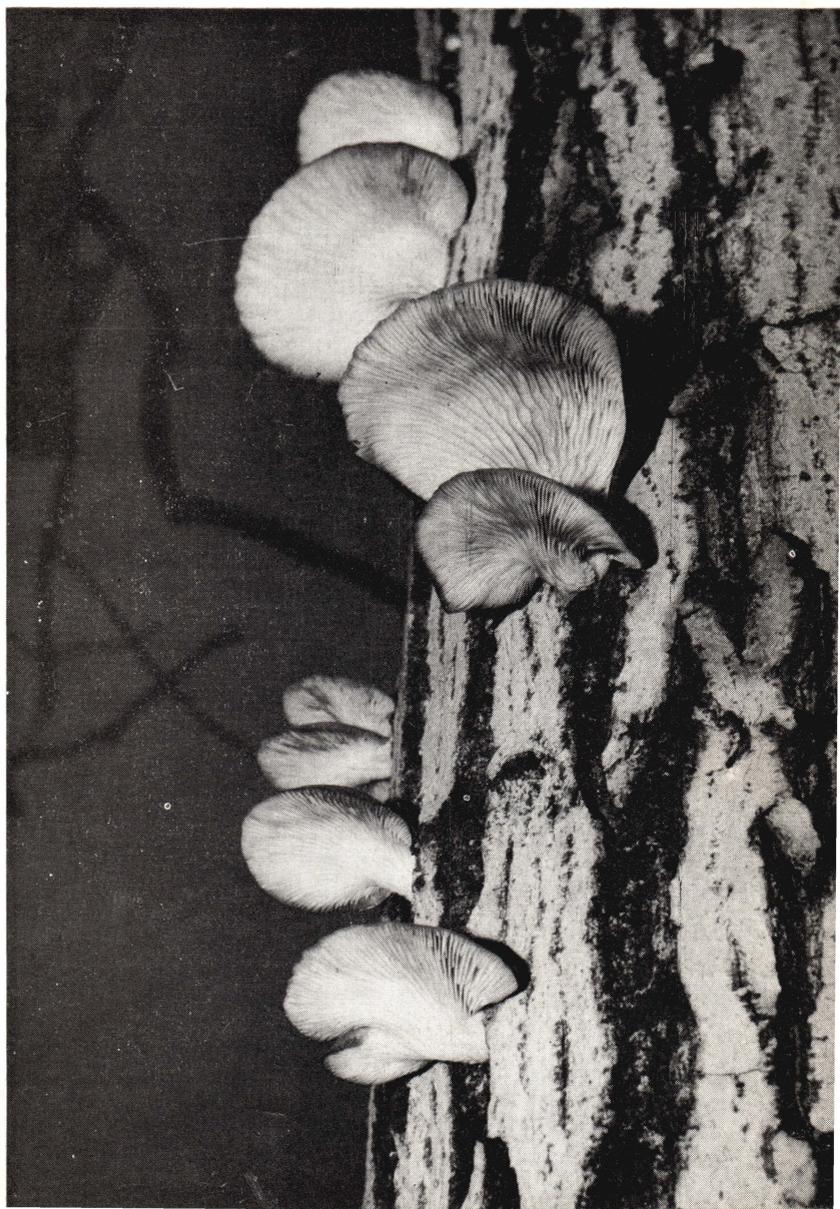


Les naturalistes belges

50_8
octobre
1969

Publication mensuelle
publiée
avec le concours
du Ministère de
l'Éducation nationale
et de la Fondation
universitaire



LES NATURALISTES BELGES

Association sans but lucratif, 65, av. J. Dubrucq, Bruxelles 2.

Conseil d'administration :

Président : M. G. MARLIER, chef de travaux à l'Institut royal des Sciences naturelles.

Vice-présidents : M. H. BRUGE, professeur ; M. J. DUVIGNEAUD, professeur ; M. R. RASMONT, professeur à l'Université de Bruxelles.

Secrétaire et organisateur des excursions : M. L. DELVOSALLE, docteur en médecine, 25, avenue des Mûres, Bruxelles 18. C.C.P. n° 24 02 97.

Trésoriers : M^{lle} P. VAN DEN BREEDE, professeur, et M^{lle} P. DOYEN, chef de travaux à l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique.

Bibliothécaire : M^{lle} M. DE RIDDER, inspectrice.

Rédaction de la Revue : M. C. VANDEN BERGHEN, chargé de cours à l'Université de Louvain, 65, av. Jean Dubrucq, Bruxelles 2.

Section des Jeunes : M. A. QUINTART, assistant à l'Institut royal des Sciences naturelles.

Protection de la Nature : M^{me} L. et M. P. SIMON.

Section des Jeunes : M. A. QUINTART, Institut royal des Sciences naturelles, 31, rue Vautier, Bruxelles 4. Les membres de la Section sont des élèves des enseignements moyen, technique ou normal ou sont des jeunes gens âgés de 15 à 18 ans. Les Juniors (cotisation : 50 F) reçoivent un ou deux numéros de la Revue. Les Étudiants (cotisation : 125 F) reçoivent la série complète. Tous participent aux activités de la Section.

Secrétariat et adresse pour la correspondance : M. Pierre VAN GANSEN, 20, av. De Roovere, Bruxelles 8, Tél. 23.23.40.

Local et bibliothèque, 31, rue Vautier, Bruxelles 4. — La bibliothèque est ouverte les deuxième et quatrième mercredi du mois, de 14 à 16 h ; les membres sont priés d'être porteurs de leur carte de membre. — Bibliothécaire : M^{lle} M. DE RIDDER.

Cotisations des membres de l'Association pour 1969 (C.C.P. 2822.28 des Naturalistes Belges, 20, avenue De Roovere, Bruxelles 8) :

Avec le service de la Revue :

Belgique :

Adultes 175 F

Étudiants (ens. supérieur, moyen et normal), non rétribués ni subventionnés, âgés au max. de 26 ans 125 F

Allemagne fédérale, France, Italie, Luxembourg, Pays-Bas 175 F

Autres pays 200 F

Avec le service de 1 ou 2 numéros de la Revue : Juniors (enseignements moyen et normal) 50 F

Sans le service de la Revue : tous pays : personnes appartenant à la famille d'un membre adulte recevant la Revue et domiciliées sous son toit 25 F

Notes. — Les étudiants et les juniors sont priés de préciser l'établissement fréquenté, l'année d'études et leur âge.

Tout membre peut s'inscrire à notre section de mycologie ; il suffit de le mentionner sur le coupon de versement. S'il s'inscrit *pour la première fois*, il doit en aviser le secrétaire de la section, afin d'être informé des activités du *Cercle de mycologie*. Écrire à M^{me} Y. GIRARD, 34, rue du Berceau, Bruxelles 4.

Pour les versements : C.C.P. n° 2822.28 Les Naturalistes belges
20, av. De Roovere, Bruxelles 8.

LES NATURALISTES BELGES

SOMMAIRE

LECLERCQ (J.), LAMBINON (J.) et JEUNIAUX (C.). Pour une théorie de la protection scientifique des sites naturels	433
VANSEVEREN (N.) et FRESON (R.). La multiplication des Orchidées par la méthode de culture <i>in vitro</i> des méristèmes de tige	444
RASSEL (A.). La cellule normale et pathologique	461
<i>Bibliothèque</i>	479

Pour une théorie de la protection scientifique des sites naturels

par Jean LECLERCQ, Jacques LAMBINON et Charles JEUNIAUX ⁽¹⁾

Qu'est-ce qu'un site naturel?

Un site naturel, dans un pays comme la Belgique, c'est un territoire de surface relativement petite dans lequel les naturalistes — botanistes, zoologistes ou géologues — ont trouvé un certain nombre de curiosités scientifiques : espèces peu fréquentes ou effets géologiques spécialement instructifs ; c'est aussi un territoire au niveau duquel certains phénomènes biologiques peuvent être observés, étudiés ou montrés de façon particulièrement claire et suggestive.

Nous n'appelons donc pas « sites » et ne considérerons pas ici des espaces beaucoup plus vastes, comme l'ensemble des Hautes Fagnes, pour lesquels il vaut mieux employer l'expression « parc national » dans son sens habituel. Nous ne nous occuperons pas davantage

(1) Sous l'impulsion de feu le Professeur Omer TULIPPE, la Commission de Protection de la Nature de l'APIAW avait entrepris l'étude d'une série de problèmes fondamentaux concernant l'élaboration d'une doctrine cohérente en matière de protection et de conservation de la nature et des sites, tant du point de vue scientifique que du point de vue esthétique et architectural. Le présent travail, qui constitue le n° 15 des publications de la Commission de Protection de la Nature de l'APIAW, aurait sûrement été, pour le Professeur TULIPPE, un instrument de travail dont il aurait fait le meilleur usage. Son décès inopiné ne lui en aura pas laissé le temps. C'est en respectueux et affectueux hommage à sa mémoire que les auteurs ont terminé la rédaction de cette note.

des sites géologiques, qui posent sans doute un problème particulier, échappant à notre compétence. On observera toutefois que nos remarques peuvent s'appliquer dans une certaine mesure, avec quelques corrections, aux parcs nationaux et aux sites géologiques, voire à une politique générale des « espaces verts » en Belgique.

Pourquoi une théorie de la protection des sites naturels?

Jusqu'il y a peu, le protecteur de la nature était forcé de lutter contre l'incompréhension des pouvoirs publics et de mener des combats souvent aléatoires pour empêcher la disparition de quelques sites naturels très évidemment caractérisés. Depuis quelques années pourtant, le contexte dans lequel s'inscrit la conservation de la nature s'est profondément modifié : le naturaliste est consulté, son concours est même sollicité par les administrations et les urbanistes. La campagne d'inventaire des sites du pays, menée par le « Survey National », d'abord, l'attention accordée à ces problèmes par beaucoup d'auteurs responsables des « plans de secteurs » en cours d'élaboration ensuite, en sont des illustrations tangibles.

Cette évolution, dont il faut assurément se réjouir, place cependant le biologiste devant des responsabilités largement accrues, non seulement vis-à-vis de ses consultants en matière de protection de la nature, mais plus généralement devant la collectivité.

Aussi avons-nous ressenti la nécessité, au moment où nous sommes confrontés, de près ou de loin, avec de multiples cas d'espèces concernant l'identification et la protection de sites naturels, de pouvoir nous référer à une philosophie générale de cette protection. Des biologistes ont donc pris conscience eux-mêmes de cette nécessité non point d'élaborer une doctrine rigide, mais au moins d'exprimer le résultat de la confrontation d'idées entre zoologistes et botanistes. Une telle base théorique à une politique rationnelle de conservation des sites naturels — voire, avons-nous dit, à une politique générale des « espaces verts » — répond sans doute aussi au souci d'information des aménageurs et des organismes, officiels ou privés, qui ont à gérer des réserves naturelles.

Nos sites naturels sont-ils représentatifs?

On semble le croire sans réserve lorsqu'on les présente comme des témoins du passé, c'est-à-dire comme des lieux qui ont conservé une flore et une faune caractéristiques des paysages belges d'avant les interventions généralisées de l'homme civilisé. La réalité est tout autre.

Dans les pays comme le nôtre, l'homme a progressivement défriché et mis en exploitation à peu près toutes les surfaces sur bon terrain et sur terrain plus ou moins bon, ne laissant intactes que les parties dont il n'était vraiment pas possible de tirer quelque chose. C'est ainsi qu'il ne reste rien de la couverture végétale primitive de l'ancien plateau forestier hesbignon. Quelques bosquets persistant par ci par là ne sont pas des restes significatifs de cette forêt originale : la plupart d'entre eux n'ont été maintenus que parce qu'ils se trouvaient sur les moins bons sols ou sur relief défavorable ; ceux qui ont été sauvegardés à la faveur d'un fait historique très local, comme l'établissement d'une ancienne propriété seigneuriale, peuvent se trouver sur terrain plus fertile, mais ici encore la couverture végétale a nécessairement changé à cause des incidences de l'exploitation forestière, de soucis esthétiques ou autres et de l'inévitable aliénation des populations animales primitives. On doit exprimer les mêmes réserves pour les sites les plus « sauvages » du massif ardennais et de la vallée de la haute Meuse par exemple. Même dans les propriétés qui ont payé un tribut très mesuré à l'exploitation forestière, la couverture végétale et la faune locale ne peuvent plus être ce qu'elles furent ou devraient être, ne fût-ce qu'en raison du remplacement des Mammifères herbivores et carnivores primitifs par une faune mammalienne réduite et partiellement artificielle.

Il n'en reste pas moins certain que les sites qu'on s'accorde à déclarer naturels et qui sont inscrits dans les « plans de secteur » à la demande des naturalistes ont été moins modifiés au cours des temps que le reste du paysage belge ; on a la chance d'y trouver des populations végétales et animales autochtones refoulées et une proportion plus faible qu'ailleurs d'éléments anthropophiles ou hémérophiles (c'est-à-dire inféodés aux grands espaces cultivés). Cependant il ne faut pas s'attendre à retrouver dans ces populations refoulées dans des sites exigus, toutes les espèces, les structures de populations et les systèmes d'équilibres véritablement primitifs. Ces refoulements ne se sont jamais effectués selon le principe de l'Arche de Noé : un échantillonnage suffisant de chaque espèce pour sauver l'ensemble de la Création.

La signification biogéographique des espèces rares.

Une proportion importante de nos sites naturels sont caractérisés par une aridité relativement prononcée : versants exposés au sud, sols calcaires ou sablonneux, etc... ; c'est notamment pour cela qu'ils se

sont maintenus plus ou moins intacts jusqu'à nos jours. Or c'est précisément pour la même raison qu'on y trouve des espèces rares relativement thermophiles, pour lesquelles les paysages ordinaires du pays, primitifs ou non, sont généralement peu hospitaliers. Beaucoup d'espèces qui servent d'arguments aux naturalistes pour demander la protection de ces sites sont des animaux ou des végétaux qui deviennent de plus en plus fréquents à mesure qu'on pénètre dans les régions voisines de la Belgique pourvues d'un climat plus chaud ou plus continental.

A l'opposé, certains sites naturels sont formés de biotopes marécageux ou tourbeux, dont l'homme ne pouvait tirer parti qu'à grand-peine. Leur microclimat souvent plus froid et plus humide que les terroirs environnants fait que parfois des organismes boréaux ou montagnards y ont trouvé refuge, vestiges éventuels d'une extension passée plus importante dans nos régions, au cours de périodes climatiques plus froides. D'autres sites encore, souvent moins spectaculaires mais non moins intéressants, trahissent d'autres influences biogéographiques, comme l'interpénétration des éléments atlantiques ou océaniques et médio-européens ou continentaux.

Il existe enfin, dans les domaines entomologique et cryptogamique en particulier, des espèces qui habitent des aires géographiques considérables, pouvant par exemple aller de l'Irlande au Kamtchatka, mais dont le pouvoir de reproduction et d'extension est réduit ; souvent elles sont rares dans toute leur aire ou tout au moins dans une partie de celle-ci.

Disons encore qu'à nos yeux, l'expression traditionnelle « espèce rare en Belgique » n'a guère de sens ; ce qui est généralement significatif, c'est le degré d'abondance ou l'absence de tel ou tel taxon dans chacune des régions naturelles de notre pays. On voit à quel point l'existence d'une station d'une plante ou d'un animal déterminés aura d'importance biogéographique différente suivant l'endroit considéré. Une espèce commune en Ardenne par exemple pourra être très rare ou absente en d'autres régions et ses stations précises avoir alors une signification écologique intéressante.

Quel intérêt y-a-t-il à protéger les espèces rares ?

Certains naturalistes demandent des mesures en faveur de la protection de ces espèces rares afin de pouvoir continuer à les redécouvrir près de chez eux, sans avoir à se rendre à l'étranger. On conviendra que cet argument a perdu beaucoup de sa portée.

Mais à cet argument de collectionneur ou de professeur de bio-

logie élémentaire viennent s'ajouter des arguments beaucoup plus importants.

Le premier est basé sur le fait que diverses espèces se maintiennent chez nous en populations généralement isolées et par conséquent à l'abri du phénomène normal de la panmixie permanente des patrimoines génétiques. De tels isolements sont favorables à des entreprises spontanées de racion et de spéciation, dont on ne peut méconnaître l'intérêt fondamental pour les progrès futurs de la biologie. Toutefois, on ne peut ignorer que le nombre de populations isolées et potentiellement exposées à des expériences spontanées de génétique et d'adaptation se chiffre par millions à la surface du globe, que les interventions de l'homme perturbateur des équilibres naturels créent elles-mêmes des conditions propices à ces expériences biologiques d'un très grand intérêt, et qu'en fin de compte il n'est pas possible de choisir arbitrairement, à l'avance, les espèces et les populations qui ont la chance de se révéler les plus propices à des découvertes scientifiques fondamentales. On doit donc accepter d'emblée les risques du compromis et du hasard.

Un second argument à la protection des stations d'espèces rares en dehors de leur aire optimale est la possibilité d'étudier le comportement de celles-ci en fonction des facteurs climatiques. C'est ainsi qu'il est des espèces thermophiles, chères aux naturalistes collectionneurs de chez nous, qui ne sont pas vraiment à leur place sous notre climat et sous notre latitude. Leur destin normal est souvent de disparaître un jour ou l'autre, par exemple à la suite d'une modification climatique occasionnelle ou à la suite d'un envahissement du site par des espèces mieux à leur place chez nous. Dans beaucoup de cas, surtout en ce qui concerne les animaux, on doit inférer que ces espèces rares se sont avancées, ne se sont pas maintenues et sont revenues chez nous plusieurs fois depuis la dernière glaciation. Certaines n'ont pu se maintenir ou revenir, ou s'introduire récemment pour la première fois, qu'à la faveur d'actions humaines spécifiques, comme par exemple le déboisement d'une colline augmentant l'aridité de celle-ci ou le creusement de terrains sablonneux mettant à nu des surfaces verticales propices aux activités de certains arénophiles très thermophiles.

On conçoit que la protection de tels sites puisse être aléatoire. Souvent, ce qu'on veut maintenir disparaîtra de toute façon. Des mesures de protection pourraient même entraîner ou précipiter ces disparitions. Néanmoins l'étude particulière de ces allées et venues et des vicissitudes écologiques de ces espèces toujours menacées est d'un intérêt très évident. Pour comparer le comportement de ces

espèces dans leurs diverses stations, il faut évidemment empêcher la destruction brutale de celles-ci, mais on peut se demander quelles doivent être la nature précise et l'importance de l'intervention et douter qu'il soit sage d'agir très efficacement, dans tous les cas, pour empêcher des fatalités instructives.

Comment protéger efficacement les espèces rares et menacées?

La réponse est en principe simple s'il s'agit de sauver une espèce de l'extinction totale ou de la maintenir à la disposition de ceux qui en ont l'usage pour leurs besoins didactiques ou pour des recherches en laboratoire. Il vaut mieux cultiver les plantes rares dans des jardins botaniques et élever en permanence les animaux rares dans les jardins zoologiques. Souvent et à long terme, ces mesures drastiques s'avèreront plus opérantes et moins coûteuses que des mesures de protection dans des sites mis sous régime de servitudes.

Dans certains cas, ce transfert dans des jardins botaniques ou zoologiques se heurte cependant à des difficultés provisoirement insurmontables. Il faut alors essayer de sauver l'espèce dans son milieu, en prenant des mesures pour contrôler les facteurs défavorables. Alors, ce n'est plus de la protection de la nature au sens véritable de l'expression que l'on réalise : c'est l'élevage de « fossiles vivants », à l'aide de procédés cultureux de nature agronomique ou de méthodes presque zootechniques. En général, ces buts ne peuvent être atteints dans des sites peu étendus. Il est déjà difficile et coûteux de conserver intactes des ruines romaines et des monuments historiques malgré la stabilité et la résistance inhérentes aux matériaux généralement employés. Cela devient une gageure lorsqu'il s'agit de maintenir des « fossiles vivants » soumis aux hasards de la compétition, de la sélection naturelle et de la maladie.

Faut-il s'engager dans cette voie en Belgique ? Il le faudrait certainement si nous avions conservé dans l'une de nos forêts un troupeau de Bisons d'Europe ou une petite population de Lynx. Y a-t-il l'une ou l'autre population végétale ou animale plus discrète qui mériterait des efforts aussi bien orientés ? Nous l'ignorons, car avant d'en décider, il faudrait examiner chaque cas d'espèce rare survivant dans un de nos sites, analyser ses chances de survie là et ailleurs, démontrer qu'il y a un intérêt scientifique majeur à sauver là, dans son milieu, au besoin maintenu artificiellement, cette population particulière. Cette démonstration étant faite, au-

rait-on les moyens d'agir adéquatement et d'atteindre un objectif à long terme ? On peut rester fort pessimiste.

En résumé, il semble bien que la mise sous régime de protection de nos sites naturels ne pourra généralement pas s'engager dans la voie qui consisterait à protéger indéfiniment et à tout prix celles-là mêmes des espèces qui ont servi d'arguments pour suggérer l'intérêt scientifique du site. Dans une perspective d'avenir, nos sites se présentent essentiellement comme des anomalies, comme des curiosités changeantes, qu'il faut soustraire aux interventions intempestives de la civilisation, non avec comme unique but d'y sauver des espèces déterminées, mais surtout pour pouvoir étudier ce qui va s'y passer.

La réintroduction d'espèces disparues.

Un point sur lequel on ne saurait trop insister et qui heurtera sans doute plus d'un naturaliste traditionnel, est l'interdiction de réintroduire dans leurs stations des raretés disparues. On sait que, ces dernières années, des naturalistes bien intentionnés ont essayé de réacclimater le papillon *Colias palaeno* dans les Hautes Fagnes et la petite cigale, *Cicadetta montana*, dans la réserve de Torgny. C'est inadmissible ! Il fallait laisser à ces espèces l'occasion de revenir seules, à la faveur d'une migration occasionnelle des *Colias palaeno* d'Europe centrale ou d'une expansion autogène de la population lorraine de petites cigales, ou se préparer à enregistrer définitivement le fait qu'une fois éliminées, ces espèces n'ont jamais pu revenir.

D'autre part, de telles réintroductions brouillent totalement pour l'avenir les études biogéographiques, génétiques, voire même écologiques. Lorsqu'elles sont connues, le mal n'est pas encore trop grave ; lorsqu'elles ne sont pas avouées, elles témoignent d'une malhonnêteté scientifique d'autant plus inquiétante qu'elle est souvent inconsciente.

Que dire alors de l'introduction d'un organisme dans un site où il « devrait » se trouver ? C'est ainsi que la transplantation récente de plants d'*Armeria maritima* des terrains calaminaires de Plombières à ceux de Theux, où la plante manquait et se montre maintenant envahissante, témoigne de la maniaquerie de certains naturalistes, qui espèrent notamment de ce fait voir se répandre un papillon rare inféodé à cette plante. Cela ne veut pas dire qu'une telle expérience soit dépourvue de toute signification mais qu'elle aurait dû être réalisée, si son intérêt était démontré, en prenant

toutes les précautions pour ne pas perturber irréversiblement le site de Theux.

La protection des milieux pour des recherches d'ordre écologique.

En fin de compte, on n'aura donc pas comme souci essentiel la protection des espèces rares mais on veillera surtout à conserver des milieux complexes moins dégradés et moins artificiels que le reste du paysage belge, afin d'y permettre l'étude des phénomènes naturels d'évolution, de reconversion, voire d'auto-destruction de complexes biologiques. La diversité de nos sites et les impératifs de la méthode comparative indispensable en biologie sont tels que nous devons préférer la conservation de nombreux sites naturels variablement situés et variablement intéressants à la conservation d'un petit nombre de sites sévèrement choisis. Cet éventail suffisamment large permettra aussi l'essai de divers types de traitements des sites retenus.

Une première option consistera en fait à empêcher toute action humaine. Cette mise sous régime de non intervention heurtera plus que l'on ne l'imagine de prime abord les personnes et les organismes qui se dépensent si activement en faveur de la protection de la nature en Belgique. On décide en effet ici qu'il faut protéger les milieux, ne rien faire pour empêcher la disparition naturelle des raretés et bien entendu ne rien faire pour réintroduire dans ces milieux des raretés disparues. On verra ainsi des pelouses et des landes se reboiser, des affleurements rocheux s'éroder, des étangs se combler. Cette option sera cependant facilitée parce qu'il découle du point de vue adopté que les opérations de sauvegarde se limitent presque exclusivement à l'aliénation foncière de territoires exigus dans lesquels il sera interdit de procéder à toute forme d'exploitation rentable mais aussi de prendre des mesures coûteuses de protection ou d'aménagement.

Un second type de traitement consistera à maintenir ou à rétablir une certaine activité humaine, bien déterminée et généralement de type ancestral : fauchage, pâturage, étrépage, mise en assec périodique d'étangs, etc... C'est en effet de cette intervention que découle directement l'intérêt du site et le maintien de ses caractéristiques essentielles. Le dosage judicieux des diverses formes d'intervention sera évidemment sous le contrôle de laboratoires compétents, mais il n'est pas douteux que l'expérience en ce domaine se forgera par la pratique et que d'inévitables erreurs seront commises.

Il n'est pas douteux non plus que ce mode de traitement, que ces erreurs elles-mêmes seront, pour l'écologiste, source de compréhension des équilibres biologiques des milieux que l'on désire conserver.

Ces tâtonnements inéluctables dans le mode de gestion des sites naturels, le besoin d'appliquer à un même type de biotope plusieurs politiques différentes justifient pleinement la nécessité de prévoir la conservation d'un nombre assez élevé de petits sites. Bien entendu, il est parfois possible, dans un même site, de traiter différemment diverses parcelles et de comparer ainsi, d'une manière particulièrement instructive, les résultats obtenus.

Un autre point de friction avec le concept traditionnel de protection des sites naturels est l'affirmation que la seule exception à tolérer, après mise sous régime de protection, consiste à espérer que les chercheurs y viendront et y procéderont à des recherches, lesquelles exigeront des prises d'échantillons, des piégeages systématiques, voire l'introduction de nichoirs artificiels ou d'autres perturbateurs admis en fonction des buts poursuivis. Il est évident que les chercheurs compétents limiteront ces perturbations au minimum indispensable et que celles-ci n'auront rien de commun avec des mesures artificielles d'exploitation économique ou avec des préoccupations de collectionneurs, d'admirateurs romantiques d'oiseaux en surpopulation, etc. Mais il est tout aussi évident que les chercheurs compétents ne devront pas être soumis au contrôle d'un garde incompetent, aux prescriptions d'un conseil de naturalistes amateurs ou à la censure d'un collègue de fonctionnaires.

Idéalement, l'étude de chaque site devrait être confiée à des laboratoires organisés et responsables, si possible à des laboratoires de spécialités différentes, groupés selon une formule de « centre de recherches collectives » et travaillant selon un programme cohérent et délibéré, sans pour cela tomber dans le travers des exclusives ou des privilèges scientifiques détenus par quelques individus. Mais cela nous amène à l'aspect de tout le problème qui rend les mieux intentionnés souvent pessimistes. Mettre de nombreux sites sous régime de protection, abandonner le culte suranné des espèces rares chères aux collectionneurs, comprendre qu'il s'agit désormais d'étudier l'économie naturelle des milieux biologiques, tout cela est sans doute faisable à plus ou moins brève échéance. Mais trouver les chercheurs et les moyens de la recherche indispensables pour que les sites nous apprennent quelque chose de plus, ce sera plus malaisé. On continue à souffrir des préjugés que portent beaucoup d'hommes responsables et de futurs chercheurs aux sciences en contact direct avec le terrain. Même devenus biogéographes, écolo-

gistes et taxonomistes dans des laboratoires universitaires, les naturalistes continuent à passer pour d'inoffensifs et peu utiles admirateurs de la nature restés dans la tradition des « Suites à Buffon ». S'il faut protéger au plus vite les sites scientifiques, il faut aussi protéger les vocations et les carrières de ceux qui doivent les étudier et en tirer quelque chose d'utile pour l'humanité.

Dispositions pratiques.

Dès que les pouvoirs publics ont établi, pour un territoire donné, la liste des sites qu'il faut protéger pour des raisons scientifiques ou plus généralement pour des raisons d'ordre esthétique et social, des mesures doivent être prises sans perdre de temps, notamment sans attendre l'aboutissement d'éventuelles recherches, inévitablement longues, sur l'originalité du site et sur la manière idéale de le gérer.

Ces premières mesures s'inspireront tout simplement de la connaissance banale des causes de destruction des sites. Il s'agira en ordre principal d'une série d'interdictions : aucune autorisation de bâtir, d'élargir la voirie, de niveler, de canaliser les eaux, d'abattre des arbres, de réduire les haies, de déposer des immondices, de modifier radicalement l'exploitation agricole, de répandre des pesticides, de faire la tenderie aux oiseaux.

Cela revient, il faut le reconnaître, à demander des sacrifices qu'on ne peut, dans notre régime économique libéral, imposer aux propriétaires et aux habitants sans compensation immédiate ou future. Il en résulte que la meilleure façon de protéger un site est son achat par la Commune, la Province ou l'Etat. Cet achat peut être initialement impossible, pour de multiples raisons. Mais les pouvoirs publics le rendront progressivement inévitable s'ils se montrent déterminés à imposer les interdictions mentionnées.

L'une des formules pour tenir compte de tous ces problèmes consiste à associer, chaque fois que c'est possible, la conservation des sites et le tourisme. On frappe d'interdictions des portions du territoire, mais on favorise l'industrie touristique à leurs abords. Par exemple, l'interdiction d'élargir les voiries dans le site confère à celles-ci la destinée de rester (ou devenir) des chemins pour piétons, des itinéraires de promenades reposantes ; cela s'accommoderait harmonieusement de l'aménagement, au terme des itinéraires, d'une bonne voirie pour la circulation automobile, aboutissant à des « parkings », terrains de sports, plaines de jeux, etc... Dans ces conditions, une région émaillée de sites et de relais deviendrait une

région bien équipée pour le tourisme et, sans doute, favorisée par celui-ci.

Reste la grosse difficulté résultant de ce qu'on ne peut condamner les populations rurales à maintenir des formules d'exploitation agricole surannées, sous prétexte que cela sauvegarde des sites et plaît aux citadins, fussent-ils savants naturalistes. Il apparaît ici qu'un compromis devra être recherché à l'occasion de confrontations entre les spécialistes de l'économie rurale et les autorités responsables de l'aménagement du territoire : nul doute qu'avec un minimum de bonne volonté et de compréhension de part et d'autre des solutions heureuses soient concevables.

*Faculté des Sciences Agronomiques
de Gembloux
Laboratoire de Zoologie générale
et de Faunistique.*

*Université de Liège
Institut de Botanique Institut de Zoologie
Laboratoire de Pha- Laboratoire de Mor-
nérogamie, de phologie, de Sys-
Cryptogamie et tématique et d'Éco-
de Phytogéographie. logie animales.*

La multiplication des Orchidées par la méthode de culture in vitro des méristèmes de tige

par N. VANSEVEREN ⁽¹⁾ et R. FRESON ⁽²⁾

A. Introduction historique.

La plupart des plantes vasculaires ont une croissance indéfinie. Leurs tiges sont terminées par des petits massifs de cellules, appelés méristèmes, riches en cytoplasme et en grande activité mitotique.

Ce sont ces méristèmes qui donnent naissance aux tissus et aux organes nouveaux pendant toute la vie de la plante. Ce sont également les méristèmes qui donnent le port et la morphologie propre à chaque genre et à chaque espèce.

C'est en 1933 que WHITE (14) cultiva aseptiquement des méristèmes de *Stellaria media* en milieu synthétique liquide. Il observa une multiplication mitotique importante des cellules méristématiques, suivie par une différenciation foliaire.

En 1945, LOO (8) obtint des plantules in vitro, en cultivant des méristèmes d'*Asparagus officinalis*.

Ces travaux de recherche fondamentale ont été à la base de travaux phytopathologiques qui ont eu une répercussion agricole et horticole marquante.

Il est utile de rappeler que les plantes cultivées ont une origine ancienne et qu'elles présentent toutes des maladies à virus nuisant à leur rendement.

La culture des méristèmes prit un grand essor à la suite des travaux de LIMASSET et CORNUET (1949) (7) sur la répartition du virus de la mosaïque dans des plantes de *Nicotiana tabacum*. En effet, les méristèmes latéraux et apicaux sont fort peu infectés par rapport aux tissus différenciés. La culture in vitro d'un de ces méristèmes suffirait donc à assainir une plante atteinte de maladie à virus.

Cette absence apparente du virus dans les cellules méristématiques a permis à MOREL et MARTIN (1952) (9) d'obtenir des *Dahlias* sains par croissance in vitro de méristèmes excisés de plantes infectées.

(1) Boursier IRSIA

(2) Aspirant FNRS

Cette méthode donna des résultats positifs avec la pomme de terre, le coton, l'œillet, le chrysanthème, les orchidées et d'autres espèces.

Pendant, on a montré que le virus pénétrait dans les assises cellulaires les plus âgées du méristème. C'est alors que QUAK (1957) (11) traita préalablement par la chaleur les plantes infectées. Cette technique délicate par le choix des températures, fut rapidement remplacée par une méthode appliquant des substances inhibitrices de multiplication virale (2-4D, AIA) soit incorporées au milieu de culture, soit sous forme de pulvérisations.

Cette méthode de prélèvement aseptique de méristèmes est utilisée en horticulture notamment dans la culture de l'œillet et des orchidées.

Pour l'œillet, elle est appliquée dans les Établissements Barberet à La Londe (Provence). Quant aux orchidées, les États-Unis leur ont reconnu une valeur économique importante. Les plantules in vitro sont diffusées jusqu'en Europe. Les exploitations du Long Fond à La Hulpe (Belgique) et celles de Vacherot et Cie (France) acquièrent une réputation internationale dans la technique de multiplication des orchidées par voie méristématique.

B. Le matériel végétal.

La technique de multiplication des orchidées a été mise au point par MOREL en 1960 (10) sur le genre *Cymbidium*. Elle consiste à prélever aseptiquement les apex des bourgeons axillaires et apicaux sur un tubercule de *Cymbidium* et à les déposer sur un milieu nutritif gélosé.

Cette méthode fut appliquée à d'autres genres tels que *Cattleya* et *Vanda*.

Nous décrivons ici plus particulièrement le genre *Cattleya*.

Ce genre se compose d'orchidées épiphytes dont la morphologie témoigne d'une adaptation excellente à leur habitat.

La plante adulte est formée d'un grand nombre de tiges vivaces unifeuillées (fig. 1).

Les tiges atteignent à maturité une taille d'une vingtaine de cm, de la base au méristème apical. Leur partie inférieure reste parallèle au substrat tandis que leur sommet se dresse à la verticale. Cette tige porte sept feuilles dont seule la septième se développera ce qui explique l'aspect unifeuillé de la plante. Les six autres feuilles dégènerent, leurs tissus se deshydratent, elles deviennent friables et finissent par tomber. Le sixième entrenœud de la tige se gonfle en un *pseudobulbe* contenant de l'eau et des matières nutritives (ex.



FIG. 1. — Aspect d'une plante en fleur de *Cattleya* à droite, on remarque une nouvelle pousse feuillée au centre à la base, les tiges pseudobulbeuses.

amidon). Cette structure se retrouvera chez toutes les orchidées épiphytes.

A la base de l'unique feuille, le méristème apical initie un bourgeon qui donnera naissance à la partie florale de la plante. A ce stade de développement, la phase végétative s'arrête pour être remplacée par la phase générative. Le premier indice de passage de l'état végétatif à l'état reproducteur est fourni par le développement

d'une gaine ou *spathe* au sein de laquelle se forme complètement l'inflorescence.

Il est indispensable de spécifier que chaque tige forme une seule inflorescence, mais continue cependant à vivre pendant plusieurs années.

Des bourgeons axillaires se différencient sur la tige durant son ontogénèse, mais restent en latence aussi longtemps que la croissance végétative existe. Dès que l'activité apicale cesse, les bourgeons initient de nouvelles branches identiques à celles décrites.

Ce mode de croissance est appelé *sympodial* et contribue par ramification à reproduire végétativement la plante.

Le schéma suivant nous permettra de mieux visualiser le mode de développement du genre *Cattleya* (fig. 2).

Le développement *sympodial* n'est pas le seul mode de croissance des orchidées. Certains genres présentent une croissance *monopodiale* : la tige continue toujours à croître par activité apicale pendant que se développent simultanément sur celle-ci des inflorescences axillaires.

Les genres *Cattleya* et *Cymbidium* ont une croissance *sympodiale*. Le genre *Vanda* présente une croissance *monopodiale* (fig. 3).

Les racines aériennes adventives se développent sur la partie basale de la tige, sur les faces ventrales et latérales.

La partie apicale de la racine est verte, tandis que le reste est recouvert par un tissu spongieux, blanc appelé *velamen*.

La racine est blanche uniquement en atmosphère sèche. En effet, les cellules de *velamen*, vides de cytoplasme, contiennent de l'air.

En atmosphère humide, la racine devient verte. Les cellules du *velamen* se remplissent d'eau et laissent apparaître le cortex chlorophyllien.

C. Matériel et méthode.

1. LE MATÉRIEL.

Les méristèmes mis en culture proviennent de bourgeons axillaires de branches d'orchidées. Celles-ci sont prélevées sur une plante-mère adulte présentant certaines qualités horticoles intéressantes à maintenir.

Ces apex survivent sur des milieux soit solides, soit liquides relativement complexes comprenant des sels minéraux, du saccharose et des substances stimulantes du type auxine, lait de coco, jus d'ananas, peptone...

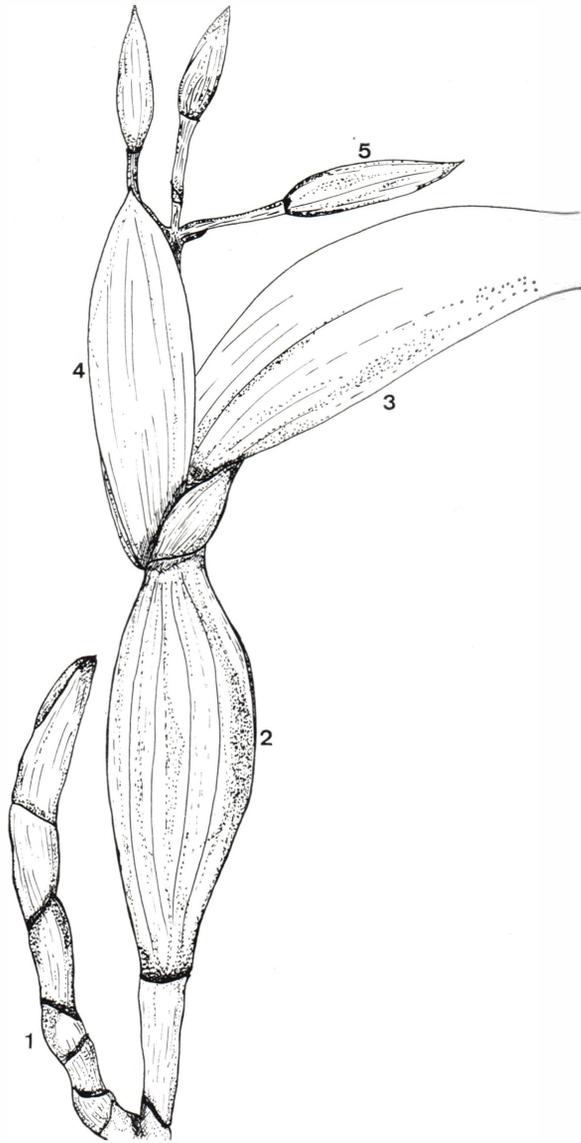


FIG. 2. — Structure d'une tige de *Cattleya*.

1. nouvelle pousse feuillée.
2. pseudobulbe.
3. septième feuille persistante.
4. spathe.
5. boutons floraux.

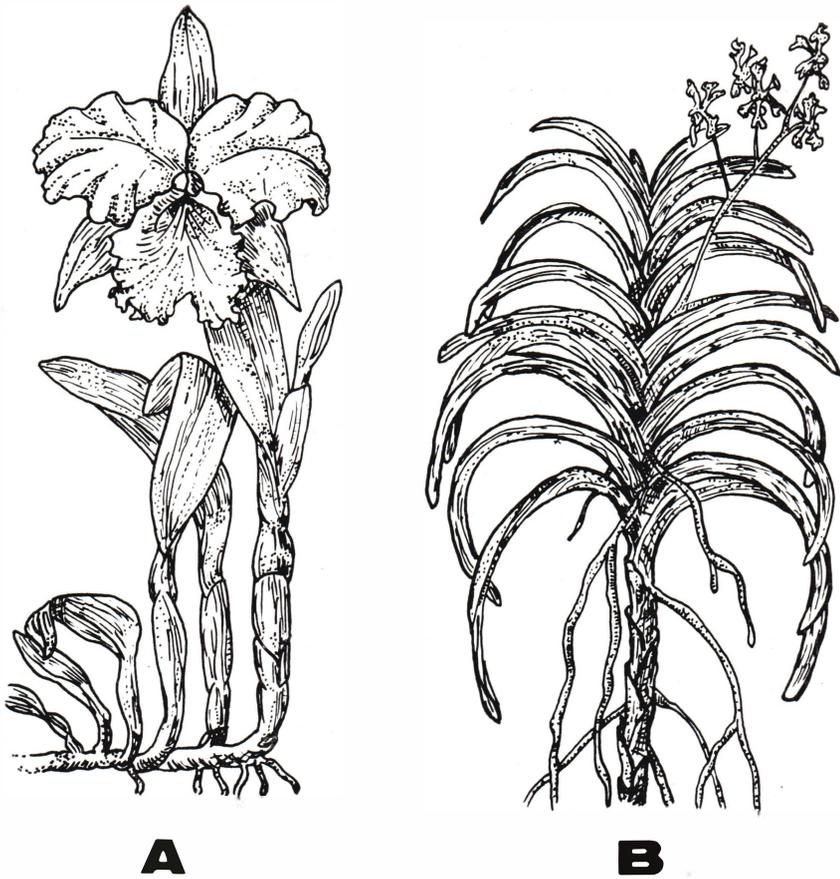


FIG. 3. — Mode de croissance.

A : sympodial (*Cattleya*)

B : monopodial (*Vanda*)
(d'après ARDITTI, J., 1966)

— Stérilisation des tiges.

Les tiges en croissance prélevées d'une plante-mère adulte sont débarassées des racines éventuelles, des feuilles écailleuses ou nécrosées et de toute trace de terre, source de microorganismes (bactéries, champignons).

Elles sont stérilisées dans une solution d'hypochlorite de Ca (eau de Javel diluée de moitié) pendant 20 min et lavées à l'eau bidistillée stérile.

Il est toutefois utile de tremper les tiges pendant quelques instants dans de l'alcool 94° avant de les immerger dans l'hypochlorite. L'alcool, mouillant complètement la surface cireuse de la tige, permet une meilleure action de l'agent stérilisant.

2. LA MÉTHODE.

— Composition du milieu.

Exemple de solution nutritive pour l'excision de méristèmes de *Dendrobium*, *Cattleya* et *Vanda* (MOREL) :

H ₂ O	1,000 ml
SO ₄ (NH ₄) ₂	1 g
KCl	1 g
MgSO ₄ .7H ₂ O	0,125 g
CaNO ₃ .4H ₂ O	0,500 g
KH ₂ PO ₄	0,125 g
Urée	0,125 g
Peptone	1,000 g
Acide citrique	0,500 g
Lait de coco	10 %
Acide indolyacétique	10 ⁻⁶
Saccharose	20 g
Microéléments de Heller	1 ml

La multiplication des protocormes demande un milieu solidifié par 8 g/l d'agar. Pour obtenir des plantules, on ajoute au milieu 1/4 de banane verte, 200 ml de jus d'ananas non sucré et 0,5 g d'émulsion de poisson pour un litre de solution totale. Le pH de ces solutions est ajusté à 5,2.

Ces milieux sont distribués dans les flacons de culture, puis passés à l'autoclave. La stérilisation des milieux aussi bien liquides que solides, se fait pendant 20 min sous la pression de 0,5 kg/cm².

— Préparation du local.

Le local de mise en culture doit être parfaitement stérile. C'est pourquoi, il est irradié aux ultra-violets une heure ou deux avant l'ensemencement des milieux. Pendant toute la durée de la manipulation, la chambre stérile est aérée grâce à un système de ventilation aseptisant. Sont disposés dans la chambre : un microscope à dissection, les flacons contenant les milieux de culture stériles, les tiges stériles, des récipients contenant de l'alcool à 94°.

Les instruments servant à la manipulation sont stérilisés à sec à une température de 160°C pendant 80 min. Avant toute manipulation, la table et la platine du microscope sont passées à l'alcool. Les instruments sortis de l'étuve, sont mis à refroidir sur un porte-instrument et plongés dans l'alcool. Ils sont passés à la flamme et ceci après chaque emploi.

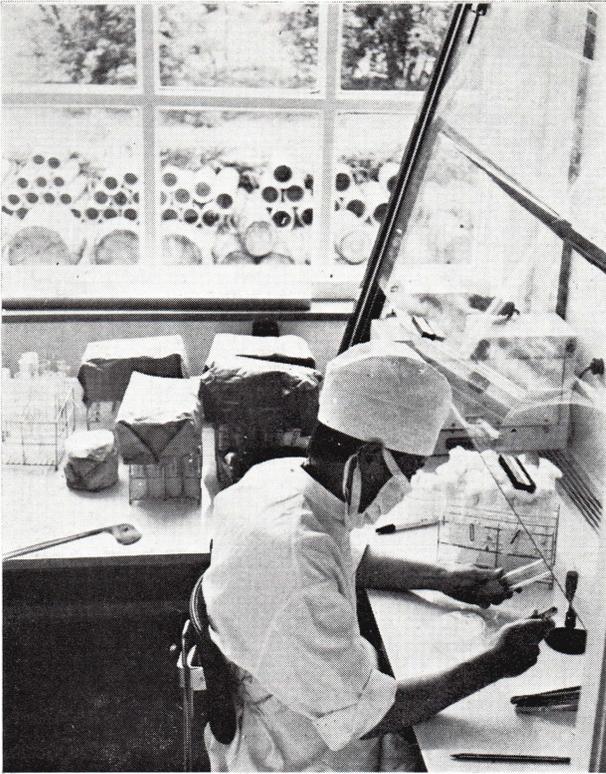


FIG. 4. — Chambre stérile de mise en culture.

3. LE PRÉLÈVEMENT DES MÉRISTÈMES.

Les méristèmes sont excisés des bourgeons axillaires et apicaux des tiges. Il est bon de rappeler que chez les plantes sympodiales, le méristème apical cesse rapidement de se diviser et ne peut être utilisé que s'il est encore fonctionnel. C'est pourquoi, il devra être prélevé à partir de tiges encore en croissance végétative.

Dans la plupart des cas, les meilleurs résultats sont obtenus en utilisant les méristèmes axillaires. Suivant la variété employée, on peut trouver 2 à 4 bourgeons sur une tige de *Cattleya*, et 2 à 6 bourgeons sur une tige de *Cymbidium*.

Pour prélever un méristème on procède comme suit :

Les feuilles qui constituent le bourgeon sont détachées une à une par des incisions transversales et longitudinales. Cette opération se fait prudemment afin de ne pas blesser le méristème (fig. 5).

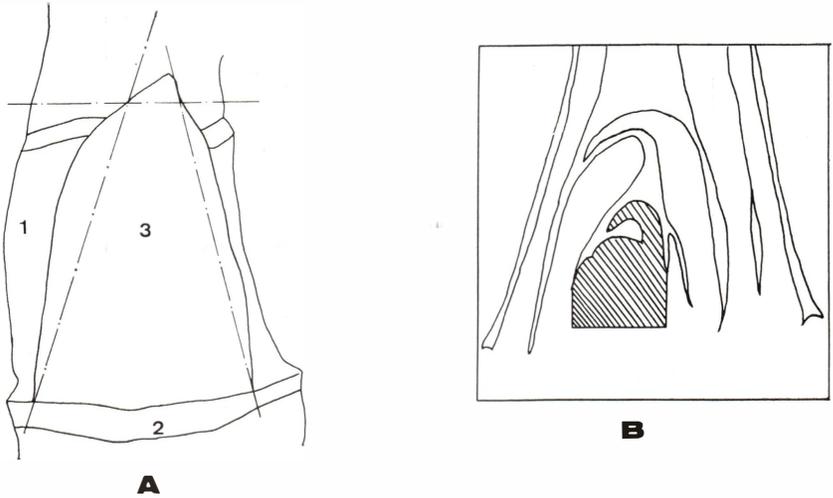


FIG. 5. — A : Schéma d'un bourgeon de tige

1 : tige ; 2 : entrenoeud ; 3 : bourgeon

— . . . — : sens des incisions

B : Schéma d'une coupe longitudinale dans un bourgeon de *Cattleya*.

La zone hachurée correspond à l'explantat mis en culture.

Lorsque toutes les feuilles sont enlevées, le méristème apparaît comme une petite masse brillante de tissus blancs ou verts, entourés de deux primordiums foliaires. L'expérience a montré qu'il n'y a pas intérêt à tenter d'exciser les primordiums foliaires et ceci pour deux raisons :

— Leur ablation est fort délicate et entraîne très souvent des blessures du tissu méristématique.

— L'explantat réduit au seul méristème est trop délicat à manipuler et croît très difficilement *in vitro*.

Le matériel prélevé est constitué par le méristème, les primordiums foliaires et un peu de tissus parenchymateux caulinaire. L'explantat est rapidement transféré dans le tube contenant le milieu nutritif.

Les cultures sont alors placées dans une chambre conditionnée (température, degré hygrométrique, luminosité) (fig. 6).



FIG. 6. — Chambre de culture.

D. Développement du méristème *in vitro*.

1. STRUCTURE DU MÉRISTÈME.

Le méristème apical de tige est un organe complexe qui a été décrit par de nombreux morphologistes. Malgré les nombreuses théories, aucune ne permet une interprétation parfaite de la structure et du fonctionnement de l'apex.

La théorie topographique la plus simple et la plus ancienne est celle de SCHMIDT (1924) (12) définissant deux régions distinctes par leur cytologie et leur histologie :

- la *tunique* : 1 à plusieurs assises de cellules superficielles
- le *corpus* : au centre

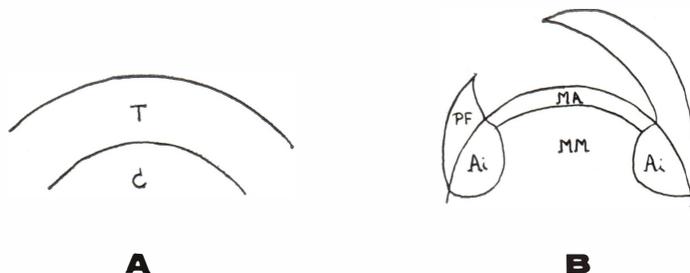


FIG. 7. — Structure du méristème.

A : Théorie topographique de Schmidt - T : tunique ; C : corpus.

B : Théorie dynamique de Buvat - MA : méristème d'attente ; MM : méristème médullaire ; Ai : anneau initial ; PF : primordium foliaire.

Ces deux régions se différencient par l'orientation des mitoses et par la densité du cytoplasme résultant d'une activité métabolique plus ou moins intense (fig. 7).

BUVAT (1955) (2) émet une théorie dynamique du méristème. Celui-ci est constitué par une zone distale inerte durant la croissance végétative et par une zone périphérique active et initiatrice des primordiums foliaires.

La zone distale s'appelle le *méristème d'attente*. Elle est inerte jusqu'à la phase reproductive. La zone périphérique constitue l'*anneau initial*. Le centre constitue le *méristème médullaire* (fig. 7).

2. ÉTUDE DU DÉVELOPPEMENT DU MÉRISTÈME IN VITRO.

L'explantat mis en culture est constitué principalement par le méristème apical proprement dit et par ses deux primordiums foliaires. Après une quinzaine de jours de culture, on remarque que le matériel végétal mis en culture gonfle fortement. L'observation à la loupe binoculaire a permis de comprendre l'origine de ce gonflement : ce n'est pas le méristème proprement dit qui continue son activité végétative, mais bien le développement à la base des jeunes feuilles, d'une masse globuleuse à structure complexe qui provoque ce changement morphologique (CHAMPAGNAT *et al.*, 1966) (3).

En se développant, la masse globuleuse donne naissance à une structure rappelant fortement les « *protocormes* » issus des graines en germination. C'est pourquoi, elle fut appelée « *protocorme de régénération* » par analogie au phénomène naturel.

3. MORPHOLOGIE D'UN PROTOCORME.

Lorsque le stade protocorme est atteint, après un mois de culture environ, la culture se compose d'un ensemble de petites masses globuleuses, riches en chlorophylle, entourée par une couronne de rhizoïdes blancs.

Ces masses découpées en plusieurs fragments et repiqués sur le même milieu nutritif, engendrent de nouveaux protocormes de régénération.

Cette technique reproduite indéfiniment, permet de maintenir les cultures dans un état juvénile à condition de renouveler le milieu nutritif.

L'expérience a prouvé que le milieu liquide permettait une meilleure multiplication des protocormes, le milieu solide favorisant l'apparition des plantules (WIMBER 1963) (15).

En quelques temps, il est donc possible d'obtenir un clone assez important. Ce phénomène est exploité dans les centres de recherches horticoles.

4. HISTOLOGIE D'UN PROTOCORME.

Un protocorme est constitué par un tissu de cellules identiques, isodiamétriques, appelé *parenchyme*. Au sein de ce tissu, certaines cellules peuvent se différencier en trachéïdes et constituer des nodules vasculaires.

Certaines régions à activité méristématique intense se différencient à la périphérie.

Elle constitue l'ébauche d'un méristème caulinaire, initiateur d'une tige feuillée.

5. MORPHOLOGIE DES PLANTULES.

Les plantules naissent du fonctionnement d'un de ces méristèmes, différencié à la périphérie du protocorme.

Le premier signe morphologique d'activité apicale est l'existence d'une petite pointe verte au sommet du protocorme. Elle constitue la première feuille initiée, rapidement suivie par une seconde... (VANSEVEREN 1969) (13) (fig. 8).

La protocorme générateur de la plantule se nécrose, tandis que la pousse feuillée s'accroît.

La première racine semble naître à l'aisselle de la feuille la plus âgée, et bien après l'initiation de la pousse feuillée. Il n'y a donc

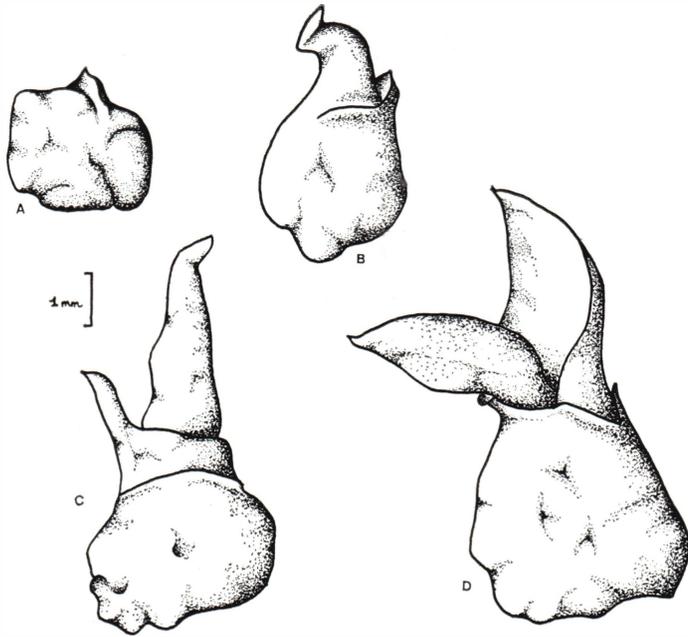


FIG. 8. — Stades de différenciation d'une plantule de *Cattleya*.
(d'après Vanséveren, 1969).

aucune synchronisation dans les processus d'initiation caulinare et radiculaire (fig. 9).

Les racines de ces plantules clonales ont une morphologie absolument semblable à celle des racines des plantes dont elles sont issues, décrite précédemment dans le paragraphe B.

6. HISTOLOGIE DES PLANTULES.

La tunique est la première assise méristématique à s'individualiser. Elle est suivie par l'organisation d'un corpus. Dès que le méristème est formé, il entre en activité et initie des primordiums foliaires.

Leur site d'apparition n'est pas quelconque, chaque plante étant caractérisée par une phyllotaxie qui lui est propre.

Un primordium foliaire est constitué par un parenchyme homogène chlorophyllien, limité par un épiderme. Des stomates à deux cellules de garde se différencient sur les faces supérieure et inférieure des jeunes feuilles.

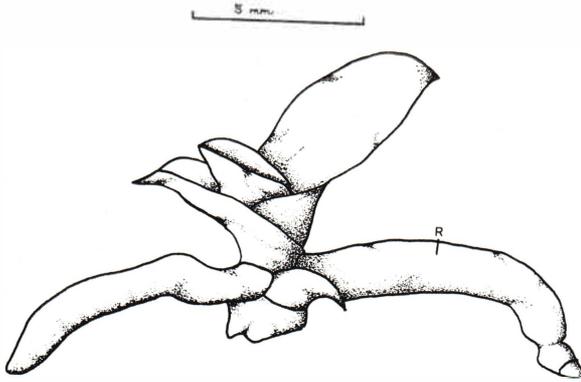


FIG. 9 — Aspect morphologique d'une plantule de *Cattleya*.
R : racine

La différenciation du système vasculaire de la jeune plantule se réalise normalement : le méristème initie du procambium à partir duquel se forme les éléments de bois (*xylème*) et les éléments libériens (*phloème*).

Quant aux racines, elles apparaissent bien après la formation des primordiums foliaires. Leur origine est toujours endogène : ce sont les cellules parenchymateuses profondes de la tige qui s'organisent en un apex radiculaire. Dès qu'il est formé, il entre en activité et la jeune racine croît droit devant elle perçant les cellules corticales de la tige.

E. Types d'expérimentation :

Comme le matériel obtenu constitue un *clone*, c'est-à-dire, un ensemble d'individus dont le stock génétique est constant et réagissant de ce fait de manière identique, il est possible de réaliser certaines expériences.

Dans notre laboratoire, des recherches sont effectuées sur l'effet de différentes concentrations en sucre sur des protocormes de *Cymbidium* (FRESON, 1969) (5).

Comme le montre le graphique et la photo-ci-dessous, les protocormes de *Cymbidium* réagissent fortement à différentes concentrations en glucose du milieu nitritif (fig. 10).

Pour une concentration de 1,6 % en glucose, la multiplication des protocormes est maximale tandis qu'une concentration de 4 % favorise nettement la formation des plantules (fig. 11).

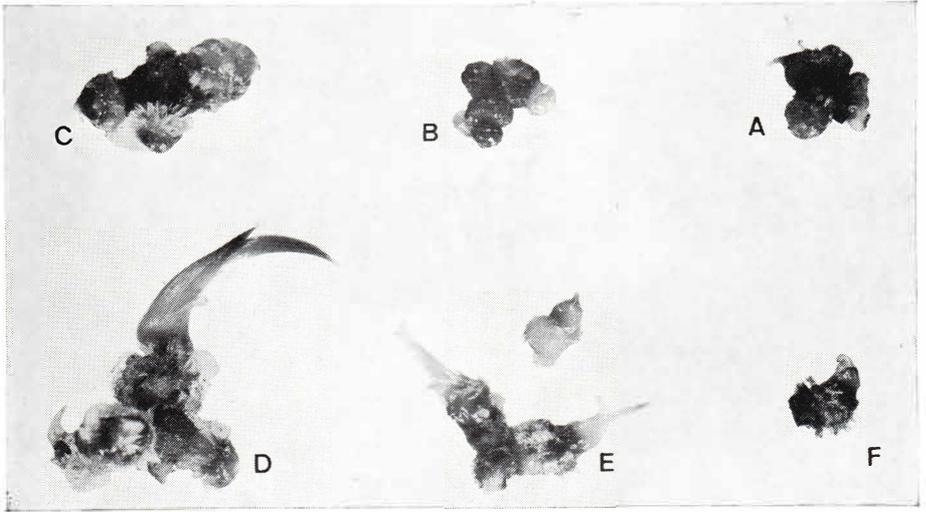


FIG. 10. — Aspects morphologiques des tissus de protocormes de *Cymbidium* cultivés sur diverses concentrations en glucose.
 A : 0% ; B : 0,25% ; C : 0,63% ; D : 1,6% ; E : 4% ; F : 10%
 (d'après Freson, 1969).

Il serait donc possible, pour une concentration en glucose déterminée, de permettre le développement de l'un ou l'autre des éléments constitutifs d'une souche : le *protocorme* ou la *plantule*.

Des souches embryogènes de tissus de carotte ont été utilisées à de mêmes fins dans notre laboratoire et ont montré les mêmes réactions vis-à-vis des mêmes concentrations en glucose (HOMÈS, 1967) (6).

Cette analogie de réaction se manifeste sur des tissus juvéniles tels que les embryons ou les protocormes.

F. Conclusions.

Comme la plupart des plantes cultivées, les orchidées sont des hybrides très complexes dont la propagation par les méthodes de multiplication clonale classique (*bouture*) est extrêmement lente. Avant la découverte de la technique de propagation méristématique, les horticulteurs les multipliaient par semis.

Du fait de l'hétérozygotie des orchidées, il était impossible de prévoir les résultats de cette multiplication.

Actuellement la technique de propagation méristématique des orchidées permet d'obtenir des clones exempts de virus dont les individus présentent le même comportement physiologique et les qualités constantes recherchées par l'horticulteur. Il suffit donc à

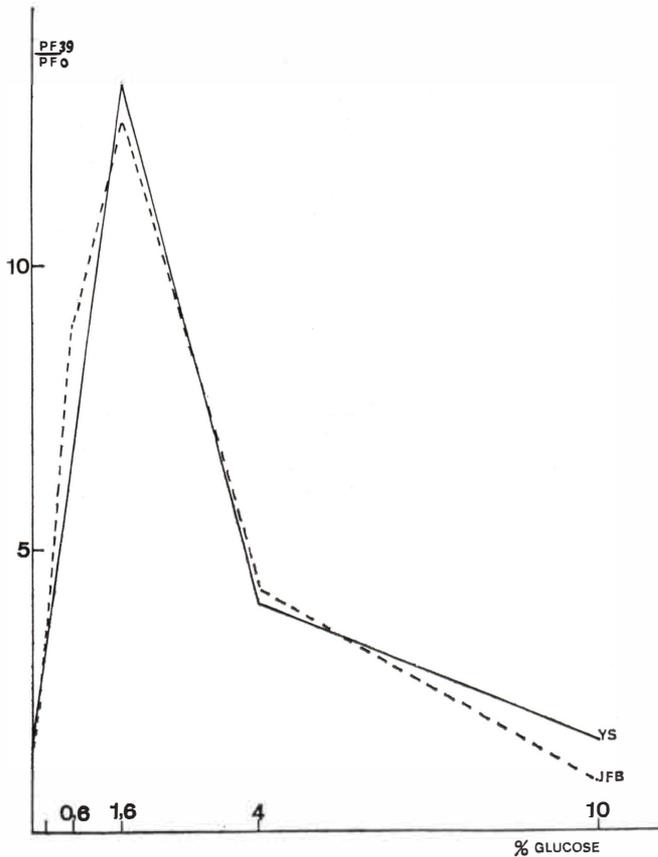


FIG. 11. — Graphique représentant les valeurs du rapport entre le poids frais final (PF 39) et le poids frais initial (PFO) de tissus de protocormes de *Cymbidium* cultivés in vitro sur diverses concentrations en glucose.

YS - JFB ; sigle des deux variétés étudiées.

(d'après Freson, 1969).

ce dernier de choisir une plante-mère et de mettre ses méristèmes en culture. D'avance, il connaîtra le taux de production et les caractères morphologiques des plantules produites.

Cette méthode de multiplication clonale fut étendue à d'autres plantes, pour lesquelles se posait le problème de maladies à virus. C'est le cas de la pomme de terre et de l'œillet.

Actuellement, des essais sont également en cours sur les arbres fruitiers et sur d'autres cultures florales.

BIBLIOGRAPHIE

1. ARDITTI, J. — 1966. Orchids. *Scientific American* 214 (1) : 70-78.
2. BUVAT, R. — 1955. Le méristème apical de la tige. *Ann. Biol.* 31 : 595-656.
3. CHAMPAGNAT, M., MOREL, G., CHABUT, P., et COGNET, A. M. — 1966. Recherches morphologiques et histologiques sur la multiplication végétative de quelques orchidées du genre *Cymbidium*. *Rev. Gén. Bot.* 73, n° 870 : 706-745.
4. FRESON, R. — 1969. Action du glucose sur des protocormes de *Cymbidium* SW. (Orchidaceae) cultivés in vitro. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique* 102 (2) : 205-209.
5. FRESON, R. et VANSÉVEREN, N. — 1968. La propagation des orchidées par la méthode de culture des méristèmes « in vitro ». *Assoc. Nat. Prof. Biol. Belgique* 14 (2) : 86-94.
6. HOMÈS, J. — 1967. Action morphogénétique du glucose sur une souche embryogène de tissus de carotte cultivée in vitro. *C. R. Soc. Biol.* 161 (5) : 1143 -1145.
7. LIMASSET, P. et CORNUET, P. — 1949. Recherche de virus de la mosaïque du tabac dans les méristèmes des plantes infectées. *C. R. Acad. Sci. Paris* 228 : 1971.
8. LOO, S.W. — 1945. Cultivation of excised stem tips of *Asparagus* in vitro. *Amer. Jour. Bot.* 32 : 13-17.
9. MOREL, G. et MARTIN, C. — 1952. Guérison de Dahlias atteints de maladie à virus. *C. R. Acad. Sci. Paris* 235 : 1324-1325.
10. MOREL, G. — 1960. Producing virus-free *Cymbidiums*. *Amer. Orchid Soc. Bull.* 29 : 495-497.
11. QUAK, F. — 1957. Meristeeencultuur, gecombineerd met warmtebehandeling, voor het verkrijgen van virus-vrije anjerplanten. *Tijdschr. Plziekt.* 63 : 13-14.
12. SCHMIDT, A. — 1924. Histologische Studien an phanerogamen Vegetationspunkten. *Bot. Arch.* 8 : 345-404.
13. VANSÉVEREN, N. — 1969. Quelques phénomènes d'organogénèse dans les plantules de *Cattleya* Lindl. (Orchidaceae) obtenues par propagation méristématique in vitro. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique* 102 (2).
14. WHITE, P. — 1933. Plant tissue culture : results of preliminary experiments on culturing isolated stem tips of *Stellaria media*. *Protoplasma* 19 : 97-116.
15. WIMBER, D. — 1963. Clonal multiplication of *Cymbidiums* through tissue culture of the shoot meristem. *Amer. Orchid Soc. Bull.* 32 : 105-107.

Laboratoire de Morphologie végétale
1850, chaussée de Wavre
Bruxelles 16

La cellule normale et pathologique

par A. RASSEL (*)

SOMMAIRE

- I. Préambule
- II. Glossaire des termes les plus courants intervenant dans la description de l'anatomie cellulaire
- III. Représentation schématique de la cellule animale
- IV. Représentation schématique de la cellule végétale
- V. La cellule pathologique
 1. Pathologie animale
 2. Pathologie végétale
 3. Le cancer
- VI. Conclusions

PREAMBULE

Dans le présent article, après une initiation à l'indispensable vocabulaire cytologique de l'heure, nous nous proposons de présenter au lecteur une image moderne de la cellule animale et végétale ainsi que quelques aspects morphologiques de la pathologie cellulaire.

Nous espérons que ces quelques pages lui permettront d'aborder avec plus d'aisance la littérature spécialisée et d'interpréter avec plus de sûreté les micrographies électroniques qui envahissent de plus en plus livres et revues traitant de disciplines biologiques fondamentales.

GLOSSAIRE DES TERMES LES PLUS COURANTS INTERVENANT DANS LA DESCRIPTION DE L'ANATOMIE CELLULAIRE (1)

Autolysome. Voir cytolysome.

Autophagosome. Voir cytolysome.

(*) Ministère de l'Agriculture — Centre de Recherches agronomiques de Gembloux, Station de Chimie et de Physique agricoles.

(1) Les termes du glossaire se rapportent à des structures représentées sur les schémas publiés hors-texte. Les termes en italique sont définis dans le glossaire. Il est à noter que la terminologie utilisée en cytologie ultrastructurale est encore en évolution. Certains termes ont été sciemment omis parce que trop nouveaux, trop imprécis ou rarement cités. La plupart de ceux qui sont retenus ici semblent définitivement acquis. Il n'en reste pas moins que certains d'entre eux peuvent paraître peu adéquats ou appliqués à des structures incomplètement définies. Comme dans toute science qui se fait, ils doivent être considérés comme des mots de passe plutôt que comme des définitions bien acquises.

Bandelette obturante. Syn. barre terminale. Système d'adhérence entre cellules épithéliales. La bandelette obturante de chaque cellule se trouve au même niveau que celle des cellules voisines. Elle est formée par une portion différenciée de la *membrane plasmique* qui apparaît plus dense. Entre deux bandelettes accolées, l'*espace intercellulaire* est très réduit.

Barre terminale. Voir bandelette obturante.

Bordure en brosse. Syn. bordure striée. Ensemble de *microvilli* disposés régulièrement les uns à côté des autres à la surface libre de certaines cellules épithéliales.

Bordure striée. Voir bordure en brosse.

Canal de pinocytose. Invagination profonde de la *membrane plasmique* liée à un type d'absorption de liquides et de petites particules solides en suspension.

Centriole. Syn. diplosome. Voir centrosome.

Centrosome. Groupement de deux *centrioles* généralement disposés perpendiculairement l'un à l'autre au voisinage du *noyau* des cellules animales et entourés d'un matériel dense péri-centriolaire. Chaque centriole est formé de neuf séries de deux à trois tubules accolés délimitant un cylindre. Le centriole et le *corpuscule basal* des *cils*, bien que possédant des fonctions différentes, sont morphologiquement semblables. Dans certains cas, de l'ADN lui serait associé. Il n'y a normalement qu'un centrosome par cellule.

Chloroplaste. Organite du *cytoplasme* des cellules végétales. Il est entouré d'une *double membrane unitaire*. Son *stroma* est parcouru par des lamelles appelées *thylakoïdes intergranaires* ou *stromatiques* sur lesquels s'appliquent des *thylakoïdes granaires* en forme de saccules aplatis et dont l'empilement forme les *granas*. Il existe cependant des chloroplastes sans grana. Sur les thylakoïdes sont disposés les *quintasomes* ou particules ellipsoïdales qui contiennent un certain nombre de molécules de chlorophylle et d'enzymes.

Le stroma du chloroplaste contient aussi des filaments d'ADN et d'ARN ⁽¹⁾, des *ribosomes*, parfois des *polysomes*, des *granules lipidiques* et, fruit de l'activité photosynthétique, des grains d'amidon situés dans des *vacuoles amylofères*. Les chloroplastes dérivent des *proplastates* moins riches en membranes internes. Leur nombre par cellule est très variable.

(1) ADN =acide désoxyribonucléique.
ARN =acide ribonucléique.

Chromosome. Structure nucléaire composée de fins filaments chromatiniens plus ou moins spiralés, riches en ADN et contenant les gènes.

Cil. Prolifération allongée de la *membrane plasmique* contenant du *cytoplasme* et une structure organisée. Le cil typique montre en coupe deux tubules centraux entourés de neuf fibres secondaires elles-mêmes entourées de neuf groupes périphériques de deux tubules accolés dont l'un est muni de deux bras. Ces groupes de tubules périphériques pénètrent assez profondément dans la cellule et y forment le *corpuscule basal* ou *kinétosome* qui se prolonge par des *radicules ciliaires* de nature fibreuse. L'image des groupes de tubules externes rappelle celle du *centriole*. Ce type architectural est constant dans le monde animal et végétal. Certains cils immobiles peuvent donner naissance à des organes sensoriels. Chez les protozoaires, les cils peuvent être nombreux et rattachés à une plaque basale. Quand ils sont peu nombreux et très longs, on leur donne le nom de *flagelles*. Ils sont alors renforcés par une formation spiralee qui relie les tubules. Ils ne doivent pas être confondus avec les *flagelles bactériens* plus fins, sans structures internes et composés de fibrilles polypeptidiques enroulées les unes autour des autres.

Corps multivésiculaire. Corps entouré d'une *membrane unitaire*, baignant dans le *cytoplasme* et contenant plusieurs petites *vésicules*. Ce corps posséderait des propriétés lysosomiales. (voir lysosomes)

Corps résiduel. Syn. télolysosome. Partie non digérée d'un *phagosome* ou d'un *cytolysosome* maintenue dans la cellule ou excrétée. Il présente parfois des *figures myéliniques*. De la phosphatase acide y est généralement mise en évidence à la périphérie.

Corpuscule basal. Syn. kinétosome. Voir cil.

Crêtes ou **Cristae.** Voir mitochondrie.

Cytolysosome. Syn. vacuole d'autophagie, vacuole d'autolyse, autolysosome, autophagosome.

Corps à propriétés lysosomiales (voir lysosomes) contenant du cytoplasme nécrosé circonscrit par une membrane et subissant des phénomènes de digestion. On reconnaît généralement à l'intérieur des cytolysosomes des débris de *mitochondries*, de *reticulum endoplasmique* et d'autres composants. Un cytolysosome contient de la phosphatase acide généralement mise en évidence sous forme dispersée à l'intérieur et sous forme plus condensée à la périphérie.

Cytoplasme. Voir substance fondamentale.

Cytosome. Voir lysosomes.

Desmosome. Système de soudure en forme de bouton adhésif entre deux cellules animales adjacentes. Un desmosome est caractérisé par un élargissement de l'*espace intercellulaire* dans lequel peuvent apparaître de fines membranes supplémentaires et par une augmentation de la densité du cytoplasme environnant avec présence de *tonofilaments*.

Dictyosome. Voir Golgi (appareil de ...).

Diplosome. Voir centriole.

Ergastoplasme. Syn. réticulum endoplasmique rugueux ou granulaire : voir réticulum endoplasmique.

Ergosome. Voir polyribosome.

Espace intercellulaire. Dans le règne animal, un espace, compris généralement entre 100 et 200 Å, sépare les *membranes plasmiques* des cellules adjacentes. Cet espace, qui peut se dilater et même présenter des canalicules, est en communication avec le tissu interstitiel.

Chez les végétaux, l'espace intercellulaire est occupé par la membrane pectocellulosique.

Espace périnucléaire. Voir membrane nucléaire.

Figure myélinique. Figure formée par des lamelles concentriques de phospholipides dissociés des complexes lipides-protéines-eau du *cytoplasme*. Elles apparaissent généralement dans des cellules en voie de dégénérescence dans des *phagosomes* ou des *cytolysomes*.

Flagelle. Voir cil.

Flagelle bactérien. Voir cil.

Golgi (Appareil de). Appareil lamellaire baignant dans le *cytoplasme* et formé de un ou de plusieurs *dictyosomes* ou saccules aplatis libérant sur leur pourtour de petites *vésicules* qui, par accroissement, deviennent des *vacuoles golgiennes* à contenu plus ou moins dense. Il peut y avoir plusieurs appareils de Golgi par cellule.

Gouttelette lipidique. Gouttelette dense aux électrons, non entourée d'une membrane. On en observe en quantité variable dans le *cytoplasme*, les *mitochondries* et les *chloroplastes*.

Grain de Palade. Voir ribosome.

Grana. Voir chloroplaste.

Granule. Particule entourée ou non d'une *membrane unitaire* et contenant divers produits de réserve (granules lipidiques, de

prézymogène, de zymogène, de glycogène, de mucus, de ferritine, etc.).

Interdigitations ou engrènements cellulaires. Systèmes divers d'attache des cellules entre elles moins solides que les *desmosomes* ou les *barres terminales* mais maintenant l'élasticité des tissus.

Kinetosome. Syn. corpuscule basal. Voir cil.

Lysosomes. Corps hétéromorphes à contenu dense hétérogène rencontrés dans le *cytoplasme* de certaines cellules animales. Les lysosomes sont pourvus d'enzymes hydrolysantes agissant à pH acide parmi lesquelles une estérase la phosphatase acide est facilement détectée en cytochimie électronique.

On distingue d'après leur âge et leur fonction de nombreux sous-types de lysosomes ; les lysosomes primaires ou cytosomes ne contenant que des protéines enzymatiques inactivés dont l'action se déclenche après rupture de la membrane unitaire qui les entoure ; les lysosomes secondaires contenant des protéines enzymatiques et non enzymatiques, les *phagosomes*, les *cytolysomes*, les *vacuoles digestives*, les *corps résiduels*, etc. Leur étude est en pleine évolution. Des particules semblables aux lysosomes ont récemment été découvertes chez les plantes. Elles contiendraient d'autres hydrolases et seraient à apparen-ter notamment aux sphérosomes et aux phragmosomes.

Matrice. Voir substance fondamentale.

Matrix. Voir substance fondamentale.

Membrane.

1) **Unitaire.** Au microscope électronique, à faible grossissement, une membrane biologique apparaît sous forme d'une ligne dense. A fort grossissement et en utilisant des fixateurs appropriés, elle se révèle composée de deux bandes sombres entourant une bande claire. Les deux bandes sombres correspondraient à des assises protéiques, la bande claire à une assise lipidique.

2) **Double.** Membrane constituée de deux membranes unitaires séparées par un espace de dimension variable. On la retrouve autour du noyau, des mitochondries et des chloroplastes.

3) **Plasmique** (Syn. plasmalemmes, pellicule ectoplasmique). *Membrane unitaire* entourant le cytoplasme. Chez l'animal, elle est séparée de la cellule voisine par l'*espace intercellulaire*. Chez le végétal, elle est généralement accolée à la membrane pectocellulosique.

4) **Basale.** Membrane épaisse de 500 à 2000 Å, visible au microscope optique et de nature fibrillaire. Elle sépare le tissu conjonctif des épithéliums et des endothéliums. Les cellules sont séparées de la basale par un espace compris entre 100 et 200 Å identique à l'*espace intercellulaire*.

Microbody. Voir peroxysome.

Microtubule. Structure cylindrique creuse de longueur variable et de 200 à 250 Å de diamètre. Les microtubules sont composés de fibrilles juxtaposées de 40 Å de diamètre et mis en évidence à l'état isolé ou en faisceaux dans le cytoplasme. Certains microtubules contribuent à la formation du fuseau mitotique.

Microvilli. Expansions cellulaires cylindriques et flexueuses contenant un cytoplasme dans lequel apparaissent de fines structures filamenteuses. Les microvillis sont recouverts par la *membrane plasmique*, leur longueur est variable de même que leur répartition par unité de surface.

Mitochondrie. Organite cytoplasmique entouré d'une double membrane. La membrane interne présente des invaginations appelées *crêtes* ou *cristae* allongées ou de forme tubulaire. Sur ces invaginations sont rattachées des *particules élémentaires* renfermant notamment les enzymes de la chaîne respiratoire. Les mitochondries contiennent dans leur *stroma*, du ADN, du ARN, des *ribosomes*, des protéines enzymatiques solubles ou non, des *granules lipidiques* et parfois des inclusions minérales normales ou pathologiques. (sels de Ca, Sr, Ba, Mn, Fe, Si). Leur nombre par cellule est variable.

Monosome. Voir ribosome.

Nebenkern. Voir réticulum endoplasmique.

Noyau. Organe essentiel de la cellule, le noyau est entouré d'une *double membrane* composée d'un feuillet interne lisse et d'un feuillet externe sur lequel peuvent s'accoler des *ribosomes*. Ces deux feuillets sont percés de *pores* de 400 à 1000 Å de diamètre qui peuvent paraître soit ouverts, soit fermés au moyen d'une très mince membrane, soit entourés de microcylindres ou de matériel granulaire. Membrane interne et membrane externe délimitent l'*espace périnucléaire* parfois en communication avec les canalicules du *réticulum endoplasmique*. La substance fondamentale du noyau ou *nucléoplasme* contient des filaments chromosomiques (voir *chromosome*) un ou deux *nucléoles* et, parfois, des inclusions diverses généralement qualifiées de pathologiques.

Nucléole. Corpuscule dense intranucléaire, de forme sphérique,

dépourvu de membrane, contenant des granules, de même dimensions que celles des *ribosomes* et des fibrilles d'un diamètre de 50 à 100 Å. Les granules contiendraient un ARN semblable à celui des ribosomes et les fibrilles des protéines associées à de l'ARN. Dans certains cas, on a constaté la présence d'ADN nucléolaire. L'ultrastructure des nucléoles peut varier suivant le type de cellule et son stade évolutif.

Nucléoplasme. Voir substance fondamentale.

Pars amorpha. Voir substance fondamentale.

Particule élémentaire. Voir mitochondries.

Pellicule ectoplasmique. Syn. membrane plasmique.

Peroxisome. Syn. microbody. Particule cytoplasmique entourée d'une *membrane unitaire* contenant chez les mammifères de laboratoire un noyau central structuré d'urate oxydase et, dans sa matrice, de la catalase, de la D-aminoacide-oxydase et de la L-hydroxyacide-oxydase. Le noyau central structuré semble absent chez l'homme.

Phagosome. Corps à propriétés lysosomiales (voir lysosomes) résultant d'une absorption par phagocytose et contenant des résidus de corps étrangers modifiés par attaque enzymatique ainsi que des enzymes hydrolisantes.

Phragmosomes. Vésicules repérées chez les végétaux et qui sont à l'origine de la formation du phragmoplaste ou membrane pectique séparant les deux cellules-filles lors de la cytodiérèse.

Plasmalemme. Syn. membrane plasmique.

Plasmodesme. Perforation de la *membrane pectocellulosique* végétale mettant en contact *membrane plasmique* et cytoplasme de cellules adjacentes. La continuité du *réticulum endoplasmique* à travers les plasmodesmes ne semble pas démontrée. Les plasmodesmes se formeraient sur le phragmoplaste à partir de canalicules du *réticulum endoplasmique* persistant entre les *phragmosomes*.

Polyribosome. Voir ribosome.

Polysome. Voir ribosome.

Pore nucléaire. Voir noyau.

Proplaste. Voir chloroplaste.

Quantasome. Voir chloroplaste.

Radicule ciliaire. Voir cil.

Réticulum endoplasmique. Système de canalicules présentant une suite de dilatations et de rétrécissements. Il parcourt le cytoplasme des cellules et semble parfois établir des communications avec l'*espace périnucléaire*. Chez les

végétaux, ce système, qui pourrait donner naissance aux *vacuoles*, rejoint souvent les *plasmodesmes* sans que l'on puisse nettement montrer qu'il les traverse.

Il est qualifié de rugueux ou granulaire ou encore appelé *ergastoplasme* si des *ribosomes* y sont accolés extérieurement. Il est dit lisse ou agranulaire s'il est dépourvu de ribosomes. Il forme des « *nebenkern* » s'il se présente sous forme de lames concentriques serrés.

Ribosome. Syn. grain de Palade. Particule cytoplasmique dense de 100 à 150 Å de diamètre contenant environ 40% d'ARN. Les ribosomes peuvent être libres (*monosomes*), fixés sur le *réticulum endoplasmique* et la *membrane nucléaire* externe ou réunis par des filaments d'ARN (ARN messenger) pour former des *polyribosomes* (*polysomes* ou *ergosomes*). Des particules ribosomiques ont été décelées récemment dans les mitochondries et les chloroplastes. Les ribosomes peuvent être fractionnés par ultracentrifugation. C'est à leur niveau que se fait la synthèse des protéines. Leur étude est en pleine évolution.

Sidérosome. Petit amas cytoplasmique de ferritine chez les animaux et de phytoferritine chez les végétaux. Ces deux protéines contiennent une forte proportion de fer (23%).

Sphérosomes. Particules cytoplasmiques des végétaux liées à la synthèse, à l'emmagasinement ou à la dégradation des lipides. Ils sont entourés d'une membrane simple, ont un aspect granuleux et contiennent également des hydrolases ce qui les apparente aux lysosomes.

Stroma. Voir substance fondamentale.

Substance fondamentale. Syn. matrice, matrix, pars amorpha, stroma. Milieu visqueux, généralement transparent aux électrons et qui forme le « contenu » du cytoplasme, du *nucléoplasme*, des organites cellulaires et des *espaces intercellulaires*. Il correspond au « surnageant » en ultracentrifugation.

Télolysosome. Voir corps résiduel.

Thykaloiide granaire. Voir chloroplaste.

Thykaloiide intergranaire ou stromatique. Voir chloroplaste.

Tonofibrille. Voir tonofilament.

Tonofilament. Filament de 50 Å de diamètre environ, constitué de protéines fibreuses type kératine. Les tonofilaments se rencontrent à la périphérie de la cellule, se rassemblent en faisceaux appelés tonofibrilles et convergent généralement vers les *desmosomes*.

Tonoplaste. Voir vacuole.

Vacuole. Enclave cytoplasmique séparée du cytoplasme par une *membrane unitaire* appelée tonoplaste. Une grande vacuole remplit la majeure partie des cellules végétales différenciées repoussant noyau et cytoplasme à la périphérie. Elle contient des substances minérales ou organiques à l'état soluble, colloïdal ou figuré.

Une vacuole naissante apparaît allongé ou étoilé. Elle contient souvent une substance dense. Chez les animaux, quand elles existent, les vacuoles sont peu nombreuses, petites, sans évolution caractéristique et à signification parfois pathologique.

Vacuole amylofère. Vacuole située dans le *stroma* des *chloroplastes* et contenant de l'amidon.

Vacuole d'autolyse. Voir cytolysome.

Vacuole autophagique. Voir cytolysome.

Vacuole de défécation. Vacuole libérant son contenu hors de la cellule.

Vacuole de phagocytose. Vacuole contenant des substances solides ayant pénétré dans la cellule par invagination de la *membrane plasmique*.

Vacuole digestive. Vacuole dans laquelle s'accomplit la digestion d'une substance phagocytée. Elle résulterait de l'union d'un *phagosome* et d'un *lysosome primaire*. La phosphatase acide y apparaîtrait uniformément répartie dans la masse vacuolaire.

Véculo golgienne. Voir Golgi (appareil de).

Vésicule. Globule intracytoplasmique sans contenu dense.

Vesicule de pinocytose. Invagination arrondie de la *membrane plasmique* en vue de l'absorption d'un liquide et des petites particules solides en suspension dans ce liquide.

X Body. Zone cytoplasmique modifiée ou en voie de dégénérescence. Cette zone est entourée ou non d'une membrane et parfois liée à une infection virale.

N.B. La cellule végétale se distingue morphologiquement de la cellule animale par les caractéristiques majeures suivantes : présence de chloroplastes, d'une membrane pectocellulosique percée de plasmodesmes et d'un système vacuolaire développé à l'état adulte. La membrane plasmique généralement collée sur la membrane pectocellulosique ne présente pas les spécialisations parfois concentrées chez son homologue animale (bandelettes obturantes, desmosomes, microvilli, bordures en brosse). La cellule végétale ne possède pas de centrosome sauf chez certains thallophytes et chez les cel-

lules mères des gamètes mâles de bryophytes, ptéridophytes et gymnospermes à anthérozoïdes ciliés. Des vésicules spéciales assimilées à des lysosomes ont été repérées récemment dans certaines cellules végétales.

LA CELLULE PATHOLOGIQUE (1)

1. Pathologie animale.

Avant l'invention du microscope électronique, les premières altérations morphologiques décelables chez les êtres vivants étaient généralement des altérations de tissus mises en évidence grâce aux techniques de microscopie optique. Les désorganisations intimes intracellulaires passaient généralement inaperçues et l'on ne reconnaissait guère que les changements grossiers de forme et de coloration des cytoplasmes des noyaux et des nucléoles.

A l'heure actuelle, les traités de pathologie se garnissent de plus en plus de micrographies électroniques décrivant des altérations cellulaires au niveau ultrastructural.

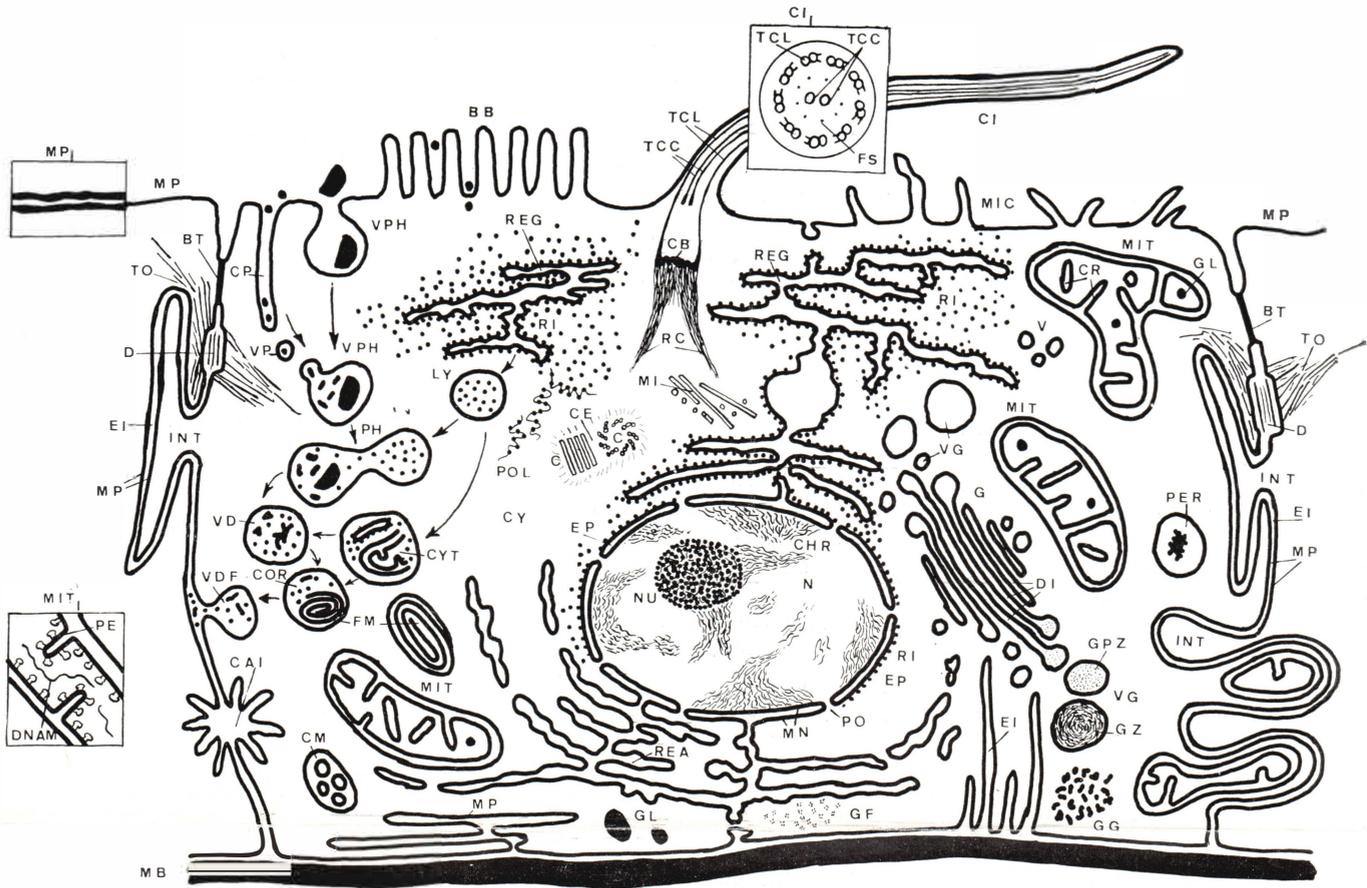
En voici quelques exemples cités principalement par P. DUSTIN (1966), A. POLICARD et M. BESSIS (1968). Nous les reprenons organite par organite.

1) **Le noyau.** Il y a augmentation du volume nucléaire en cas d'hypertrophie cardiaque et sous l'action d'inhibiteurs de mitose. L'apparition de vacuoles dans le noyau peut provenir d'une infection virale. Elle peut aussi constituer une lésion précédant la mort. Diverses maladies font apparaître des inclusions intranucléaires de produits divers (glycogène, lipides, plomb, bismuth, phosphate de calcium, cristaux et paracristaux divers).

2) **Le nucléole.** Le nucléole s'hypertrophie dans les cellules sécrétrices, les cellules en voie de croissance et au cours de certaines maladies. L'actinomycine provoque l'apparition de « capes » ou amas en forme de croissants s'accolant au nucléole en même temps qu'une inhibition de la formation d'acide ribonucléique messenger. Des substances cancérogènes agissent de la même façon. La mytomycine et l'actinomycine D dispersent le contenu nucléo-

(1) Les quelques exemples de pathologie cellulaire animale cités ici sont tirés de traités de synthèse et de vulgarisation. Ces traités n'existent pas encore en ce qui concerne la pathologie cellulaire végétale. Aussi, dans ce domaine, nous sommes nous bornés à condenser quelques travaux types.

REPRÉSENTATION SCHEMATIQUE DE LA CELLULE ANIMALE



(Les figures reliées par des flèches et montrant les relations existant entre les différents types des lysosomes sont inspirées d'un schéma de C. de Duve).

BB.	bordure en brosse.	G.	appareil de Golgi.	PE.	particules élémentaires.
BT.	barre terminale.	GG.	granule de glycogène.	PER.	peroxysome.
C.	centriole.	GF.	sidérosome.	PH.	phagosome.
CAI.	canalicule intercellulaire.	GL.	gouttelette lipidique.	PO.	pore nucléaire.
CB.	corpuscule basal.	GLP.	granule de prézymogène.	POL.	polyribosome.
CE.	centrosome.	GZ.	granule de zymogène.	RC.	radicules ciliaires.
CHR.	filaments chromosomiques.	INT.	interdigitations ou engrè- nements cellulaires.	REA.	réticulum endoplasmique agranulaire.
CI.	cil.	LY.	lysosome.	REG.	réticulum endoplasmique granulaire ou ergato- plasma.
CI1.	cil (coupe agrandie).	MB.	membrane basale.	RI.	ribosomes.
CM.	corps multivésiculaire.	MI.	microtubule.	TCC.	tubules ciliaires centraux.
COR.	corps résiduel.	MIC.	microvilli.	TCL.	tubules ciliaires latéraux.
CP.	canal de pinocytose.	MIT.	mitochondrie.	TO.	tonofilaments.
CR.	crêtes mitochondriales.	MIT1.	portion de mitochondrie à fort grossissement.	V.	vésicule.
CY.	cytoplasme.	MN.	membrane nucléaire.	VD.	vacuole digestive.
CYT.	cytolysome.	MP.	membrane plasmique.	VDF.	vacuole de défécation.
D.	desmosome.	MPI.	membrane plasmique à fort grossissement.	VG.	vacuoles golgiennes.
DI.	dictyosomes.	N.	noyau.	VP.	vésicule de pinocytose.
DNAM.	DNA mitochondrial.	NU.	nucleole.	VPH.	vacuole de phagocytose.
EI.	espace intercellulaire.				
EP.	espace périnucléaire.				
FM.	figures myéliniques.				
FS.	fibres secondaires des cils.				

REPRÉSENTATION SCHÉMATIQUE DE LA CELLULE VÉGÉTALE



CHL.	chloroplaste.	MIT.	mitochondrie.	REA.	réticulum endoplasmique agranulaire.
CHL1.	portion de chloroplaste à fort grossissement.	MIT1.	portion de mitochondrie à fort grossissement.	REG.	réticulum endoplasmique granulaire ou ergastoplasme.
CHR.	filaments chromosomiques.	MN.	membrane nucléaire.	RI.	ribosomes.
CP.	canal de pinocytose.	MPC.	membrane pectocellulosique.	T.	tonoplaste.
CR.	crêtes mitochondriales.	N.	noyau.	V.	vacuole.
CY.	cytoplasme.	NU.	nucléole.	V1.	vacuole à contenu dense.
DI.	dictyosome.	PE.	particule élémentaire.	VA.	vacuole amylifère.
DNAC.	DNA des chloroplastes.	PEC.	pellicule ectoplasmique (généralement accolée à la membrane pectocellulosique mais formant parfois des invaginations).	VG.	vacuoles golgiennes.
DNAM.	DNA mitochondrial.	PL.	plasmodesme.	VG1.	vacuoles golgiennes à contenu dense.
EP.	espace périnucléaire.	PO.	pore nucléaire.	VN.	vacuole naissante à contenu dense.
G.	appareil de Golgi.	POL.	polyribosomes.	VP.	vésicule de pinocytose.
GL.	gouttelette lipidique.	PR.	précipité intravacuolaire.	TG.	thylakoïde granulaire.
GPF.	granules de phytoferritine.	PRO.	proplaste.	TS.	thylakoïde intergranulaire ou stromatique.
GR.	granum.	Q.	quintasomes.		
IE.	invagination ectoplasmique.				
LY.	lysosome végétal ou sphérosome.				
M.	méat.				
MI.	microtubules.				

laire de certaines cellules en quatre plages, la première contenant des granules de 150 à 200 Å, la seconde des fibrilles de 50 à 80 Å, la troisième des substances amorphes et la quatrième paraissant vide.

3) **Les lysosomes et corpuscules apparentés.** Ils sont très étudiés à l'heure actuelle et interviennent, grâce à leur contenu en enzymes hydrolysantes et acides diverses (protéases, nucléases, glycosidases, phosphatases, sulfatases, estérases, cathepsines), dans les phénomènes de digestion cellulaire et de destruction intracellulaire de substances diverses. La rupture de leur membrane peut entraîner la mort de la cellule suite à la libération de ces enzymes. Les lysosomes seraient en liaison avec certains processus pathologiques dont les thésaurismoses lysosomiales. Ces maladies sont caractérisées, entre autres, par l'accumulation de substances en quantité anormale dans les lysosomes qui paraissent alors gonflés. Les biochimistes ont montré que ces accumulations pouvaient être dues soit à l'absence congénitale d'une hydrolase lysosomiale, soit au stockage par des lysosomes à équipement enzymatique normal de substances qualitativement ou quantitativement anormales. Les lysosomes interviennent également dans le métabolisme anormal des glucides (glycogénoses), des lipides complexes (leucodistrophie métachromatique), des métaux (hémossidérose, maladie de Wilson) et dans les réactions de cellules atteintes par des radiations ionisantes et dans le phénomène de vieillissement cellulaire.

4) **Les ribosomes.** On sait qu'ils se dispersent sous l'influence de l'éthionine et reprennent leur place normale dans la cellule après administration d'adénine. Dans les cas de saturnisme, l'augmentation de la basophilie cellulaire serait due à une fixation de plomb sur les ribosomes.

5) **Les mitochondries.** Dans des circonstances diverses, elles peuvent se fragmenter, gonfler, perdre leur crêtes internes et accumuler des produits divers. Dans les cellules hépatiques, elles s'arrondissent en cas de jeûne, d'hypoxie, d'intoxications virales et de carences. Chez les alcooliques, elles acquièrent des dimensions énormes (mégamitochondries). Dans les cellules cardiaques, elles gonflent sous l'action d'inhibiteurs de la respiration cellulaire (cyanure, malonate). Dans certains cas d'hypermétabolisme et de maladies hépatiques, elles contiennent des inclusions anormales cristallines ou non.

6) **Les vacuoles.** Les vacuoles sont rarement décrites dans

les cellules animales normales. Elles peuvent apparaître par injection de sels d'ammonium dans les reins après traitement aux agents chélateurs (acide éthylène-diaminotétraacétique) et dans les cellules bêta des îlots Langerhans en cas de diabète.

7) **Le réticulum endoplasmique.** Il serait à l'origine des phénomènes de vacuolisation et joue un grand rôle dans ceux de sécrétion. Il y a accroissement du réticulum lisse agranulaire sous l'influence du jeûne. Dans le foie, il s'hypertrophie sous l'influence du phénobarbital.

8) **Les inclusions cytoplasmiques.** Des inclusions fibrillaires peuvent apparaître dans le cytoplasme en cas de carence protidique. Le cytoplasme peut aussi accumuler la silice, le fer, le calcium.

Un certain nombre d'informations ont également été acquises au niveau des ultrastructures en ce qui concerne l'évolution des cellules, de leur naissance, jusqu'à leur mort en passant par les stades de croissance, de différenciation, de dégénérescence et de sénescence. La dégénérescence des cellules peut se marquer par une atrophie ou une hypertrophie du cytoplasme ou des organites qui s'y trouvent, l'apparition de vacuoles, de formations granuleuses intracytoplasmiques, de dépôts protidiques (infiltrations amyloïdes, hyalines, mucoïdes ou cirseuses), lipidiques, glucidiques, cholestériques, pigmentaires ou minéraux (Ca, Fe, Cu, Sr, Si).

La sénescence des cellules animales a été à peine étudiée. Dans les cellules nerveuses, elle se caractériserait par la diminution des corps de Nissl, dans les cellules du myocarde, des reins et des nerfs par l'apparition de pigments céroïdes appelés pigments d'usure ou d'épuisement. Les lysosomes joueraient un rôle encore peu connu mais considéré comme important dans ce phénomène.

2. Pathologie végétale.

De nombreuses modifications des contenus cellulaires de végétaux ont déjà été décrites mais il faut reconnaître que, dans le domaine de la phytopathologie, il existe un très grand retard sur les acquis de la pathologie animale. Ce n'est que depuis peu, en effet, que l'on possède suffisamment de renseignements concernant les ultrastructures normales des cellules végétales et il est évident qu'une bonne connaissance du normal doit précéder, dans chaque cas, la recherche de l'anormal.

Il faut noter ici que les principaux agents pathogènes des végé-

taux agissent très brutalement et occasionnent les destructions tissulaires rapides (attaques de champignons ou de bactéries). Dans ce cas, le microscope électronique est de peu d'utilité. Il ne peut donner de renseignements interprétables que lorsqu'il étudie des modifications plus fines et plus lentes comme celles dues aux infections virales, aux maladies physiologiques, aux carences et empoisonnements, aux modifications du milieu, à l'influence de produits chimiques divers, etc.

En voici quelques exemples :

— LAFLECHE D. et BOVE J. M. (1) repèrent la présence de vésicules à double membrane et à contenu clair dans les chloroplastes de *Brassica sinensis* infecté par le virus de la mosaïque jaune du navet. Ces vésicules sont localisées sous la double membrane périphérique du chloroplaste et présentent une section circulaire ainsi que diverses particularités. Les chloroplastes apparaissent gonflés et pourvus d'un système lamellaire peu développé.

— CRONSHAW J., HOEFERT L. et ESAU K. (2) retrouvent des particules virales dans le cytoplasme, les chloroplastes et le noyau de cellules de feuilles de *Beta Vulgaris* infectées par le virus jaune de la betterave.

Dans les chloroplastes, ces particules virales peuvent être associées à des gouttelettes lipidiques. Dans le cytoplasme, elles s'accumulent en arrangements réguliers et provoquent une diminution du nombre des ribosomes. Des vésicules cytoplasmiques, en provenance vraisemblablement des dictyosomes de l'appareil de Golgi, apparaissent durant la période de multiplication du virus. Ces vésicules se déchirent lorsque l'infection atteint un stade avancé.

— WEINTRAUB M., RAGETLI H. W. et JOHN V. T. (3) repèrent un petit nombre de petits paquets de virus de la mosaïque du tabac dans des cellules de feuilles nécrotiques de *Nicotiana glutinosa*. Le nombre et la grosseur de ces paquets augmentent lorsque les plants inoculés sont maintenus à 26°C. Ils augmentent plus fortement encore lorsque des feuilles détachées sont incubées à cette même température. En cas d'infection des feuilles de *Chenopodium amaranticolor* par la même virus, ni le nombre de particules, ni leur arrangement ne sont affectés si on détache la feuille ou si on fait varier la température.

— ESAU K., CRONSHAW J., HOEFERT L. L. (4) montrent que le virus jaune de la betterave provoque une dégénérescence du cytoplasme des cellules de *Beta vulgaris*. Le virus migre rapidement à

travers les tubes criblés du liber et peut pénétrer par les plasmodesmes dans les cellules parenchymateuses de la plante.

— ESAU K. et CRONSHAW J. (5) étudiant le mode d'infection de cellules de *Nicotiana tabacum* par le virus de la mosaïque du tabac, repèrent ce virus dans le cytoplasme, le noyau, les chloroplastes, les vacuoles et entre les membranes plasmique et pectocellulosique. Dans le cytoplasme, leur présence donne lieu à la formation de x. bodies sans membrane délimitante dans lesquelles sont rassemblés des éléments de réticulum endoplasmique, des ribosomes, des particules virales et des faisceaux de microtubules.

— Quatre types de lésions ont été observées par HOWARD, ARNOTT et SMITH (6) dans des cellules du mésophylle de *Helianthus annuus* attaqué par un nouveau virus du type mosaïque. Citons : des inclusions cytoplasmiques cylindriques, filamenteuses et lamellaires, des changements dans la structure interne et dans le mode de division des chloroplastes, l'apparition de particules sphériques et filamenteuses à l'intérieur du noyau, l'apparition dans le cytoplasme de filaments viraux associés à la surface externe des chloroplastes.

— BENDADIS M. C. et DEYSSON G. (7) ont montré que le triparanol, qui empêche la synthèse du chlorostérol, peut provoquer diverses altérations des cellules méristématiques radiculaires de *Allium sativum*. Parmi celles-ci, retenons une modification de la chromatine par agglutination, le passage de noyaux ou de chromosomes d'une cellule dans l'autre, l'hypertrophie et la vésiculation de l'appareil de Golgi, l'altération de la membrane plasmique, l'apparition de figures myéliniques, un accroissement du réticulum endoplasmique, une diminution du nombre des ribosomes etc.

— BARTELS P. J. et PEGELOW J. R. (8) observant l'action d'un herbicide, le sirmate (3-4 dichlorobenzyl méthylcarbamate) sur des pousses de froment, remarquent, qu'en présence de lumière, les ribosomes des chloroplastes disparaissent et que le nombre de lamelles intrachloroplastiques diminue. Ce phénomène ne se reproduit pas lorsque les pousses croissent à l'obscurité.

— D'après NOBEL P. S. et SATIRU MURAKAMI (9), des particules opaques, augmentant de volume suivant les temps d'illumination, apparaissent sur la surface interne des thykaloïdes de chloroplastes d'épinard ayant absorbé des cations bivalents (strontium, baryum, calcium).

— Chez l'épinard légèrement carencé en manganèse, les chloroplastes des cellules foliaires montrent une augmentation de l'espace stromatique ainsi qu'une réduction des connexions intergra-

naires (POSSINGHAM J. V. (10)). Lorsque la carence est plus accentuée, le nombre de granas diminue mais ceux-ci augmentent de volume et prennent une forme circulaire. Les connexions intergranaires disparaissent, des structures vacuolaires et des structures non identifiées apparaissent aux bords des chloroplastes.

— L'urédinale *Puccinia poarum* produit des altérations importantes au niveau des cellules foliaires de *Tussilago farfara*. Les thylakoïdes des chloroplastes se dilatent et s'enroulent, se remplissent d'un matériel dense et ont tendance à se transformer en chromoplastes (ORCIVAL J. (11)).

— Chez quelques mutants chlorophylliens de *Nicotiana tabacum* les chloroplastes ne contiennent pas les grana habituels mais au contraire des membranes isolées et largement séparées. Cette structure est liée à une capacité accrue de photosynthèse en lumière forte. Dans la partie vert-jaune d'un tabac panaché, les chloroplastes montrent de longues lamelles largement séparées mais malgré la présence de chlorophylle, elles sont incapables de photosynthèse. (SCHMID G. H. (12)).

3. Le cancer.

Il semble acquis actuellement qu'il existe, à côté de différences certaines, des similitudes entre cancers animaux et végétaux et que la connaissance du phénomène cancéreux a progressé aussi bien grâce aux efforts accomplis sur la cellule végétale que sur la cellule animale (R. J. GAUTHERET 1965).

Le cancer est la maladie cellulaire par excellence. Elle est caractérisée par le fait que la croissance de la cellule malade demeure indéfiniment anormale, échappe en grande partie à tout contrôle de l'organisme et peut migrer dans d'autres tissus.

Les recherches concernant cette maladie ont largement utilisé les techniques de la microscopie électronique, ont même contribué à leur perfectionnement et donné un coup de fouet à la recherche d'informations concernant tous les types cellulaires.

Des résultats intéressants ont été obtenus, notamment l'identification de la plupart des virus associés à des tumeurs cancéreuses et la description des altérations cellulaires dues à la maladie.

Parmi ces dernières citons : l'hypertrophie nucléaire accompagnée d'irrégularités dans la forme des noyaux, la localisation anormale de la chromatine, la présence d'inclusions nucléaires et nucléolaires, l'augmentation de la basophilie protoplasmique, l'hypertrophie de l'appareil de Golgi, les malformations mitochondri-

ales etc. Ces altérations — et nous ne citons que les principales — sont très variables suivant le type de cellule et le type de cancer et, à ce jour, aucune lésion cancéreuse type de valeur générale n'a encore été mise en évidence.

Les recherches s'orientent vers l'étude de cellules cancéreuses cultivées *in vitro*, afin de faire abstraction de facteurs extérieurs compliquant le problème, et vers une plus grande collaboration interdisciplinaire. Selon toute vraisemblance, les facteurs responsables de la maladie devront être recherchés au niveau de la biologie moléculaire et de l'information génétique (W. BERNHARD 1966 - P. DUSTIN 1966 - A. POLICARD, M. BESSIS 1968).

CONCLUSIONS

L'image actuelle de la cellule apparaît bien plus compliquée que celle que nous livrait le microscope optique et il est certain que dans les années à venir de nouvelles notions viendront s'ajouter à celles connues actuellement.

Support indispensable de recherches physiologiques et biochimiques, la morphologie cellulaire approche, au niveau des structures les plus fines, le domaine de la biologie moléculaire où morphologie, physiologie et biochimie se confondent.

L'étude comparative de cellules normales et de cellules modifiées ou pathologiques est à même d'avoir des incidences pratiques à plus ou moins brève échéance.

REMERCIEMENTS.

Nous exprimons nos vifs remerciements aux professeurs DROCHMANS P. et HOMÈS J. de l'Université Libre de Bruxelles qui ont bien voulu revoir cette note et nous faire part de leurs précieux conseils.

BIBLIOGRAPHIE

1. Ouvrages généraux

- AFZÉLIUS, B., *Anatomy of the Cell*, University of Chicago Press, 1966.
BERKALOFF, BOURGET, FAVARD, GUINEBAULT, *Biologie et physiologie cellulaire*, Hermann, Paris, 1967.
BUVAT, R., Electron Microscopy of Plant Protoplasm, *Inter. Rev. Cyt.*, **14**: 41-1155, 1963.
BUVAT, R., Le cytoplasme végétal, dans *Travaux dédiés à Lucien Plantefol*, Masson, Paris, 1965.

- BOURNE, G. H., *Cytology of Cell Physiology*, Academic Press, New York, 1964.
- COULT, D. A., *Molecules and Cells*, Longmans, Londres, 1967.
- COUJARD, R., *Cellule vivante et formes élémentaires de vie*, Dunod, Paris, 1966.
- DE DUVE, C., *The Lysosome*, *Sc. Amer.*, Mars 1963.
- DEYSSON, J., *La cellule végétale, structure et fonctionnement*, Sedes, Paris, 1965.
- DURAND, M. et FAVARD, P., *La cellule*, Hermann, Paris, 1967.
- ENGSTRÖM-FINEAN, *Biological ultrastructure*, Academic Press, 1967.
- FINEAN, J. B., *Biological Ultrastructure*, Academic Press, 1967.
- FREY-WISSLING, A. et MÜHLETHALER, K., *Ultrastructural Plant Cytology*, Elsevier, 1965.
- HAGGIS *et al.*, *Introduction to Molecular Biology*, Longmans, London, 1965.
- HAGGIS, G. H., *The Electron Microscope in Molecular Biology*, Longmans, 1966.
- KIRK, J. T. O. et TILNEY-BASSET, R. A. E., *The Plastids*, Freeman, 1967.
- KURTZ, S. M., *Electron Microscopic Anatomy*, Academic Press, New York, 1964.
- LOEWY et SIEKEVITZ, *Cell Structure and Function*, Rinchart and Winston, Hot, 1963.
- OBRE, A., CAMPAN, F. et CHANTON, R., *Biologie cellulaire*, Doin, Paris.
- PAUL, J., *Cell Biology*, Heinemann, London, 1965.
- PILET, P. E., *La cellule*, Masson, Paris, 1964.
- PRIDHAM, J. B., *Plant Cell Organelles*, Academic Press, New York, 1967.
- THREADGOLD, L. T., *The Ultrastructure of the Animal Cell*, Pergamon Press, 1968.
- WILSON MORRISON, *Cytology*, Reinhold Pub. Corp., 1967.
- Acquisitions récentes en biologie*, Centre International de synthèse, Aubier-Montaigne, 1965.
- Travaux dédiés à Lucien Plantefol*, Masson, Paris, 1965.
- Le chloroplaste-croissance et vieillissement*. Ouvrage collectif publié et commenté par G. SIRONVAL, Masson, Paris, 1967.

2. Pathologie animale

- BERNHARD, W., Some problems of fine structure in tumor cells, *Progr. Exp. Tumor-Res*, 3 : 1-34, 1963.
- BERNHARD, W., Contributions récentes de la microscopie électronique au problème du cancer, *Journ. Elect. Microscopy*, Tokyo, Japan, 1967.
- DUSTIN, P., *Leçons d'anatomie pathologie générale*. Presses académiques européennes, Bruxelles, 1966.
- POLICARD, A. et BAUD, C. A., *Les structures inframicroscopiques normales et pathologiques des cellules et des tissus*, Masson, Paris, 1958.
- POLICARD, A. et BESSIS, M., *Éléments de pathologie cellulaire*, Masson, Paris, 1968.

3. Pathologie végétale

- GAUTHERET, R. J., Réflexions d'un botaniste sur le problème du cancer, dans *Travaux dédiés à L. Plantefol*, Masson, Paris, 1965.

En outre :

BERTHET, J., La digestion intracellulaire et les lysosomes. *Arch. Biol. (Liège)*, **76** : 367-385, 1965.

COULOMB, P., Mise en évidence de structures analogues aux lysosomes dans le méristème radicaire de la courge. *J. Microscopie*, **8** : 123-138, 1969.

(1) LAFLÈCHE, D. et BOVE, J. M., *Formation de vésicules à double membrane dans les chloroplastes de Brassica sinensis infecté par le virus de la mosaïque jaune du navet*. Société française de microscopie électronique Colloque de Bruxelles, 1967.

(2) CRONSHAW J., HOEFERT L. et ESAU K., Ultrastructural features of Beta leaves infected with beet yellow virus, *Journ. Cell. Biol.* **31**, 3 : 429-443, 1966.

(3) WEINTRAUB M., RAGETLI H. W., JOHN V. T., Some condition affecting their tracellular arrangement and concentration of tobacco mosaic virus particles in local lesions, *Journ. Cell. Biol.* **35**, 1 : 183-192, 1967.

(4) ESAU K., CRONSHAW J. et HOEFERT L. L., Relation of beet yellow virus to the phloem and to movement in the sieve tube. *Journal Cell. Biol.* **32**, 1 : 71-87, 1967.

(5) ESAU K., et CRONSHAW J., Relation of tobacco mosaic virus to host cells. *Journal Cell. Biol.* **33**, 3 : 665-678, 1967.

(6) HOWARD., ARNOTT., SMITH., Electron microscopy of virus-infected sunflower leaves. *J. Ultrastruct. research.* **19** : 173-195, 1967.

(7) BENDADIS M. C. et DEYSSON G., Modification de l'ultrastructure des cellules méristématiques radiculaires d'*Allium sativum* sous l'influence du triparanol. Communication donnée au Colloque annuel de la Société française de microscopie électronique. Bordeaux 1966.

(8) BARTELS P. G. et PEGELOW J. R., The action of sirmate on chloroplast ribosomes of *Triticum vulgare* seedlings, *J. Cell. Biol.* **37**, 2 (C1 - C6), 1968.

(9) NOBEL P. S. et SATORU MURAKAMI, Electron microscopic evidence for the location and amount of ion accumulation by spinach chloroplasts, *Journal Cell. Biol.* **32**, 1 : 209-211, 1967.

(10) POSSINGHAM J. V., The fine structure of leaf cells of manganese deficient spinach. *J. Ultrastruct. research* **11** : 68-83, 1964.

(11) ORCIVAL J., Sur des modifications particulières provoquées par une uréidine sur la structure des chloroplastes de *Tussilago farfara* L. *C-R Acad. Sci.*, Paris, **266**, 1968.

(12) SCHMID G. H., Photosynthetic capacity of lamellar structure in various chlorophyll-deficient plants. *J. Microscopic.* **6** : 485-498, 1967.

Bibliothèque

Nous avons reçu :

Terre et la Vie (la), n° 3, 1968.

M. BIRKAN : Répartition écologique et dynamique des populations d'*Apodemus sylvaticus* et *Clethrionomys glareolus* en pinède de Rambouillet — F. SPITZ : Interactions entre végétation et Campagnols dans les luzernières enclose et non-enclose — H. M. THIOLLAY : Densités estivales d'oiseaux dans quelques milieux herbacés de Vendée — *Id.* : Pression de prédation estivale du Busard cendré sur le Campagnol des Champs en Vendée — M. LE LOUARN : Micromammifères et Oiseaux du Mélézien Briançonnais — R. MAHEO : L'avifaune nidificatrice de l'île Bouilleron.

Id., n° 4, 1968.

A. BROSSET et C. CHAPPUIS : Effets de la prédation sur l'évolution des cris des jeunes oiseaux, I. — Cl. GRENOT : Étude comparative de la résistance à la chaleur de l'*Uromastax* et du Varan — Actes de la réserve de Camargue 36 (1966-67).

Zeepaard (het), n° 4, 1968.

P. H. NIENHUIS : Aantekeningen over zee- en brakwaterrivieren — P. H. BOER : *Corymorpha nutans* in bodemhappen bij het lichtschip Texel — W. J. WOLFF : Een nieuwe borstelworm voor Nederland : *Merceriella enigmatica* FAUVEL.

* * *

Robert THORN : *Les Salamandres d'Europe, d'Asie et d'Afrique du Nord*. — Coll. « Encyclopédie Pratique du Naturaliste » — Paul Lechevalier, Paris, 1968 (1969). 1 vol., 376 pages.

Voici que reparait un volume dans la série appréciée de l'« Encyclopédie pratique du naturaliste », alors que le dernier paru sortit de presse en 1949 !

L'ouvrage de R. THORN est un inventaire comportant la description morphologique et éthologique — au sens le plus large — de toutes les espèces et sous-espèces de la région paléarctique. La classification adoptée est basée sur les travaux récents de BRAME. Pour chacun des taxa, on trouvera la synonymie latine de base, rédigée avec grande exactitude, les noms vernaculaires français, anglais et allemands (éventuellement une désignation française adoptée du japonais), les dimensions, la description de l'adulte et des larves, la distribution, l'habitat, l'éthologie, les techniques d'élevage et une mention particulière des caractères diagnostiques de différenciation des espèces et sous-espèces. 16 planches photographiques, 56 figures et 11 cartes de répartition concernant 110 taxa illustrent le texte. Il n'y a aucune figure en couleur.

On trouvera en outre un chapitre consacré aux techniques d'élevage, un tableau généalogique (p. 308), une clef de détermination pour les Urodèles

adu tes de la zone paléarctique en général, une autre pour ceux de l'Europe en particulier, une troisième pour les larves des espèces européennes uniquement. La bibliographie comporte 24 pages et elle ne représente certainement qu'une faible partie de l'abondante documentation que l'auteur a été amené à consulter pour réaliser cette synthèse. Divers index rendent commode l'utilisation du livre. Il est préfacé par Jean ROSTAND.

Cet inventaire correspond à l'état des connaissances en 1967. Un addenda (pages 353/4 et 111) mentionne les découvertes les plus récentes. C'est fort remarquable, surtout lorsque l'on pense aux difficultés d'information concernant par exemple les espèces d'Asie Centrale.

On n'y trouvera pas de chapitre traitant spécifiquement de la biologie des Urodèles ni de leur organisation ; seul un volumineux traité pourrait combler cette lacune ! Le texte est cependant très riche d'informations, toujours axées sur les thèmes fondamentaux que s'est assigné l'auteur. A côté de l'éthologie sexuelle, qui représente la majeure partie du travail, on trouvera des détails relatifs au psychisme, diverses données de biogéographie, etc...

On lira, par exemple, avec intérêt les paragraphes qui soulignent l'importance toute particulière du milieu torrentiel pour l'évolution des vertébrés tétrapodes (pp. 96, 171, etc.), la description de l'accouplement de la salamandre terrestre (p. 155, d'après JOLY) ; on découvrira que la forme typique de la salamandre n'est pas retenue pour la France, sauf pour la région alpine, qu'il y a 2 espèces et 4 sous-espèces d'*Hydromantes* pour l'Europe, etc. Enfin, le naturaliste s'attardera plus spécialement à ces paragraphes où l'on mentionne les inconnues, assez nombreuses ! Cet ouvrage engendrera de nombreuses observations et des recherches qui doivent logiquement déboucher sur de l'inédit. Il comble une immense lacune, que WOLTERSTORFF s'était attaché à vouloir combler au début de ce siècle, mais sans y parvenir.

Il convient de souligner la qualification toute particulière de l'auteur pour traiter de ce sujet. Robert THORN est un naturaliste amateur luxembourgeois, dont la vie est entièrement consacrée à l'étude des Urodèles. Ses nombreux voyages d'exploration, en Turquie, en Corse, dans la Péninsule Ibérique, dans les Alpes Maritimes et dans divers massifs montagneux d'Europe, les impressionnants et très remarquables élevages qu'il entretient avec tant de passion à son domicile (plus de 30 terrariums contenant des Urodèles et d'autres batraciens du monde entier), ses travaux, enfin, relatifs notamment à l'éthologie sexuelle d'*Hynobius nebulosus* et d'*Hydromantes genei*, et sa modestie, nous le font considérer comme le ROLLINAT contemporain des Urodèles !

G. H. PARENT.

LES NATURALISTES BELGES A.S.B.L.

But de l'Association : Assurer, en dehors de toute intrusion politique ou d'intérêts privés, l'étude, la diffusion et la vulgarisation des sciences naturelles, dans tous leurs domaines.

Avantages réservés à nos membres : Participation gratuite ou à prix réduit à nos diverses activités et accès à notre bibliothèque.

Programme

Voyage de la Toussaint. Du vendredi 31 octobre au lundi 3 novembre inclus : 3 jours de pension complète à Saint-Valery-sur-Somme, dans un bon hôtel. Guides : MM. WATTEZ et BON. Au programme : la forêt de Desvres (grande richesse mycologique), le Marquenterre, l'estuaire de la Somme, le pays de Caux (mycologie, botanique, ornithologie, géologie).

Prix : 1600 F (1750 F pour les chambres à une personne, en nombre limité), à verser entre le 20 septembre et le 10 octobre au C.C.P n° 2402.97 de L. Delvosalle, 25, av. des Mûres, Bruxelles 18.

Le programme détaillé sera envoyé aux seules personnes inscrites.

Mercredi 12 novembre, à 20 h, au Jardin botanique national, dans le local situé près de l'entrée, 236, rue Royale, Bruxelles 3 : Causerie par M. C. VANDEN BERGHEM : *Un botaniste dans les Pyrénées*. Projection de diapositives.

Mercredi 26 novembre, à 20 h, dans le même local : Causerie par M. JACQUES : La Grande Barrière de Corail vue par un des zoologistes de l'expédition belge en Australie. Projection de diapositives.

Mercredi 10 décembre, à 20 h, dans le même local : Causerie par M^{lle} P. DOYEN, chef de travaux à l'Institut royal des Sciences naturelles : Le Parc national suisse. Projection de diapositives.

Section des Jeunes

Mercredi 15 octobre : Excursion au Bois de Dieleghem (zoologie et botanique — chasse aux insectes). Réunion à 15 h au terminus du tram 103 (plaque Dieleghem). Fin de l'excursion vers 17 h 30. Emporter si possible : filet, tubes, flacons, pince. Imperméable et grosses chaussures.

Mercredi 29 octobre : Initiation à l'étude des champignons. Réunion à Auderghem-Forêt à 15 h (trams 44 et 45). Fin de l'excursion vers 17 h 30. Imperméable et grosses chaussures.

Petites annonces

A vendre (prix à convenir) : Jean MASSART : Pour la protection de la Nature en Belgique (Bruxelles 1912, H. Lamertin éditeur, 308 pages 1 ct.h.t.-Extr. Volume Jubilaire publié à l'occasion du Cinquantenaire de la Soc. Royale de Botanique de Belgique). Écrire à G. De Block, 25, av. des Désirs, Bruxelles 14.

A vendre d'occasion : revues « Naturalistes Belges » de 1920 à 1930, et de 1946 à 1968, certaines reliées. Autres livres de biologie. Liste sur demande. Écrire à Labar Paul, Pavé St Joseph, 1, Loupoigne.

Institut national de Cinématographie scientifique

SAISON 1969-1970 — PALAIS DES CONGRÈS — Salle Albert I^{er} (entrée jardins) — 20 h 30.

1. Cycle de 4 séances de films scientifiques d'intérêt général :

jeudi 9 octobre 1969, mercredi 3 décembre 1969, jeudi 15 janvier 1970, jeudi 12 février 1970.

2. Cycle de 4 séances de films médicaux :

mardi 14 octobre 1969, jeudi 11 décembre 1969, jeudi 29 janvier 1970, jeudi 26 février 1970.

Abonnements. — Ils peuvent être obtenus par versement au C.C.P. 774.06 de l'INCS, 31, rue Vautier, Bruxelles 4.

— Abonnement par cycle pour adultes : 200 F ; pour étudiants : 160 F. (+ 5 F par abonnement pour frais d'envoi).

— Prix des places par séance : 60 F ; étudiants : 50 F.

Deux publications des Naturalistes Belges

J. LAMBINON : **Les Lichens.** *Introduction à l'étude des Lichens de Belgique et des régions voisines.* Un volume de 196 pages, illustré de 56 figures. Prix pour nos membres : 160 F.

V. DEMOULIN : **Les Gastéromycètes.** *Introduction à l'étude des Gastéromycètes de Belgique.* Un volume de 50 pages, illustré de 19 figures. Prix pour nos membres : 50 F.

Nos membres peuvent obtenir ces ouvrages en faisant un versement au C.C.P. n° 1173.73 de la S.P.R.L. Universa, Hoenderstraat, 24, à Wetteren. Ne pas oublier de coller au dos du coupon une étiquette « En règle de cotisation pour 1969 ».

Notre couverture

Les Pleurotes (*Pleurotes ostreatus*) sont des champignons charnus, à lamelles décurrentes, croissant sur les vieux troncs en automne et en hiver. Le pied court, placé asymétriquement, s'observe très bien chez nos exemplaires. Les Pleurotes disparaissent au cours de l'hiver.

(Photo M. DE RIDDER).