graines des fleurs isolées par des sacs de papier étaient vides, sans embryons.

L. BLARINGHEM.

CYTOLOGIE GÉNÉRALE, FÉCONDATION, ETC.

136. STEVENS, N. M. The chromosomes in the germcells of *Culex*. (Les Chromosomes des cellules germinales de *Culex*). *Journ. Exper. Zoöl.*, t. 8, 1910 (207-225; 52 figures).

6 chromosomes chez *Culex* dans les oogonies et spermatogonies; 3 dans les spermatocytes; — on peut distinguer une petite paire d'hétérochromosomes inégaux, adjoints à une paire de chromosomes plus grands et égaux. Il se produit un synapsis à chaque génération de cellules germinales; les chromosomes paternels et maternels s'accouplent à la télophase et restent associés jusqu'à la métaphase suivante.

M. GAULLERY.

137. STEVENS, N. M. An unequal pair of heterochromosomes in *Forficula*. (Une paire d'hétérochromosomes inégaux chez *F.*) *Journ. Exper. Zoöl.*, t. 8, 1910 (227-241, 48 fig.).

24 chromosomes dans les spermatogonies, 12 dans les spermatocytes (1^{res}, 2^{es}). Une paire d'hétérochromosomes inégaux dans les spermatocytes de 1^{er} ordre; les spermatocytes de 2^e ordre et les spermatozoïdes sont dimorphes.

M. GAULLERY.

138. SCHLEIP, W. Die Reifung des Eies von *Rhodites rosae* L. und einige allgemeine Bemerkungen über die Chromosomen bei parthenogenetischer Fortpflanzung. (La maturation de l'œuf de *R. r.* et remarques générales sur les chromosomes dans le développement parthénogénétique). *Zool. Anzeig.*, t. 35, 1909 (203-213).

S. a repris les recherches de HENKING sur les œufs parthénogénétiques de *Rhodites rosae*, qui émettent 2 globules polaires et où, d'après H., il y aurait doublement du nombre des chromosomes lors de la segmentation pour compenser la réduction maturative. S. trouve 12 chromosomes dans les deux

divisions maturatives. Il n'y a donc pas de réduction chromatique à ce moment (d'accord avec H.), mais au lieu du doublement annoncé par H. lors de la segmentation, S. trouve, au contraire, toujours 12 chromosomes dans les cinèses de la segmentation et ensuite dans les plaques équatoriales des noyaux du blastoderme seulement 6 chromosomes (ayant peut-être une valeur double). — En passant en revue les diverses données connues, S. arrive à la conclusion que : 1° les œufs obligatoirement parthénogénétiques ne subissent jamais de réduction chromatique, qu'ils expulsent un ou deux globules polaires ; 2° les œufs facultativement parthénogénétiques subissent la réduction chromatique et donnent des mâles offrant le nombre de chromosomes réduit, mais chez lesquels il ne se produit pas de réduction chromatique lors de la spermatogénèse.

M. CAULLERY.

139. DONCASTER, LÉONARD. **Gametogenesis of the gall Fly, *Neuroterus lenticularis* (*Spathogaster baccharum*) Part. I.** (Gaméto-génèse d'un Cynipide *N. l.*) *Proc. Roy. Soc. London*, (Sér. B.), t. 82, 1910 (pp. 88-113, pl. 1-3).

D. a étudié la gaméto-génèse chez ce Cynipide du Chêne, dans la génération parthénogénétique de printemps (*Neuroterus lenticularis*) et dans la génération bisexuée d'été (*Spathogaster baccharum*). L'étude de la descendance d'individus isolés de *Neur. l.* le conduit à conclure qu'une femelle de cette génération donne des produits tous du même sexe ♂ ou ♀. — Les mitoses somatiques, dans la génération d'été (*Spath. b.*) offrent 20 chromosomes ; les spermatogonies en ont 10 ; l'une des divisions des spermatocytes est abortive et réduite à l'expulsion d'un centrosome et d'une petite quantité de cytoplasme (cf. Abeille, Guêpe, MÈVES, MARK et COPELAND). Chaque spermato-cyte ne donne donc que deux spermatozoïdes où entrent 10 chromosomes, et qui en outre diffèrent entre eux. Les œufs de *Spath. b.* subissent deux divisions maturatives (les globules polaires sont représentés par trois groupes de chromosomes qui restent dans l'œuf et y dégèrent), et gardent finalement 10 chromosomes qui se joignent aux 10 chromosomes du spermatozoïde. La maturation de l'œuf de *Neur. l.* n'a pu être complètement suivie ; D. y a vu tantôt 0, tantôt 1 globule polaire, et dans les mitoses de la segmentation, tantôt 20, tantôt 10 chromosomes ; il pense que le premier cas correspond à des embryons ♀, le second à des embryons ♂, ce qui cadrerait avec les faits de la gaméto-génèse de *Spath. b.* D. discute ensuite le déterminisme du sexe chez *Spath. b.* Il y a d'après lui deux catégories de spermatozoïdes, dont l'une a le déterminant ♂, l'autre étant indifférente ⊙. La fécondation donne alors les combinaisons ♂ ♀ (qui donne des ♂) et ⊙ ♀ (qui donne des ♀). Il compare alors ces hypothèses et résultats à ce qu'il a lui-même vu chez *Abras grossulariata* (*Evol. committee*, Rep. IV, 1908) aux cas des Abeilles, Guêpes, Phylloxeras (MORGAN, v. *Bibl. Evol.*, n° 66) et Puceions (VON BAHR, *Bibl. Evol.*, n° 67).

M. CAULLERY.

140. JÖRGENSEN, MAX. **Beiträge zur kenntniss der Eibildung, Reifung, Befruchtung und Furchung bei Schwämmen (Syconen).** (Ovogénèse, maturation, fécondation et segmentation

chez les Éponges (Sycon). *Arch. für Zellforsch.*, t. 4, 1910 (163-242, pl. XI-XV).

Étude très complète de la série de ces phases. Relevons seulement les points suivants : au cours de l'ovogénèse, expulsion de chromidies dans le cytoplasme ovulaire. L'ovule absorbe de petites cellules dont il se nourrit, les divisions nucléaires des ovogonies et les divisions de maturation montrent 8 tétrades ; la réduction a donc eu lieu avant les divisions de maturation. Les pronucléi et les noyaux de segmentation se reconstituent tantôt sous forme de noyaux entiers, tantôt sous forme de plusieurs vésicules partielles (Karyomérites) pour chaque noyau, processus que J. considère comme lié à la place inférieure des Éponges dans la série des Métazoaires. [Phénomènes du même ordre observés notamment chez les Trématodes (GOLDSCHMIDT) et chez les Orthonectides (CAULLERY et LAVALLÉE)].

M. CAULLERY.

141. MAZIARSKI, STANISLAS. **Sur les changements morphologiques de la structure nucléaire dans les cellules glandulaires.** *Arch. für Zellforschung*, t. 4, 1910 (pp. 443-601, pl. 24-27),

Recherches faites sur les cellules épithéliales des diverticules hépatiques des Isopodes marins. Le noyau contribue activement à la sécrétion élaborée par ces cellules, grâce à des éliminations de chromatine dans le cytoplasme. Le caryoplasme ne diffère du cytoplasme que par la présence de la nucléine ; le noyau n'est pas un organe spécial de la cellule mais seulement un territoire du protoplasme dans lequel se dépose la chromatine (nucléine).

M. CAULLERY.

142. STOLC, ANT. **Ueber kernlose Individuen und kernlose Teile von *Amœba proteus*. Ein Beitrag zur Erforschung der plasmatischen und nucleären Tätigkeit.** (Individus et fragments non nucléés d'*A. p.* Rôle du protoplasme et du noyau). *Arch. Entw. Mechanik*, t. 29, 1910 (152-168, pl. 4-5).

Les individus ou fragments non nucléés d'*Amœba proteus* présentent, tout aussi bien que les portions nucléées, une sensibilité se manifestant par des réactions motrices déterminées, un fonctionnement normal des vacuoles pulsatiles, une absorption et une digestion de la nourriture. Mais il y a incapacité d'assimilation, c'est-à-dire de construction synthétique de substance vivante ; celle-ci exige le noyau.

CH. PÉREZ.

143. DERSCHAU, M. V. **Zur Frage eines Macronucleus der Pflanzenzelle.** (Un macronucleus dans la cellule végétale?). *Arch. für Zellforsch.*, t. 4, 1910 (254-264).

Les pyrénoides et chloroplastes sont, par leur origine, des masses chromatiques émigrées du noyau et jouent d'après D. un rôle comparable au macronucleus ou aux chromidies des cellules animales à fonctionnement intense, rôle qui autorise, d'après l'auteur, à envisager au point de vue physiologique un dualisme nucléaire de la cellule végétale.

M. CAULLERY.

RÉGÉNÉRATION

144. MORGULIS, SERGIUS. Contributions to the physiology of regeneration. I. Expériences on *Podarke obscura* (Contribution à la physiologie de la régénération). *Journ. exper. Zoöl.* t. 7, 1909 (595-642).

M. n'a pu constater que la régénération de la région postérieure, jamais celle d'une tête. Cette régénération est d'autant plus rapide que la section est plus voisine de l'extrémité postérieure. — Une seconde opération sur le même ver est suivie d'une nouvelle régénération, mais beaucoup plus lente. — La nutrition favorise, le jeûne entrave la régénération. — Étude de l'action de l'alcool, du sulfate d'atropine, de la digitaline, du sulfate de strychnine, du chlorhydrate de pilocarpine, de $MgCl_2$, etc. sur la régénération.

M. GAULLERY.

145. GOLDFARB, A. J. The influence of the nervous system in regeneration. (Influence du système nerveux sur la régénération). *Journ. exper. Zoöl.*, t. 7, 1909 (643-722, 23 fig.).

G. s'est attaché à apporter la preuve formelle (par observations de réflexes et surtout par étude histologique de pièces), qu'il avait préalablement détruit toutes les connexions nerveuses sensorielles ou motrices, dans les régions qu'il amputait et dont il a ensuite obtenu la régénération. Celle-ci est donc survenue indépendamment de toute action nerveuse, conformément aux conclusions de SCHAPER, RUBIN, GOLDSTEIN, HARRISON, WINTREBERT, etc. Ses expériences ont porté :

1° Sur les pattes et la queue de *Diemyctilus viridescens*. Les pattes se sont régénérées, dans les conditions sus-énoncées, avec leur différenciation complète. Pour la queue, la régénération n'a lieu que si la moelle, préalablement détruite sur une grande longueur ($5 \frac{m}{m}$ au moins), a pu se régénérer elle-même jusqu'à la surface d'amputation ; mais la régénération se fait en dehors de toute action nerveuse sensorielle ou motrice.

2° Sur le têtard de grenouille. G. n'a pas pu prouver aussi nettement l'élimination préalable de toute connexion nerveuse.

3° Sur des vers de terre. Régénération de la région céphalique après destruction complète de la chaîne nerveuse dans les premiers segments du tronçon. 50 % des opérés régénèrent une tête et plus rapidement que des témoins où la chaîne nerveuse a été respectée.

4° Sur des bras d'*Asterias glacialis* et sur des planaires (*Dendrocoelum lacteum*, etc...).

M. GAULLERY.

PUBLICATIONS
DE LA
STATION ZOOLOGIQUE DE WIMEREUX

I.

BULLETIN SCIENTIFIQUE DE LA FRANCE
ET DE LA BELGIQUE

II.

TRAVAUX DU LABORATOIRE

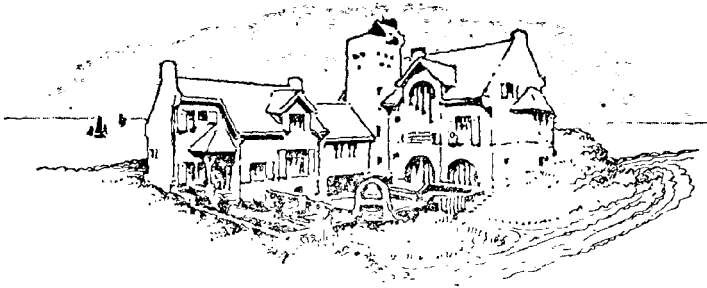
- I. JULES BARROIS, Recherches sur l'embryologie des Bryozoaires, *in-4°*, 305 pages, 16 planches colorées et noires (1877) 30 fr.
- II. PAUL HALIEZ, Contributions à l'histoire naturelle des Turbellariés, *in-4°*, 213 pages, 11 planches (1879). 30 fr.
- III. ROMAIN MONIEZ, Essai monographique sur les Cysticerques, *in-4°*, 190 pages, 3 planches (1880)..... 10 fr.
- IV. ROMAIN MONIEZ, Mémoires sur les Cestodes, *in-4°*, 238 pages, 12 planches (1881)..... 20 fr.
- V. A. GIARD et J. BONNIER, Contributions à l'Étude des Bopyriens, *in-4°*, 272 pages, 10 planches dont 6 colorées, et 26 fig. dans le texte (1887)..... 40 fr.
- VI. EUGÈNE CANU, Les Copépodes du Boulonnais, *in-4°*, 354 pages, 30 planches dont 8 colorées, et 20 fig. dans le texte (1892) ÉPUISÉ
- VII. MISCELLANÉES BIOLOGIQUES dédiées au professeur ALFRED GIARD à l'occasion du 25^e anniversaire de la fondation de la Station zoologique de Wimereux (1874-1899) *in-4°*, 636 pages, 33 planches et 30 fig. dans le texte (1899)..... 50 fr.
- VIII. JULES BONNIER, Contribution à l'étude des Epicarides, les Bopyridæ, *in-4°*, 478 pages, 41 planches et 62 fig. dans le texte (1900)..... 50 fr.

Dépositaires des Publications du Laboratoire de Wimereux

Paris, PAUL KLINCKSIECK, 3, rue Corneille ;
Berlin, FRIEDLÄNDER & SOHN, N.-W., 11, Carlstrasse ;
Londres, DULAU & C^o, 37, Soho-Square.

SOMMAIRE

	pages.
C. PICADO, T. — Documents sur le Mimétisme recueillis en Costa-Rica, avec Pl. IV et 9 figures dans le texte.	89
A. GUILLIERMOND. — La sexualité chez les Cham- pignons avec 41 figures dans le texte. . .	109
Bibliographia evolutionis. — I.	33 à 64



Lille imp. L. Danei