

40<sup>e</sup> année

N<sup>o</sup> 3

Mars 1971

Abonnement 18 F

Le numéro 2,50 F

---

BULLETIN MENSUEL

DE LA

**SOCIÉTÉ LINNÉENNE DE LYON**

FONDEE EN 1822

RECONNUE D'UTILITE PUBLIQUE PAR DECRET DU 9 AOUT 1937

des SOCIETES BOTANIQUE DE LYON, D'ANTHROPOLOGIE ET DE BIOLOGIE DE LYON  
REUNIES

et de leurs GROUPES REGIONAUX : ROANNE, VALENCE, etc

---

**Siège social et Secrétariat général : 33, rue Bossuet, Lyon (6<sup>e</sup>)**

La partie administrative se trouve au centre de ce Bulletin.

---

**BOTANIQUE :****Les Chondriosomes et les Plastes  
sont-ils des Symbiotes intra-cellulaires ?**

par Yves LEMOIGNE.

Bien avant que le Microscope électronique ait permis une meilleure prospection des infra-structures cellulaires les travaux de P. DANGEARD, de GUILLIERMOND et de leurs élèves respectifs avaient conduit à l'affrontement entre deux théories opposées quant à la nature des plastes et des chondriosomes :

— GUILLIERMOND et ses élèves estimaient que plastes et chondriosomes étaient de même « nature », différant seulement par leur physiologie ; autrement dit : plastes et chondriosomes ne seraient que des états physiologiques différents d'une même catégorie d'organites.

— P. DANGEARD et ses élèves, par contre, affirmaient que plastes et chondriosomes correspondaient à deux catégories d'organites distinctes tant par leur physiologie que par leur origine ; distinctes génétiquement.

Dualité ou unité de nature des organites plastes et chondriosomes ?

Récemment, des observations en Microscopie électronique ont révélé que les organisations structurales des chondriosomes et des plastes étaient respectivement similaires à celle des Bactéries et à celle des Cyanelles endosymbiotes. De plus, la découverte d'ADN dans les chondriosomes et les plastes a remis à l'ordre des recherches actuelles cette question de l'origine des plastes et des chondriosomes. On peut, en effet, penser que l'ADN confère un haut degré d'autonomie. Les molécules d'ADN des chondriosomes et des plastes (molécules circulaires ou molécules ayant leur deux extrémités libres) sont curieusement semblables à celles des Bactéries et à celles des Cyanophytes. Ces observations nouvelles contribuent à remettre en honneur l'ancienne théorie des « endosymbiotes » formulée par PORTIER, selon laquelle les chondriosomes seraient des Bactéries adaptées à vivre en symbiose avec les cellules des êtres supérieurs. Par ailleurs, l'idée de comparer les chloroplastes à des Cyanophytes endosymbiotiques obligatoires a été émise en songeant à d'hypothétiques relations phylogénétiques, imaginables entre les Protocaryotes et les premières algues vertes.

De telles interprétations paraissent être, à priori, dans le sens de l'hypothèse soutenue par P. DANGEARD, tout en l'éclairant d'un jour nouveau (il n'avait certainement pas envisagé de telles origines).

Personnellement, nous estimons que la théorie, car il s'agit bien en l'occurrence d'une théorie, selon laquelle chondriosomes et plastes seraient des endosymbiotes est loin d'être démontrée. Aussi plaisante soit-elle pour l'esprit une telle façon d'interpréter repose sur une argumentation bien fragile qui pourrait, tôt ou tard, se révéler être fondée sur une confusion entre des convergences, ou, plutôt, fondée sur une confusion entre la notion d'homologie et la notion d'identité. Certes,

nous reconnaissons à cette théorie le mérite d'être une hypothèse de travail valable.

Dans la présente note nous voudrions exposer l'essentiel d'une réflexion qui, dépassant le cadre des observations microscopiques, nous a conduit à envisager une interprétation différente, et même opposée, à la « théorie des endosymbiotes » ; interprétation qui pourrait aussi représenter une hypothèse de travail pour des recherches en Microscopie électronique. Naturellement, nous avons bien conscience qu'il ne s'agit ici que d'hypothèses.

#### *Notion de Cellule et de Pluricellulaire dans le Règne Végétal.*

Il serait particulièrement satisfaisant pour notre esprit très cartésien de pouvoir raisonner à partir d'une unité vivante de construction. Pendant longtemps les Biologistes ont cru que la cellule représentait l'unité organique de construction des êtres vivants pluricellulaires. Or l'on sait maintenant, grâce au Microscope électronique, que les cellules constituant un Métaphyte ne sont pas juxtaposées échangeant entre elles selon des processus osmotiques contrôlés à travers leurs plasmallemes en contact. La connaissance de l'organisation des plasmodesmes (travaux de BUVAT) nous permet maintenant de considérer l'organisme Métaphyte comme une sorte de plasmode multinucléé. L'unité organique réside non plus au niveau de la cellule mais dans l'organisme pluricellulaire considéré dans son entier. Il n'y a pas que des liens d'ordre physiologique entre les cellules chez le Métaphyte, il y a des interrelations organiques, il y a continuité organique. Certes l'organisme se modifie tout au long de sa vie. De plus au fil des générations successives les organismes se transforment (notions de phylogénèse et d'évolution). L'organisme apparaît donc comme une donnée mouvante, et, l'unité réside plutôt dans la totalité des êtres considérés dans l'espace et le temps. Décevant pour l'esprit humain : l'unité est au niveau de la totalité.

Nous plaçant dans l'instant, et à la manière d'un fixiste, nous dirons que la Bactérie est un organisme qui, au moins a priori, doit être considéré comme équivalent à la cellule œuf point de départ d'un pluricellulaire et équivalent d'un Métaphyte considéré globalement. Il nous paraît difficile d'envisager d'emblée la comparaison entre Bactéries et Métaphytes à cause de la complexité et de la différenciation histologique de ces derniers. Par contre il nous semble possible, dans un premier temps, de comparer l'organisme bactérie et l'organisme cellule œuf<sup>1</sup> compte tenu que le protiste est aussi similaire à la cellule œuf souche d'un pluricellulaire.

#### *Organisme unicellulaire et Bactérie.*

Le noyau de l'organisme unicellulaire nous semble devoir être qualitativement la source d'au moins 3 catégories d'informations, autrement dit l'ADN nucléaire intervient vraisemblablement à 3 niveaux :

1. Ici la notion d' « organisme » correspond à la notion commune d' « individu ».

— une première catégorie d'informations, de valeur fonctionnelle, déterminent toutes les fonctions élémentaires diverses de l'organisme ;

— une seconde catégorie à valeur coordinatrice dans le cadre de la cellule ;

— une troisième catégorie d'informations, à valeur coordinatrice entre les « individus » des générations successives.

Les seconde et troisième catégories d'informations — processus d'intégration — seraient spécifiques du noyau, faisant de celui-ci un organite particulier dans la cellule ; compte tenu que le noyau pourrait être aussi à l'origine d'informations de première catégorie.

L'ADN contenu dans les nucléoïdes des chondriosomes et des plastes ne pourrait être à l'origine que d'informations concernant des fonctions élémentaires de la vie de la cellule. Pour rendre plus explicite notre pensée nous dirons que la différence (fonctionnelle) entre le noyau cellulaire, et, le nucléoïde des chondriosomes et des plastes est analogue à celle qui existe chez l'être humain dans le complexe des glandes hormonales entre l'hypophyse et les autres glandes hormonales. L'hypophyse (le noyau) fabrique des hormones spécifiques comme chacune des autres glandes hormonales (le nucléoïde), mais elle a aussi la faculté de synthétiser des hormones de coordination influant sur les autres glandes et c'est à ce titre que l'hypophyse est dite « chef d'orchestre des glandes hormonales ». De même le noyau cellulaire ne ferait-il pas office de chef d'orchestre vis-à-vis des organites intra-cellulaires ?

Les chondriosomes et les plastes sont des ateliers de l'usine cellulaire pour lesquels le noyau serait un centre coordinateur et peut-être aussi de direction (donnant des « impulsions »). Ce sont des unités fonctionnelles ayant leur propre système d'informations et délimitées par une « double membrane » analogue à la double membrane nucléaire. Dans un processus d'intégration à l'échelle cellulaire, chondriosomes et plastes apparaissent comme des dépendances du noyau. Cette dépendance est-elle essentiellement d'ordre physiologique ? Ne pourrait-elle pas être plus profonde et résulter d'une certaine unité organique ?

Certes où la morphologie permet de distinguer les plastes des chondriosomes, ces deux catégories d'organites se montrent génétiquement continues et indépendantes. La question de savoir si ces organites peuvent naître *de novo* dans le cytoplasme a été, et demeure, très débattue. Cependant, des observations de Microscopie électronique indiquent la possibilité de genèse de chondriosomes et aussi de plastes à partir d'évaginations nucléaires. Ces protusions se sépareraient du noyau en emportant du nucléoplasme et de l'ADN, puis évolueraient en chondriosomes ou plastes normaux. Ces faits suggèrent, naturellement, que l'ADN mitochondrial et l'ADN plastidial pourraient être fournis en premier par le noyau, mais on ne peut affirmer que cette fourniture soit indispensable à la perpétuation du chondriome ou du plastidome. De telles observations sont fondamentales, elles permettent de penser, nous

2. L'importance des « messagers » est à souligner.

semble-t-il, que plastes et chondriosomes seraient organiquement des « parties détachées » du noyau mais capables de se multiplier avec transfert d'ADN (ce qui impliquerait la duplication de l'ADN de ces organites ?).

Dans une cellule un certain « contingent » de chondriosomes et de plastes est transmis par les individus parents ou les individus souches, à ce contingent initial pourraient s'ajouter de nouveaux organites formés par le noyau. Il serait particulièrement intéressant de savoir si les plastes et les chondriosomes n'ont pas une « vie limitée », un renouvellement s'effectuant durant la vie de la cellule ? Par ailleurs, il se pourrait que le « besoin s'en faisant sentir » le noyau puisse « bourgeonner » de nouveaux organites qui viendraient s'ajouter à ceux préexistants.

Si les chondriosomes et les plastes sont bien des « dérivés » du noyau, il y aurait unité de nature entre ces organites, et, conformément à l'interprétation de GUILLIERMOND, plastes et chondriosomes ne seraient que des états physiologiques différents, d'une même catégorie d'organites. Il est d'ailleurs à remarquer que plastes et chondriosomes ont des fonctions très similaires. Ne sont-ils pas en effet, pour la cellule, les uns et les autres, des générateurs d'énergie chimique : les chondriosomes catabolisant le glucose (oxydo-réductions respiratoires) tandis que les plastes transforment l'énergie des photons ? La distinction sur le plan physiologique des rôles des plastes et des chondriosomes est beaucoup moins importante qu'il peut le sembler a priori.

Le nucléoïde de la Bactérie (ou de la Cyanophyte unicellulaire) ne peut être homologué au nucléoïde d'un chondriosome ou d'un plaste malgré les similitudes d'aspect, mais il doit être homologué à l'ensemble noyau et tous les nucléoïdes des chondriosomes et plastes de l'organisme unicellulaire. Dans cette perspective, l'ADN bactérien est à la fois de l'ADN de coordination et de l'ADN de fonction ; mais la Bactérie étant peu évoluée, fonctions élémentaires et fonctions de coordination ne sont pas distinguées (elles ne sont pas différenciées). Lors d'une comparaison entre Bactérie et organisme unicellulaire, et encore plus a fortiori entre Bactérie et Métaphyte, il importe de tenir compte de la dynamique de l'évolution diversificatrice.

#### *Organisme pluricellulaire, organisme cellulaire et Bactérie.*

Le « passage » de l'organisme unicellulaire (Prosites) à l'organisme pluricellulaire (Métaphyte) doit être considéré comme équivalent au « passage » de la cellule œuf au Métaphyte qui en dérive par le jeu des duplications cellulaires et de la diversification tissulaire. Chez la Métaphyte l'ADN de coordination préside non seulement à la coordination entre noyau « cellulaire » et organites chondriosomes-plastes ; il intervient vraisemblablement aussi dans la coordination entre les noyaux de l'ensemble des « cellules » ainsi que dans la coordination d'ordre phylogénétique entre les organismes des générations successives.

Avec les Métaphytes nous devons distinguer au moins 4 niveaux hiérarchisés dans le « système des informations » et dans ce que la

Génétique moderne nous a conduit à supposer être leur support organique : les structures à ADN ; cela en relation avec la diversification évolutive des processus d'information :

— les informations de coordination au niveau de la phylogénèse, c'est-à-dire entre les organismes des générations successives (4<sup>e</sup> degré des structures à ADN),

— les informations de coordination au niveau de chaque « organisme global », c'est-à-dire entre les noyaux cellulaires de chaque organisme (3<sup>e</sup> degré des structures à ADN),

— les informations de coordination au niveau cellulaire qui président aux interventions du noyau sur les organites intra-cytoplasmiques (2<sup>e</sup> degré des structures à ADN),

— les informations « d'action directe » au niveau des organites intra-cytoplasmiques : mitochondries et plastes (1<sup>er</sup> degré des structures à ADN) ; ce premier niveau (abstraction faite des chaînes de messagers) se situe au plan des multiples réactions physico-chimiques caractéristiques et fondements même de la Vie.

Personnellement nous sommes sensibles à la constatation suivante : les études des plantes fossiles et des plantes actuelles révèlent avec le Transformisme, une continuité effective entre les organismes, ce qui implique une interdépendance entre tous les organismes dans le temps et l'espace. La nature de cette interdépendance doit se placer au niveau des « informations ».

Les informations ont des inter-actions en cascade dans le sens du plus haut niveau vers le plus bas niveau. Il va de soi que l'évolution, de fait diversificatrice, va dans le sens d'une multiplicité des informations et des niveaux d'information. De la Bactérie à la plante Angiosperme il y a complexité croissante, aussi nous paraît-il vraisemblable qu'avec cette diversité de plus en plus grande des systèmes d'informations, parallèle à une distinction de niveaux de plus en plus accusée, il y ait une complexité croissante des « structures à ADN » sensées être les supports matériels de ces informations.

Dans cette perspective il n'est pas dénué d'intérêt d'évoquer les récentes observations relatives aux ADN mitochondriaux. En effet, si l'on a reconnu une structure en double spirale longue pour l'ADN nucléaire, l'ADN mitochondrial paraît être plus simple et, semble-t-il, sa structure serait à spirale unique courte. Par ailleurs, certains auteurs ont cru bon d'attirer l'attention sur l'existence dans les caryotypes de chromosomes particuliers : les chromosomes B ; d'autres ont cru bon d'évoquer à partir d'observations, l'existence possible de « super-chromosomes »...

La complexité croissante des organismes entraîne une augmentation des corrélations. La diversification histologique, dans le sens de spécialisations fonctionnelles, crée une interdépendance plus poussée entre les différentes parties du même organisme. La complexité « structuro-fonctionnelle » au sein d'un organisme implique parallèlement une complexité du système des informations et une augmentation des

niveaux d'informations. Il nous paraît utile d'évoquer ici les problèmes posés par l'obtention de nouveaux organismes pluricellulaires à partir d'une cellule (cultures de cellules isolées...) ou d'un groupe de cellules d'un métaphyte. Il est vraisemblable que la difficulté majeure réside dans la nécessité d'obtenir un « échappement » de cette cellule ou du groupe de cellules souches par rapport aux systèmes coordinateurs de l'organisme pluricellulaire dont on désire les séparer.

*Evolution, diversification et différenciation.*

Des Cyanophytes et Bactéries aux Angiospermes il faut tenir compte de la dynamique de l'Evolution. Or, la Paléobotanique ainsi que les études de Morphologie comparée et d'Anatomie comparée tendent à révéler que cette évolution a été source jaillissante à la fois de diversification et de différenciation.

Nous devons bien prendre conscience que la construction des organismes est sur le plan de l'évolution, un processus séquentiel qui, à la manière d'une biosynthèse, procède par étapes.

Bactérie, Protophyte (aussi cellule œuf), et Métaphyte — bien que formes d'appareils végétatifs caractérisées de phyla distincts représentent trois étapes de l'évolution. Evolution qu'il nous faut concevoir ainsi :

- initialement, devaient exister des protoplasmes indifférenciées ;
- puis, s'est exprimée la caractérisation d'un « territoire nucléaire » et d'un cytoplasme : ce dernier ayant progressivement différencié une « membrane » périphérique ; de tels organismes primitifs étaient au stade pro-cyanophyte (ou pro-bactérie) ;
- alors que le noyau se caractérisait progressivement, le cytoplasme, en relation avec des spécialisations physiologiques différenciait progressivement des territoires et organites : l'organisme unicellulaire, le Prototype s'est caractérisé ;
- par le jeu de la duplication de protophytes souches (cellules œufs ou cellules spores végétatives) que les Métaphytes se sont progressivement et continuent de se caractériser.

L'homologie d'organisation entre Bactérie et chondriosome est analogue à l'homologie entre le Protophyte et la « cellule » partie d'un Métaphyte. Ces homologies nous font penser à l'organisation du monde fondée sur une structure rythmique du type polymérisation : les molécules, les gammes de longueurs d'ondes lumineuses, les gammes de longueurs d'ondes sonores, les structures atomiques et les structures stellaires... Nous nous demandons si le processus fondamental de polymérisation aux différents niveaux, autrement dit si le processus séquentiel ne nous amène pas à considérer dans un caryotype  $xn$  deux « vecteurs » distincts :

— d'une part le nombre de base  $n$  et sa variation qui seraient déterminants dans les processus de différenciation des organismes, et les facultés d'adaptation de ceux-ci,

— d'autre part le paramètre  $x$  qui serait essentiel sur le plan de l'évolution (dans le déterminisme des séquences).

N'est-il pas en effet remarquable que l'on puisse obtenir des orga-

nismes dont l'appareil végétatif est normalement organisé, à partir de cellules haploïdes, de cellules diploïdes (cellule œuf ou cellules à l'origine d'une multiplication végétative) ; par ailleurs des espèces polyloïdes sont fréquentes.

### *Conclusion.*

Nous pensons que noyau, plastes et chondriosomes (sans oublier le reticulum endoplasmique) sont des territoires d'un même protoplasme qui se sont progressivement spécialisés au cours des temps et, de ce fait, qui se sont morphologiquement différenciés. Ce sont des parties d'un tout que nous ne pouvons séparer ou isoler sans les dénaturer car étroitement interdépendantes. Si plastes et chondriosomes, comme les noyaux d'ailleurs, apparaissent à notre observation comme génétiquement continus et indépendants, c'est que nous n'en avons qu'une vue partielle. De même vouloir isoler une cellule d'un organisme pluricellulaire est un contresens comme il est contre nature de vouloir isoler un organisme dans la biosphère. Vouloir isoler est, dans la Nature, poser un acte qui relève de l'amputation !

Ainsi se trouvent posés le principe et la nature des interrelations à tous les niveaux de la Biosphère : entre organites d'une même cellule, entre les cellules d'un même organisme, entre les organismes d'un même phylum, entre les phyla du Règne Végétal, entre tous les êtres vivants de la biosphère. Il s'agit là d'une immense question dont la réalité nous échappe et qu'une certaine conception de la Génétique nous fait oublier quand elle n'omet pas de la considérer. Chacun nous ne sommes qu'un élément d'un système dont l'unité est dans la totalité des éléments qui le composent dans l'espace et dans le temps.

La distinction fondamentale que nous estimons devoir exister entre les Bactéries et les chondriosomes nous fait envisager une forme possible de la cancérisation : de même que l'ADN du bactériophage introduit dans le corps bactérien modifie l'activité de celle-ci on peut penser que de l'ADN viral, ou de l'ADN de bactériophage... introduit dans le noyau d'une cellule d'un Métaphyte (ou de Métazoaire !) modifierait de par ses informations à valeur coordinatrice, le « contrôle » du noyau sur les autres organites intra-cellulaires et aussi les rapports de cette cellule avec les autres composant l'organisme ; la cellule « infectée » devient fonctionnellement autonome, elle « échappe » au processus d'intégration générale devenant alors la souche d'une tumeur c'est-à-dire un nouvel « organisme » parasitant l'hôte dont il tire toute sa substance. Le même phénomène d'« échappement » cellulaire peut être aussi provoqué par l'altération de l'ADN nucléaire ; altération déterminée par des facteurs de natures variées (physiques, chimiques...). Dans le cadre des recherches sur le cancer, des prospections au niveau des noyaux s'imposent, mais dans le cas d'agents infectieux intranucléaires peut-être le phénomène n'est-il visible que dans la ou les cellules tumorales souches. Nous ne devons pas perdre de vue le fait suivant : la spécialisation entraîne une distinction des fonctions mais aussi l'intégration de celles-ci, par conséquent la nécessité de nouveaux niveaux d'informations.