

JEAN PARIS

Greffes et sérologie chez les Éponges siliceuses

Supplément n° 11 à Vie et Milieu



LABORATOIRE ARAGO - BANYULS-SUR-MER

1961

HERMANN

115, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, PARIS VI

PUBLICATIONS DU LABORATOIRE ARAGO

UNIVERSITÉ DE PARIS

SUPPLÉMENTS A VIE ET MILIEU

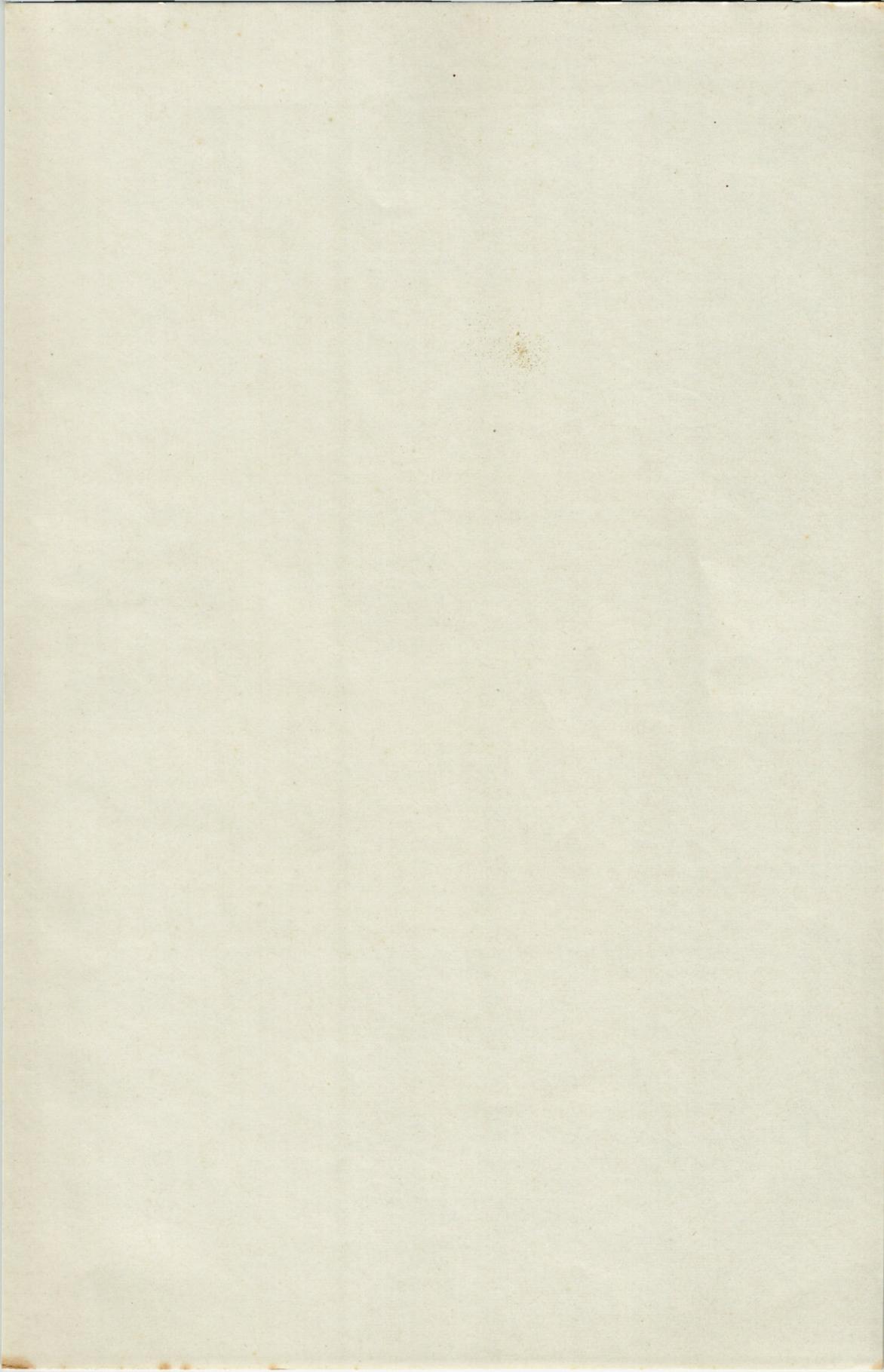
Des fascicules spéciaux sont consacrés à diverses questions considérées sous l'angle écologique, questions pour lesquelles ils représenteront un essai de synthèse. Ces *Suppléments*, publiés sans périodicité fixe, sont acquis isolément et en dehors de *Vie et Milieu*.

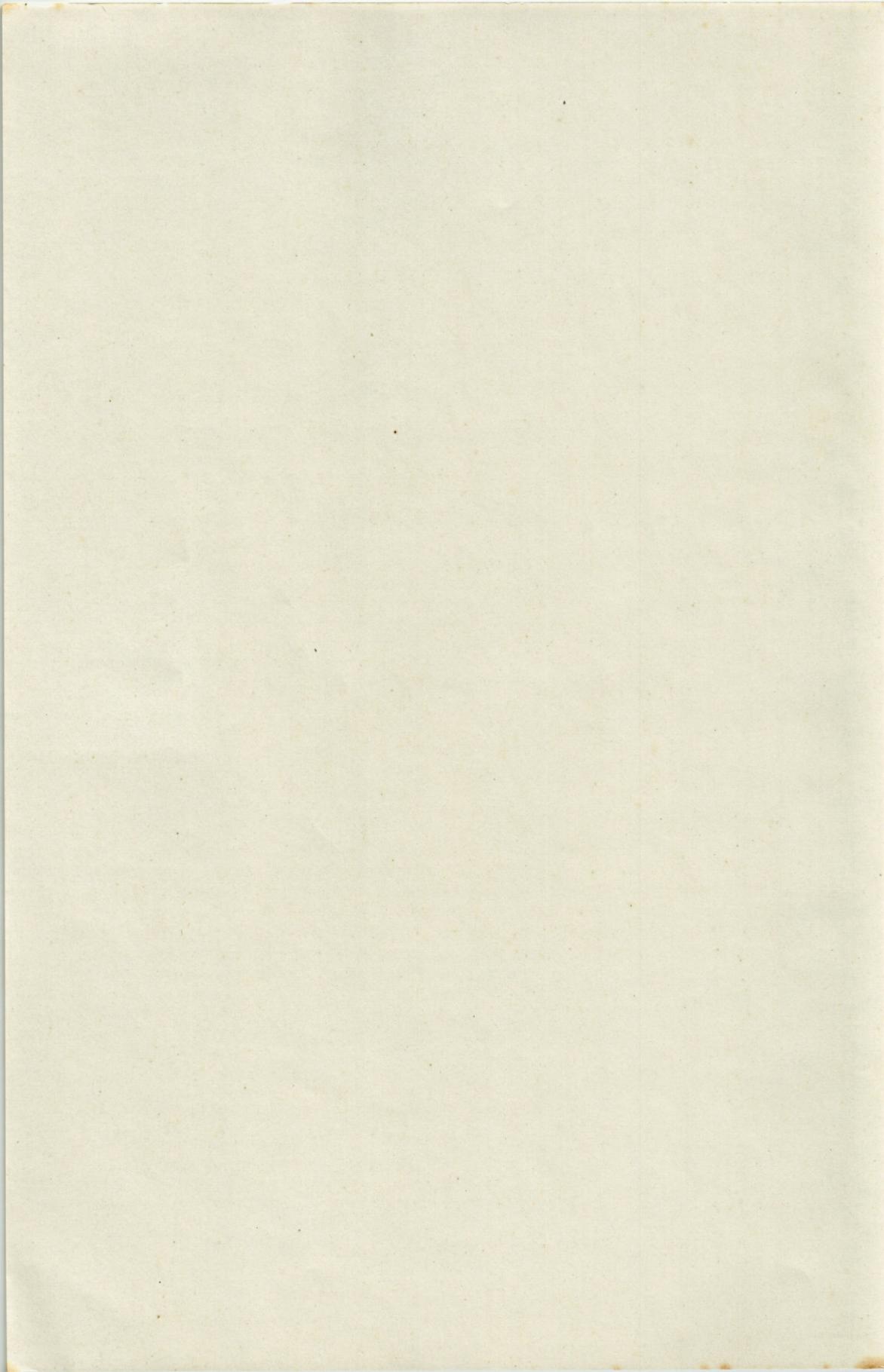
- N° 1. — Cl. DELAMARE DEBOUTTEVILLE. — Microfaune du sol des pays tempérés et tropicaux, 1-360, 65 figures, 1951.
- N° 2. — Océanographie méditerranéenne. Journées d'études du Laboratoire Arago, 1-298, 1952.
- N° 3. — Résultats des campagnes du « Professeur Lacaze-Duthiers ». I. Algérie 1952, 1-209, 1 carte hors-texte 1954, épuisé.
- N° 4. — J. THÉODORIDÈS. — Contribution à l'étude des parasites et phorétiques de Coléoptères terrestres, 1-310, 57 figures, 1955.
- N° 5. — P. AX. — Les Turbellariés des étangs côtiers du littoral méditerranéen de la France méridionale, 1-215, 53 figures, 1956.
- N° 6. — Résultats des campagnes du « Professeur Lacaze-Duthiers ». II. Algérie 1952 et Baléares 1953, 1954, 1-238, 1 carte hors-texte, 1957.
- N° 7. — H. COIFFAIT. — Les Coléoptères du sol, 1-204, 103 figures, 1958.
- N° 8. — E. ANGELIER et coll. — Hydrobiologie de la Corse, 1-277, 1959.
- N° 9. — Cl. DELAMARE DEBOUTTEVILLE. — Biologie des eaux souterraines et continentales, 1-740, 254 figures, 1 carte hors-texte, 1960.
- N° 10. — J.-P. CHANGEUX. — Contribution à l'étude des animaux associés aux Holothurides, 1-124, 30 figures, 1961.
- N° 11. — J. PARIS. — Greffes et sérologie chez les éponges siliceuses, 1-82, fig., 1961.

Sous presse :

Notodelphid Copepods from Banyuls-sur-Mer, par P. ILLG et P. DUDLEY.

Les suppléments à *Vie et Milieu* sont en vente chez HERMANN, 115, boulevard Saint-Germain, Paris VI.





ACTUALITÉS
SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

1292

UNIVERSITÉ DE PARIS
LABORATOIRE ARAGO 1961

JEAN PARIS

Greffes et sérologie chez les Éponges siliceuses

Supplément n° 11 à *Vie et Milieu*



LABORATOIRE ARAGO - BANYULS-SUR-MER

1961

HERMANN

115, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, PARIS VI

A la mémoire de mon père.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	I
--------------------	---

CHAPITRE PREMIER

HISTORIQUE	3
------------------	---

CHAPITRE II

TECHNIQUES D'EXPÉRIMENTATION

Préparation du matériel	9
Macrogreffes de <i>Tethya lyncurium</i>	10
Macrogreffes de <i>Suberites Domuncula</i>	11
Microgreffes de <i>Tethya lyncurium</i>	11
Greffes hétéroplastiques	11
Techniques opératoires et élevages	12
Techniques histologiques	14
Fixation	14
Inclusions et coupes	14
Colorations	15

CHAPITRE III

OBSERVATIONS SUR LE VIVANT DES ÉPONGES GREFFÉES ET RÔLE DE LA TEMPÉRATURE DANS LES GREFFES

La prise de la greffe	17
Influence de la température	19

CHAPITRE IV

ÉTUDE HISTOLOGIQUE ET CYTOLOGIQUE DES GREFFES

Histologie normale de <i>Tethya lyncurium</i>	23
Les Pinacocytes	24
Les Choanocytes	24
Étude du Mésenchyme	26

II

Analyse des phénomènes cellulaires au cours des greffes de <i>Tethya lyncurium</i>	34
Histologie de <i>Suberites domuncula</i> Olivi	39
Les Pinacocytes	39
Les Choanocytes	39
Le Mésenchyme	40
Les phénomènes cellulaires au cours des greffes homoplastiques de <i>Suberites domuncula</i>	43
Greffes hétéroplastiques	47

CHAPITRE V

Étude sérologique de <i>Tethya lyncurium</i> et de <i>Suberites domuncula</i>	56
---	----

CHAPITRE VI

Conclusions	64
Bibliographie	71

INTRODUCTION

Le travail sur les greffes homo. et hétéroplastiques de Tethya lyncurium et de Suberites domuncula que je présente ici a été fait au Laboratoire Arago.

C'est ma présence constante au laboratoire qui m'a permis de le mener à bien, car les Éponges ne peuvent être conservées que dans des aquariums contenant de l'eau de mer courante. De plus, les conditions de vie spéciale, nécessitées par les Éponges opérées ne pouvaient être réalisées que dans un laboratoire maritime.

Au début de ce travail je tiens à remercier chaleureusement M. le professeur PETIT, directeur du Laboratoire Arago, des précieux encouragements qu'il n'a cessé de me prodiguer. En me faisant l'honneur de me choisir comme Assistant, puis comme Chef de travaux, il m'a placé dans d'excellentes conditions de travail, facilitant ainsi grandement ma tâche.

Je remercie M^{lle} le professeur O. TUZET qui a suivi mon travail et m'a fait profiter de sa grande connaissance des Eponges, ainsi que mon ami Max PAVANS DE CECCATTY qui m'a constamment aidé de ses conseils.

J'exprime ma sincère reconnaissance à M. P. BOUGIS, à M. C. DELAMARE DEBOUTTEVILLE, ainsi qu'à M. L. LAUBIER, pour leur sympathie souvent exprimée à l'égard de mes recherches.

Je remercie très vivement M. J. VASSEROT qui a bien voulu m'expédier des Éponges des côtes du Finistère.

Je n'aurai garde d'oublier Michel GALANGAU, agent technique au Laboratoire Arago, qui n'a cessé de me seconder dans toute la partie matérielle de mon travail, M^{lle} L. LOMONT pour la partie technique, ainsi que M. J. CAVILLE qui a collaboré à l'illustration photographique de ce travail.

Je travaille depuis cinq ans au Laboratoire Arago et je tiens à remercier tout le personnel de la Station, de l'amitié et de l'aide qu'ils n'ont cessé de m'apporter.

Qu'il me soit enfin permis de remercier M. le professeur GRASSÉ, membre de l'Institut, du grand honneur qu'il m'a fait en acceptant de présider le jury de cette thèse ; et je suis heureux que M. le professeur DRACH, directeur-adjoint du C.N.R.S., ait bien voulu siéger dans ce jury.

CHAPITRE PREMIER

HISTORIQUE

Chez les Spongiaires et les Coelentérés, l'étude des phénomènes de régénération ont donné lieu à de nombreux travaux. Par contre, l'analyse des greffes homo. et hétéroplastiques a été beaucoup moins poussée, en particulier chez les Éponges. Cependant greffe et régénération proprement dite empruntant des processus souvent analogues, nous ne nous bornerons pas, ici, à signaler les recherches qui ont été faites sur les greffes. Nous rappellerons aussi, rapidement, celles ayant trait à la régénération sous ses diverses formes, aussi bien chez les Spongiaires que chez les Coelentérés, très proches les uns des autres à ce point de vue.

A notre connaissance un seul travail a été publié sur les greffes d'Éponges, celui déjà bien ancien de VAILLANT (1869). L'auteur a commencé ses expériences en pratiquant des ablations de parties d'Eponges, afin de voir comment se réalisait la cicatrisation. Puis il a effectué des greffes, soit de *Tethya lyncurium* sur elle-même, soit d'Éponges différentes (appartenant aux genres *Sycon*, *Halichondria*, *Remiera*, *Polymastia*) sur *Tethya*. VAILLANT ne dit rien de la façon dont ont été conduites ces expériences; il en donne seulement les résultats. Les greffes d'individu à individu chez *Tethya lyncurium* seraient faciles, mais les greffes d'un genre différent sur *Tethya lyncurium* ont abouti à des échecs.

Chez les Coelentérés il existe, au contraire, des travaux récents, ceux par exemple de KOLENKINE (1958) qui étudie les hétérogreffes d'*Hydra attenuata* et *Pelmatohydra oligactis*. Lorsqu'on associe deux fragments d'espèces différentes l'auteur constate qu'il se constitue, au niveau de la ligne de greffe, une région « chimère » formée par l'association de l'ectoderme de l'*Hydra attenuata* et de l'endoderme de *Pelmatohydra oligactis*. Dans cette région peuvent se différencier des bourgeons chimères. Dans un deuxième travail (1958) KOLENKINE observe que l'évolution des Hydres chimères dépend de leur structure. Les individus qui possèdent un ectoderme hétérogène fait de cellules d'*Hydra attenuata* et *Pelmatohydra oligactis* et un endoderme de *Pelmatohydra*, se régularisent

lentement grâce à l'élimination progressive de la région ectodermique appartenant à *Hydra attenuata*. Les chimères dont l'ectoderme est uniquement du type *Hydra* et l'endoderme du type *Pelmatohydra* régressent et ne sont pas viables.

En 1955 BRIEN et RENIERS-DECOEN étudient les cellules interstitielles des Hydres et leur rôle dans les cas de régénération. Ils remarquent que ces éléments constituent une réserve de cellules embryonnaires, proliférantes et totipotentes, capables de suppléer aux défaillances de diverses cellules différenciées. Ces cellules interstitielles seraient donc responsables de nombreux phénomènes de reconstitution tissulaire.

Chez les Spongiaires, la régénération proprement dite a été très étudiée.

En effet, chez de nombreuses Éponges la régénération à partir d'un fragment de tissu séparé du corps se fait facilement. Ces fragments sont capables de continuer à vivre et à croître, en donnant naissance à de nouvelles Éponges.

ALLEMAND-MARTIN (1906) et DUBOIS (1911) se basant sur ces observations, ont essayé de faire des cultures d'*Hippospongia equina* afin de favoriser la récolte de ces Éponges de toilette.

MASS (1910) entreprend une série d'expériences pour étudier la régénération chez *Chondrosia reniformis* en séparant la partie corticale du parenchyme médullaire. Ses recherches l'amènent à conclure que les Éponges ne montrent pas de véritables néoformations, mais plutôt un pouvoir important de rétablissement ou de réarrangement qui redonne un individu normal. Les Éponges auraient des difficultés à cicatriser leurs blessures, ce qui est d'autant plus remarquable qu'elles sont capables de bourgeonnement.

En 1892 DELAGE signale que lorsque deux larves se fixent côte à côte, elles peuvent se fusionner en un individu unique pourvu au début d'un seul oscule.

BURTON, en 1933, décrit la coalescence de larves âgées d'*Iophon hydmani* et en 1949 il observe que certaines Éponges aux stades post-larvaires ont tendance à se mouvoir et à fusionner lorsqu'elles entrent en contact. Aux stades ultérieurs, certaines d'entre elles produisent des plasmodes qui peuvent conduire à la formation de nouveaux individus. Enfin de nombreuses Éponges peuvent être aussi formées par fragmentation d'individus préexistants.

On peut rapprocher de ces phénomènes de régénération le pouvoir qu'ont des masses de cellules indifférenciées d'Éponge, de reproduire à nouveau une autre Éponge.

C'est le cas par exemple des gemmules d'Éponges d'eau douce ou marine. HERLANT-MEEWIS (1948) décrit chez *Suberites domuncula* des gemmules se composant d'une zone centrale, constituée par des amoébo-

cytes tous semblables, bourrés d'inclusions de matières de réserves: enfermés dans une coque chitineuse commune dépourvue de spicules. Ces gemmules se forment dans la profondeur du parenchyme et ne sont libérées que lors de la destruction naturelle ou accidentelle de l'Éponge. A ce moment elles germent et les amoebocytes en se divisant, donnent naissance à toutes les cellules de la jeune Éponge. Ces phénomènes sont semblables à ceux qui ont été observés chez les *Spongillidae* par BRIEN (1932). D'après cet auteur les différents tissus des organes proviennent tous des archéocytes chargés de deutoplasme qui forment exclusivement la masse de la gemmule. Les archéocytes constituent une réserve de cellules embryonnaires, capable d'édifier tous les tissus de l'Éponge, ils sont totipotents et analogues aux cellules interstitielles des Coelentérés. Les *Spongillidae* régressent en automne, et les nouveaux tissus soma et germen se reconstituent au printemps suivant, aux dépens des archéocytes.

Il existe, à côté des gemmules, d'autres corps capables de régénérer une nouvelle Éponge : ce sont les réducties décrites par MÜLLER en 1911. Cet auteur a observé qu'en aquarium des *Spongillidae* forment de petites sphériques par concentration du mésenchyme entre la charpente des spicules. Chaque réductie sphérique ou ovale est entourée d'un épithélium aplati constitué de cellules dermales et contenant uniquement des archéocytes. Ces réducties peuvent reformer de nouvelles Éponges.

Elles sont considérées, au même titre que les gemmules et les sorites des Hexactinellides, qui ont une structure voisine, comme des corps de reproduction asexuée.

Dans les divers cas que nous venons d'examiner, la réorganisation correspond à une régénération vraie et l'histogenèse, autant que la morphogenèse, se poursuivent du centre à la périphérie. La différenciation des cellules est corrélative de leur fonction. Dans la réorganisation de l'Éponge *Ephydatia fluviatilis*, BRIEN pense que la différenciation des cellules dérivant des archéocytes initiaux se fait progressivement en collencytes formant l'enveloppe épithéliale, les canaux et la trame mésenchymateuse, et enfin en choanocytes. PENNEY (1934) montre que des *Spongilla discoïdes* maintenues dans des conditions défavorables, mais en eau courante, perdent leur organisation et se réduisent à de petites masses compactes de cellules. Toutes les cellules de l'Éponge sont représentées dans ces réducties. Le processus est réversible. Si l'Éponge en voie de réduction est placée dans de l'eau d'étang, elle régénère. Une observation semblable a été faite par DE LAUBENFELS (1952) qui observe chez *Hymeniacidon sanguinea* des amas de petites Éponges qui seraient dues à la désagrégation des gros individus par suite de conditions défavorables.

Chez les Coelentérés le pouvoir de régénération est très répandu, beaucoup d'entre eux se reproduisant d'ailleurs par reproduction asexuée. Nous n'énumérerons pas ici les nombreux travaux relatant ce phénomène. Ceux de TREMBLEY (1740) qui étudia la régénération chez les Hydres

semblent être les premiers. Ces processus existent non seulement chez les Hydrozoaires, mais chez les Anthozoaires; les Actinies reconstituent facilement leurs tentacules, leur disque oral et leur pharynx. Un fragment quelconque peut redonner une Actinie complète, à condition qu'il contienne une partie du disque pédieux. Les Cténaires sont aussi capables de régénérer certaines parties de leur corps.

Enfin aussi bien les Éponges que les Coelentérés sont capables de se reconstituer à partir de cellules préalablement dissociées. Ce phénomène a été étudié par de nombreux auteurs.

Chez les Coelentérés les expériences ont été conduites chez les Hydraires. Certains genres (*Eudendrium*, *Corymorpha*, *Clava*) montrent une grande aptitude à reformer un nouvel individu après dissociation cellulaire par un passage à travers une soie à bluter par exemple. (WILSON 1911, OKADA 1927, FOYN 1927). MAYER (1950), après avoir pressé plusieurs exemplaires de *Hydra attenuata* à travers un tamis à mailles étroites a obtenu des régénérats capables de vivre. La naissance d'un nouveau polype dépend du nombre de cellules ectodermiques restées intactes.

Mais, dans certaines espèces d'Hydraires, les amas qui s'établissent, après filtration sont incapables de donner ensuite des polypes. (MORGAN et DREW 1914, HARGETT 1915).

Chez les Éponges, dès 1910, H.-V. WILSON montre que la dissociation de cellules de *Microciona prolifera* est suivie de la formation rapide de petites masses syncytiales qui s'unissent entre elles pour donner des agrégats isolés, ou des réseaux très denses à mailles étroites. HUXLEY (1921) retrouve ce phénomène chez l'Éponge calcaire *Sycon coronatum* et FAURÉ-FREMIET (1925-1932) l'étudie chez *Ficulina ficus*. Dans ce dernier cas on assiste à la constitution du réseau par rétraction des cellules qui étaient groupées en un dépôt épais. Dans ces agrégats on relève la présence de choanocytes, archéocytes, collencytes, cellules fus-chinophiles réunis au hasard de leur rencontre. Ces structures ne peuvent évoluer qu'après s'être fixées à un support. Les divisions cellulaires sont alors très nombreuses. Au cours du regroupement, toutes les cellules dégénérées sont éliminées, ainsi que beaucoup de débris. Les canaux apparaissent vers le dixième jour sous forme de lacunes irrégulières, situés dans le mésenchyme.

GALSTOFF (1925) reprend les expériences de WILSON sur *Microciona*. Pour lui, la formation des agrégats est due surtout aux archéocytes. La coalescence est le résultat d'un accident, les cellules « coaptent » dans leur route d'autres cellules. La vitesse de migration est de 0,6 à 3,5 par minute. Après 24 heures, le mouvement s'arrête, et la masse formée ressemble à une petite balle entourée d'une mince membrane.

BRIEN (1937) analyse à son tour la réorganisation de l'Éponge après dissociation et filtration chez *Ephydatia fluviatilis*. Il montre que

les processus sont très différents de ceux que l'on observe lors d'une évolution partant de la larve ou de la gemmule. Chez la gemmule, en effet, toutes les cellules dérivent d'une même catégorie, les archéocytes : tandis que dans la réorganisation après dissociation, si l'on excepte les néoformations (de scléroblastes, de cellules vacuolaires, granuleuses, sphéruleuses), les cellules dissociées gardent leur différenciation initiale, et les caractères qu'elles avaient dans l'Éponge souche. Elles ne se rassemblent pas dans un ordre quelconque. Il n'y a donc pas là d'histogenèse, mais simplement morphogenèse et organogenèse, impliquées par la nature des cellules en culture.

Enfin des expériences de régénération ont été pratiquées en mélangeant les cellules dissociées de deux espèces différentes d'Éponges. Dès 1925, WILSON se demandait si l'on pouvait aboutir ainsi à la création d'un nouvel individu et quelles étaient les conditions de ressemblance et de milieu qui pourraient déterminer ou inhiber de telles combinaisons. DE LAUBENFELS (1927) étudia dans ce but les dissociations de trois espèces de *Pachychalina* différant par leur coloration. Il note tout d'abord, après WILSON et GALSTOFF, que si les cellules ne proviennent pas de la même espèce, elles n'adhèrent pas entre elles. Cependant, comme dans le cas de fécondations croisées, on peut obtenir leur union en ajoutant à l'eau, 1/100 d'une solution normale de soude. Les conglomerats bispécifiques commencent alors leur métamorphose, mais beaucoup plus lentement que les conglomerats unispécifiques. Ils vivent de 1 à 4 jours; dans un cas seulement, ils ont vécu 13 jours et il y eut formation de corbeilles. Reprenant ses expériences en 1928, DE LAUBENFELS obtient la « réunion » durable d'éléments dissociés de deux espèces d'Éponges. Les corps de « réunion », où l'on reconnaît, aussi bien sur le vivant qu'après fixation, les cellules des deux partenaires, vivent deux semaines et se développent dans le sens d'Éponges adultes. Pour que l'expérience réussisse, il faut mettre à la disposition des conglomerats une solution nutritive car les cellules sont « affamées ».

Récemment, chez les Éponges calcaires, SARA (1956) n'a pas observé la formation d'agrégats mixtes en mélangeant des suspensions cellulaires provenant de diverses espèces de *Leucosolenia*, *Leucosolenia botryoïdes* et *Leucosolenia complicata* par exemple.

Nous ne pouvons terminer cet historique sans dire quelques mots des travaux qui ont été effectués sur les deux Éponges qui font l'objet de nos recherches : *Tethya lyncurium* et *Suberites domuncula*.

Dès 1851 Th. HUXLEY publie ses observations sur le genre *Tethya* et, le premier, voit dans cette espèce les spermatozoïdes d'Éponge. En 1879 DEZSÖ étudie l'histologie de *Tethya lyncurium*, travail qu'il étend en 1880, tandis qu'en 1862 BOWERBANK en décrit les bourgeons. Plus tard TOPSENT (1900) et MAAS (1901) complètent ces observations. En ce qui concerne les bourgeons, nous ne reprendrons pas ici l'analyse

des divers travaux qui leur ont été consacrés, et que CHERFILS (1953) expose longuement en abordant à nouveau leur étude chez *Tethya lyncurium*. Faisant tout d'abord une description histologique de l'Éponge mère, l'auteur distingue : la partie corticale constituée de cellules aplaties de revêtement, de fibres s'anastomosant en tous sens entre lesquelles s'étend la substance fondamentale, de cellules fusiformes, de cellules à gros noyau et cytoplasme peu abondant et de cellules sphéruleuses ; la partie centrale, avec les corbeilles vibratiles, les spicules, les cellules fusiformes, sphéruleuses et à grandes granulations. Étudiant ensuite les bourgeons il les sépare en deux catégories : ceux qui sont arrondis et ceux qui sont piriformes. Mais, pas plus que ses prédécesseurs, CHERFILS n'est parvenu à obtenir une *Tethya*, à partir de ces bourgeons qu'il a cependant réussi à conserver dix-huit mois. Après ce laps de temps, les grains contenus dans les archéocytes avaient disparus et, dans la masse globale, étaient apparues des cavités, les plus externes étant tapissées par les pinacocytes.

C'est TOPSENT qui, en 1900, dans son étude des Monaxonides (*Hadromeria*) des côtes de France décrit en même temps que *Tethya lyncurium*, le genre *Suberites domuncula* au point de vue de la répartition, de l'anatomie et des spicules. Il signale que cette Éponge produit toujours des gemmules au contact de son support, et constate que ces gemmules ressemblent beaucoup à celles de *Ficulina ficus*. COTTE (1901, 1902-1903) étudie longuement *Suberites domuncula*, tout d'abord du point de vue biologique, puis pour mettre en évidence ses diastases en particulier une tyrosinase. Il étudie enfin les gemmules. En 1930 ARNDT, effectuant chez *Suberites* des colorations vitales provoque la formation de gemmules artificielles et de corps de restitution.

Enfin en 1934, BURTON s'appuyant sur les variations spiculaires qu'il observe sur les Éponges d'âges différents pense qu'il est probable que *Suberites carnosus*, *Suberites domuncula* et *Ficulina ficus*, dont FAURÉ-FREMIET (1931) a fait une étude histologique poussée, ne soient que des formes de développement d'une même espèce.

CHAPITRE II

TECHNIQUES D'EXPÉRIMENTATION

I. — PRÉPARATION DU MATÉRIEL.

Les greffes d'Éponges doivent obligatoirement être pratiquées avec des individus sains. Aucune des Éponges que nous avons pêchées ne portait de bourgeon. Mais, peu de temps après avoir été placées en aquarium, certaines d'entre elles forment des sorites qu'elles perdent généralement au bout d'une ou deux semaines. Nous avons toujours choisi pour les greffes, des individus sans sorites. D'une part, les méthodes de récolte, drague ou chalut, d'autre part le transport des individus dans une eau généralement plus chaude, ne rendent pas les Éponges aptes à être greffées immédiatement après ramassage. Ceci est particulièrement vrai pour les *Tethyidae* qui, au moment où on les retire de l'eau, sont très contractées. Placées pendant une semaine dans un aquarium à l'obscurité, elles reprennent leur état normal, et les oscules qu'on ne pouvait pas distinguer deviennent béants. Mais tous les individus ne récupèrent pas ainsi leur vitalité; certains commencent à se mélaniser, ce qui signifie un début de dégénérescence. Aussi ces exemplaires ne seront pas utilisés pour les greffes.

Les *Tethya* sont diversement colorées, leur teinte allant du jaune paille à l'orangé vif. Cette variation de couleur nous a été très utile car nous avons choisi le porte-greffe et le greffon de couleurs différentes. Il est alors plus facile de repérer, après un certain temps, l'emplacement du greffon.

Autant que possible, les Éponges à greffer, dans le cas des *Tethya*, sont prises de même taille.

Celles que nous avons donc utilisées dans notre travail ont été récoltées pour la plupart dans la « mer de Banyuls ». La plus grande partie d'entre elles ont été pêchées au chalut sur la zone du plateau continental par 60 à 100 mètres de fond. Elles ne sont pas très abondantes dans la région et ne semblent pas avoir de préférence quant à la nature du fond sur lequel elles vivent. On les trouve aussi bien dans les zones recouvertes de cailloutis ou de débris de coquilles, que sur la grande

vasière. Dans ce dernier horizon, elles sont toujours fixées sur un substrat qui peut être constitué par un ou plusieurs cailloux roulés ou le plus souvent, par une valve de Lamellibranche. Fréquemment, on les trouve fixées sur un fragment de valve de *Pecten maximus* L. D'autres ont été récoltées à la drague à la pointe du cap Béar. Elles vivent sur une zone de cailloutis par 40 à 45 mètres de profondeur. Elles sont fixées sur des supports excessivement variés, nous en avons trouvé deux fixées sur la tunique d'un *Microcosmus sulcatus* L.

Nous en avons enfin recueilli quelques-unes dans un dragage par 150 mètres dans le nord-est de Port-Vendres, aux environs de la zone de la Ruine, aux confins du rech Lacaze-Duthiers. Par contre, dans les nombreux dragages à la pointe du cap Creus (séparant le golfe du Lion du golfe de Rosas) de 70 mètres à 130 mètres, dans une zone entièrement recouverte de gros cailloux roulés et de débris de coquilles du quaternaire froid (*Cyprina islandica* L., *Modiola modiolus* L.) nous n'avons jamais trouvé de *Tethya*. Les courants nord-sud assez violents empêchent vraisemblablement toute fixation et tout développement. De quelque provenance qu'elles soient, les *Tethya lyncurium* ne sont donc pas très communes, et nous avons dû avoir recours aussi aux chalutiers port-vendrais qui nous ramenaient les exemplaires qu'ils ramassaient au cours de leurs pêches. On peut estimer qu'un coup de chalut ne fournit pas plus de cinq individus, souvent de tailles très différentes, certains d'ailleurs ne pouvant être employés, parce que trop abîmés ou mélanisés. Enfin, nous avons aussi expérimenté avec des *Tethya* envoyées aimablement par la Station biologique de Roscoff et provenant de la rade de Brest. De taille inférieure à celles que nous connaissons sur les côtes méditerranéennes, elles nous ont servi comme greffons.

MACROGREFFES DE *TETHYA LYNCURIUM*

Pour faire les macrogreffes de *Tethya* nous avons incisé le porte-greffe sur une longueur de 4 à 5 cm, sans enlever de substance, afin de permettre l'introduction du greffon, comme nous l'expliquerons plus loin. Les bords du porte-greffe sont ensuite écartés et lavés à l'eau de mer.

Le greffon est constitué par une section pyramidale ou conique, à base convexe, de 15 à 20 mm dans sa longueur et de 6 à 9 mm de largeur. Sa hauteur varie selon la taille de l'Éponge servant au prélèvement, elle est en général de 10 à 15 mm. La forme sphérulaire de *Tethya* nous a permis, mieux que pour d'autres Éponges, de faire des greffons réguliers ayant à peu près tous la même taille et comprenant, ou bien ectosome et choanosome, ou bien une de ces deux couches seulement. Le greffon est, lui aussi, lavé à l'eau de mer avant d'être introduit dans l'incision

pratiquée sur le porte-greffe. Ce dernier s'étant fortement contracté aussitôt après l'incision préparatoire, il faut écarter les lèvres de la plaie qui a été pratiquée, pour pouvoir introduire le greffon.

MACROGREFFES DE *SUBERITES DOMUNCULA*

La *Suberites*, si elle est contractile, l'est beaucoup moins que la *Tethya*. Il ne suffit donc plus d'inciser simplement le porte-greffe, mais il faut lui enlever une masse de tissus correspondant le plus exactement possible à la taille du greffon que l'on veut y placer.

La couleur de *Suberites domuncula* variant du blanc jaunâtre au rouge, là aussi, porte-greffe et greffon ont été choisis de couleurs différentes.

Comme chez *Tethya*, porte-greffe et greffon sont toujours lavés à l'eau de mer. Le greffon est détaché avec un scalpel bien tranchant et n'est jamais coupé aux ciseaux, pour éviter de compresser les tissus. Il est, par ailleurs, taillé de telle sorte qu'il présente un volume à peu près identique à celui des greffons de *Tethya*. Ici, enfin, la base externe est plane et, contrairement à ce que l'on observe chez *Tethya*, l'ectosome et le choanosome ne sont pas nettement différenciés.

MACROGREFFES DE *TETHYA LYNCURIUM*

Dans le cas des microgreffes, les greffons sont aussi constitués par des sections pyramidales de *Tethya*, mais de dimensions bien plus réduites. La face convexe formant la base mesure 5 à 8 mm dans son plus grand diamètre et 2 à 3 dans son plus petit. La hauteur est réduite à 5 ou 6 mm. Lorsque nous l'avons pu, nous avons prélevé ces greffons sur des Éponges de faible diamètre, ce qui rend leur prélèvement plus facile et donne un rapport de l'ectosome au choanosome se rapprochant de celui des greffons employés dans le cas de macrogreffes. Le greffon, après avoir été lavé, est introduit dans sa totalité, enfoncé plus ou moins profondément entre les deux lèvres de l'incision pratiquée sur le porte-greffe.

GREFFES HÉTÉROPLASTIQUES

À côté des greffes homoplastiques *Tethya lyncurium* sur *T. lyncurium* (faites en employant des fragments de taille différente afin d'observer ce que nous avons appelé macrogreffes et microgreffes) et de *Suberites domuncula* sur *S. domuncula*, nous avons réalisé des greffes hétéroplastiques entre *Suberites domuncula* et *Tethya lyncurium*. Les techniques employées sont exactement les mêmes que celles des greffes homoplastiques.

II. — TECHNIQUES OPÉRATOIRES ET ÉLEVAGES.

Au cours de nos premières expériences sur les macrogreffes homoplastiques de *Tethya lyncurium*, nous avons constaté qu'un petit nombre seulement de greffons restaient en place, et que les greffes ne prenaient pas complètement. Nous avons pensé que cette évolution défavorable était due, en partie, à la contractilité de l'Éponge. En effet, lors de l'incision, l'organisme se contracte fortement et les bords de la coupure restent coalescents. Puis, après douze ou vingt-quatre heures, l'Éponge retrouvant sa turgescence totale ou localisée, les lèvres de l'incision s'écartent largement. Le greffon demeure alors plus ou moins lié à un bord de la cavité dilatée du porte-greffe, mais il est par contre très éloigné de l'autre. Sur une Éponge incisée et revenue à sa taille normale, les lèvres de la plaie sont tellement écartées que l'espace laissé entre elles peut correspondre au quart du volume de l'Éponge. Ceci explique que nous n'ayons finalement retiré aucune substance à l'individu-hôte avant d'y porter le greffon, comptant sur cette dilatation pour créer un habitacle suffisant.

Il nous a donc fallu chercher un procédé pour maintenir en contact les tissus du porte-greffe et ceux du greffon. Après plusieurs essais infructueux nous avons adopté le système de l'enveloppement. Nous nous sommes servis pour cela de bande de gaze hydrophile de 5 cm de largeur à deux lisières. La maille de cette gaze mesurant 1 mm², laisse facilement pénétrer l'eau de mer et la bande est assez large pour ne pas occasionner de blessure par étranglement à l'Éponge. Aussitôt que le greffon est mis en place, la bande est passée deux fois sur lui et autour du porte-greffe, elle est ensuite serrée et nouée. L'Éponge se décontracte normalement dans les parties non enveloppées par la gaze, (ce qui lui donne souvent une forme ovoïde), tandis que le greffon reste toujours enserré dans la plaie et que ses tissus demeurent en contact étroit avec ceux du porte-greffe. Cette fixation du greffon est une des conditions primordiales pour la réussite de la greffe. Quinze jours après l'opération ainsi effectuée, on constate qu'il n'est plus possible de séparer le greffon de son hôte. On peut alors enlever la gaze qui n'est plus d'aucune utilité.

Nous avons aussi tenté de fixer le greffon par des coutures au catgut. Dans le cas, par exemple, des microgreffes où le greffon minuscule doit être enfoncé dans la profondeur de l'hôte, nous avons refermé les deux lèvres de la plaie par quelques points de catgut afin d'empêcher la remontée du greffon. Mais les tissus des Spongiaires sont mous et plastiques, la ligature tient mal, le catgut coupant le plus souvent les tissus qu'il devait retenir. Nous avons donc été conduits à envelopper ultérieurement ces individus opérés comme ceux des cas précédents, avec de la gaze. Mais la suture au fil conserve néanmoins son utilité. En effet, après un certain temps, il devient difficile de distinguer le petit greffon dans les tissus du

porte-greffe malgré la coloration primitivement différente. Ce sont alors les points de catgut qui nous permettent le repérage du territoire recherché. Mais en ce qui concerne les microgreffes, malgré cette précaution, il ne nous a pas été possible de retrouver les tissus du greffon,

Pour être conservés et observés, les individus de *Tethya lyncurium* et de *Suberites domuncula* portant des macro. ou des microgreffes, homo. ou hétéroplastiques, ont été placés dans des aquariums en plexiglass comportant une circulation continue d'eau de mer.

Ces aquariums étaient divisés chacun en quinze loges par des plaques disposées en quinconce, de telle façon que la circulation d'eau ne soit pas interrompue.

Les *Tethya* supportent cependant l'eau de mer non renouvelée; mais pour que les conditions expérimentales soient les meilleures possible, nous les avons toujours mises en eau courante.

Chaque individu portant sa greffe est alors placé dans un des compartiments numérotés de 0 à 15 afin de pouvoir mieux noter les résultats de nos expériences. Ces élevages ont été entretenus dans les bacs d'eau de mer ainsi préparés et placés dans une grotte creusée dans les schistes, sous le jardin du laboratoire Arago.

Bien que situées à l'entrée de cette grotte, les Éponges étaient dans une demi-obscurité, même par les jours très ensoleillés. Nous avons remarqué que, dans ces conditions, elles se décontractaient beaucoup plus vite et plus totalement que lorsqu'elles étaient exposées à la lumière du jour, comme c'est le cas dans les aquariums d'étude ordinaires.

La température de l'eau que nous avons relevée régulièrement tous les jours, était la température de surface de l'eau de mer, avec ses écarts importants entre l'été et l'hiver, semblables à ceux que l'on peut noter en mer libre dans les parages immédiats du laboratoire Arago. Nous reparlerons plus loin de l'influence de cette température sur le développement des greffes des *Tethya* et des *Suberites*.

Puisque nous avons un circuit permanent de circulation de l'eau de mer, nous n'avons pas cru devoir y adjoindre un système d'aération. En effet, les Éponges vivent très bien dans l'eau de mer circulante des bacs ordinaires de l'aquarium du laboratoire Arago et certaines d'entr'elles, comme *Sycon raphanus* et *Clathrina coriacea*, s'y développent même en grande abondance, s'y reproduisent et y déroulent leur cycle. Nos bacs d'élevage particuliers, avant de recevoir les Éponges, étaient garnis d'une couche de sable de 5 à 8 cm d'épaisseur. Nous avons en effet remarqué, au cours de nos récoltes, comme nous le disions plus haut, que beaucoup de *Tethya* sont fixées sur un substrat (coquille, cailloux roulés) qui lui-même est placé dans le sable. Il nous a donc semblé nécessaire de nous rapprocher ainsi de leurs conditions de vie habituelle.

III. — TECHNIQUES HISTOLOGIQUES.

FIXATION.

Au cours de notre étude histologique et cytologique des greffes de *Tethya lyncurium* et *Suberites domuncula*, nous n'avons pas utilisé de techniques spéciales. Elles ne nous ont pas paru utiles. Nous avons employé des méthodes de fixation et de coloration ayant déjà fait leurs preuves pour la bonne conservation et coloration des tissus des Spongiaires, qui constituent un matériel histologique particulièrement difficile.

Le Bouin aqueux et le Bouin alcoolique de Duboscq-Brazil ont fourni les meilleurs fixateurs généraux. Mais nous avons aussi employé le liquide de Flemming selon la modification de Grassé, avec seulement quelques gouttes d'acide acétique. Pour les constituants cytoplasmiques, enfin, nous avons pratiqué des fixations avec un mélange riche en acide osmique qui avait déjà donné de très bons résultats pour l'étude cytologique des Éponges calcaires : l'Hirchler G :

Acide osmique à 2 %	} En parties égales
Acide chromique à 1 %	
Bichromate de potassium à 3 %	

Les pièces de 5 mm d'épaisseur y sont fixées pendant au moins 24 heures. Elles sont ensuite soigneusement lavées à l'eau courante, de 24 à 48 heures. La réduction de l'acide osmique par les tissus est très accentuée, aussi les pièces noircies doivent-elles être blanchies sur lames (après l'inclusion et les coupes) pendant quelques minutes, par l'action préalable d'une solution de permanganate de potassium suivie par celle d'un mélange en parties égales d'acide oxalique à 1 % et de sulfite de potassium à 1 %, avant la coloration des tissus.

INCLUSIONS ET COUPES.

Nous n'avons effectué que des inclusions à la paraffine. En ce qui concerne la microtomisation, on se heurte très souvent à de grandes difficultés pour couper les Éponges siliceuses et surtout les *Tethyidae*. Les grands strongyloxes, lorsqu'ils sont coupés par le rasoir, entraînent avec eux les tissus, les râclent, et les sections sont alors inutilisables. Après plusieurs essais, nous avons constaté qu'en prolongeant la durée des bains de paraffine pendant plusieurs jours, nous arrivions à diminuer cet inconvénient, sans pouvoir expliquer ce fait autrement que par une meilleure pénétration de la paraffine dans l'ensemble des tissus, et donc une plus grande résistance ultérieure de ceux-ci.

COLORATION.

Nous n'insisterons pas sur les méthodes de coloration que nous avons pratiquées, car elles sont toutes classiques. Nous avons utilisé en premier lieu l'hématoxyline ferrique de Heidenhain qui nous a donné, comme chez les Éponges calcaires, de très bonnes images. La coloration a toujours été poussée de façon à ce que la différenciation soit, ensuite, assez fine. Le choanosome des *Tethya* prend fortement l'hématoxyline, tandis que la zone corticale la prend plus faiblement et se différencie très vite, cela étant dû à la différence de concentration cellulaire.

La méthode de Gomori à l'hématoxyline chromique-phloxine nous a donné d'excellentes préparations mettant nettement en évidence l'afflux des polyblastés vers les zones greffées.

La coloration trichromique de P. Masson constitue une des meilleures méthodes panoptique qui, en outre, nous a permis de mettre en évidence les lophocytes de *Tethya lyncurium* retenant intensément le bleu d'aniline.

Avec la triple coloration de Prenant, que nous avons aussi utilisée, les résultats sont généralement moins nets qu'avec la technique de Masson.

Enfin, la réaction de Feulgen nous a servi à caractériser l'acide désoxyribonucléique des noyaux qui, chez *Tethya* sont toujours faiblement colorés par la fuschine de Schiff. Nous pouvons affirmer que c'est une caractéristique des noyaux de ces Éponges et non le résultat d'une réaction mal faite, puisque les Amphipodes ou autres commensaux que l'on retrouve souvent sur des préparations de tissus d'Éponge, montrent sur les mêmes coupes des noyaux très vivement colorés. Chez *Suberites* la réaction est un peu plus vive, mais d'une utilité moindre dans l'interprétation des structures cytologiques.

CHAPITRE III

OBSERVATIONS SUR LE VIVANT DES ÉPONGES GREFFÉES ET ROLE DE LA TEMPÉRATURE DANS LES GREFFES

I. — LA PRISE DE LA GREFFE

Les Éponges porte-greffes avec leurs greffons, placées dans les bacs d'eau de mer ont été suivies avec beaucoup de régularité. Dans la première quinzaine, il est surtout nécessaire de surveiller la mortalité qui est suivie de putréfaction, et dans ce cas, d'enlever rapidement les individus atteints pour éviter la contamination possible des autres organismes.

Dans le cas des homogreffes, en particulier celles de *Tethya lyncurium*, on remarque l'apparition rapide de brides ténues entre les tissus du porte-greffe et ceux du greffon. Le phénomène est net environ deux ou trois heures après la greffe. Il est facile de relever l'existence de ces petits ponts cellulaires entre les parties superficielles des faces correspondant à l'ectosome des deux Éponges. Mais ces structures ne se forment que lorsque les tissus du porte-greffe et du greffon sont en contact étroit.

Le processus se déroule de la façon suivante : sur les plans de section du porte-greffe, on aperçoit une quantité de petits oxes qui se dressent perpendiculairement aux surfaces incisées. Il est vraisemblable que ces spicules glissent les uns sur les autres, car étant normalement perpendiculaires au bord externe de l'animal, ils devraient se présenter tangentielllement à ces surfaces de section.

Lorsqu'ils se rejoignent, ils forment l'armature d'une bride sur laquelle migrent des cellules; un pont est ainsi formé unissant les tissus du porte-greffe à ceux du greffon. Ces brides qui sont très grêles au début de leur formation deviennent de plus en plus épaisses par la suite.

Si on abandonne alors cette greffe en lui enlevant la gaze qui obligeait les tissus à demeurer en contact, les lèvres du porte-greffe s'écartent

au moment de la décontraction de l'Éponge. Mais, les quelques brides qui étaient déjà formées ne se rompent pas; elles s'étirent démesurément unissant toujours les deux tissus. Les oxes glissent à nouveau les uns sur les autres et les brides deviennent horizontales et très ténues. Leurs bases sont constituées de massifs cellulaires composant des assises coniques, puis elles deviennent de plus en plus effilées à mesure que l'on atteint leur milieu.

Nous avons vu certaines brides qui atteignaient une longueur de 3 cm, pour une Éponge de 4 cm de diamètre. Lorsque les deux lèvres sont écartées au maximum et que le greffon se trouve assez éloigné du tissu du porte-grefe, on peut voir la formation des brides choanosomiales selon le même processus que les brides établies au niveau de l'ectosome (fig. 1).

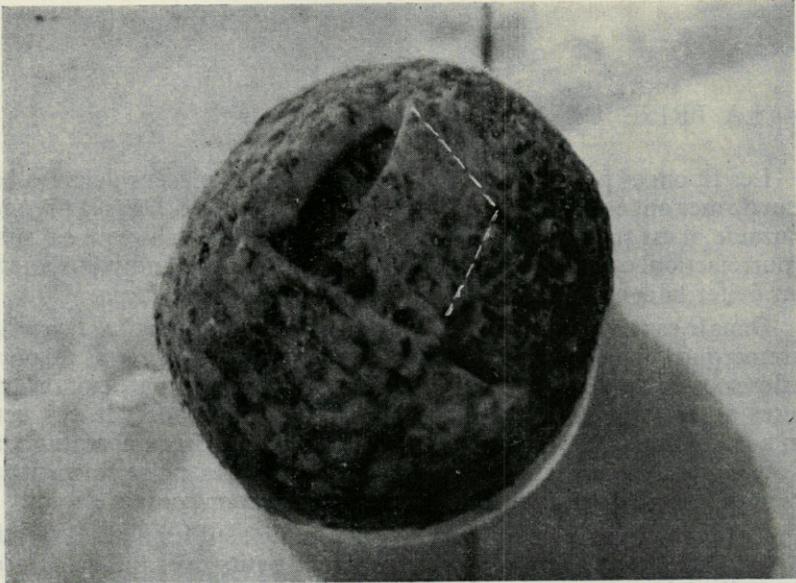


Fig. 1. — Homogrefe *Tethya lyncurium* montrant les brides ectosomiales (en bas du greffon) et choanosomiales en profondeur (grandeur naturelle).

Les ponts cellulaires ectosomiens finissent par se rompre et le greffon, non maintenu, évolue à son tour. Les grands strongyloxe constituant sa charpente, glissent les uns sur les autres, les tissus du choanosome du greffon se déplacent sur ces spicules, tandis que l'ectosome s'arrondit peu à peu. Le greffon qui avait au départ une forme pyramidale de 15

à 20 mm de hauteur, devient alors une longue baguette de choanosome pouvant atteindre 50 et parfois 70 mm de longueur. portant à son extrémité une petite sphère d'ectosome. Cette formation choanosomiale finit par se putréfier. Le fragment d'ectosome qu'elle porte survit quelque temps et se putréfie à son tour.

La soudure n'est pas aussi rapide dans le cas des hétéro-greffes. Elle se fait cependant de la même façon. On aperçoit aussi les ponts composés de spicules sur lesquels glissent ensuite les cellules, mais ils ne sont visibles que deux ou trois jours après l'implantation du greffon sur le porte-greffe.

Lorsque le greffon est maintenu en contact étroit avec le porte-greffe, il est difficile de voir les brides et pratiquement impossible de les analyser. Mais si on enlève le lien au bout de trois ou quatre jours et que l'on écarte soigneusement les bords de la cicatrice, en coupant les premières brides ectosomiales, on aperçoit une quantité de ponts cellulaires formant autant de points d'échange entre le greffon et le porte-greffe. Au bout de quinze jours il n'est plus possible de séparer les deux tissus et c'est à ce moment-là que nous enlevons la gaze, qui n'a plus d'utilité.

II. — INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE

Les premières greffes homoplastiques de *Tethya lyncurium* sur *Tethya lyncurium* ont été réalisées en trois séries. Une première série d'expériences a été faite sans que les sujets aient été enveloppés. Nous n'avons obtenu alors de réussite que dans 9 % des cas seulement. Tous les individus des autres séries ont été maintenus par une enveloppe pendant une dizaine de jours : les greffes réussies représentaient dans ce cas 82 % des sujets.

Les pourcentages que nous indiquons ici ont trait seulement à la prise de la greffe, à la soudure des tissus dans les dix jours suivant l'expérience, mais ils ne signifient pas que les greffes aient survécu longtemps, car toutes les époques de l'année ne sont pas également favorables à cette survie prolongée.

Nous avons, en effet, noté que les saisons les meilleures pour celles-ci se situaient à la fin de l'automne, en hiver, et au début du printemps. C'est ce qui nous a conduit à analyser le rôle de la température dans le déroulement des expériences.

La température de l'eau de mer, relevée tous les jours dans les aquariums du laboratoire Arago, présente des variations très grandes

entre les saisons d'hiver et d'été. Pendant l'année 1958, les températures moyennes de l'eau de mer, en surface, ont été les suivantes :

Janvier :	11 ⁰²	Juillet :	19 ⁰²
Février :	10 ⁰⁸	Août :	20 ⁰⁷
Mars :	10 ⁰⁷	Septembre :	22 ⁰
Avril :	11 ⁰⁴	Octobre :	17 ⁰⁶
Mai :	15 ⁰²	Novembre :	14 ⁰²
Juin :	17 ⁰⁸	Décembre :	13 ⁰⁴

Les moments les plus favorables à la bonne prise des greffes coïncident avec les périodes où la température de l'eau est la plus basse. Ils se placent en janvier, février, mars, avril, au moment où cette température ne dépasse guère en surface 10⁰.

En effet, une chute thermique a lieu en janvier l'eau étant encore en décembre à 13⁰⁴, et une remontée brusque s'observe ensuite au mois de mai. Lorsque la température est basse, les greffes évoluent peut-être un peu plus lentement mais, par contre, on ne constate aucune évolution défavorable vers la mort ou la putréfaction. Les Éponges demeurent en parfait état et résistent fort bien au traumatisme causé par l'incision et par l'introduction du greffon, qui, lui-même, demeure sain.

Au mois de mai, et jusqu'au début du mois de juin, on remarque déjà quelques pertes parmi les Éponges greffées. De juillet à octobre, lorsque l'eau de mer de surface atteint des températures voisines ou supérieures à 20⁰, la mortalité est très importante. Elle atteint parfois 75 % et même 80 % du nombre des individus traités. Il devient quasi impossible de suivre une expérimentation valable, et nous avons d'ailleurs renoncé à ces expériences d'été, dans lesquelles la prise de la greffe est certaine, mais son évolution ultérieure est morbide à plus ou moins long terme, du moins dans un fort pourcentage des cas. En effet, au bout d'un temps qui varie d'une notable proportion d'un individu à l'autre, le porte-greffe commence à s'altérer sur l'un des bords de l'incision; il devient noirâtre, une nécrose se produit, qui s'étend petit à petit à l'individu entier.

Dans ce phénomène pathologique on peut penser que la température ne joue, en réalité, qu'un rôle indirect en favorisant et la prolifération bactérienne et les processus enzymatiques de mélanisation anormale qui précèdent la putréfaction.

Certaines greffes réalisées au début du mois de mai ont évolué d'une façon particulière. Le greffon se soude rapidement et parfaitement, puis, par excroissance, une petite *Tethya* se différencie sur l'Éponge mère. Au mois de juin, la température de l'eau étant montée très rapidement, l'Éponge porte-greffe présente des signes de nécrose qui s'étendirent assez vite sur la totalité de l'organisme. Mais la jeune *Tethya* néoformée, juste reliée à l'Éponge mère par un mince pédicule, n'était

absolument pas atteinte. Nous avons laissé ce jeune individu sur l'hôte en putréfaction totale et c'est seulement trois semaines plus tard que lui-même présentait des signes de nécrose et pourrissait à son tour.

En conclusion, l'influence de la température de l'eau de mer sur les greffes de *Tethya* n'a rien d'étonnant, puisque nous savons que ces Éponges vivent et se développent par des fonds où la température de l'eau peut descendre légèrement au-dessous de 13° mais, en tous cas, ne remonte que très rarement au-dessus de cette limite.

Compte tenu de ces données relatives à l'influence de la température sur les greffes, la presque totalité des Éponges traitées ont été fixées, après des délais variables, au fur et à mesure de leur évolution. Certaines le furent peu de temps après la greffe, et la plupart, au bout de 15 jours, 20 jours et 1 mois.

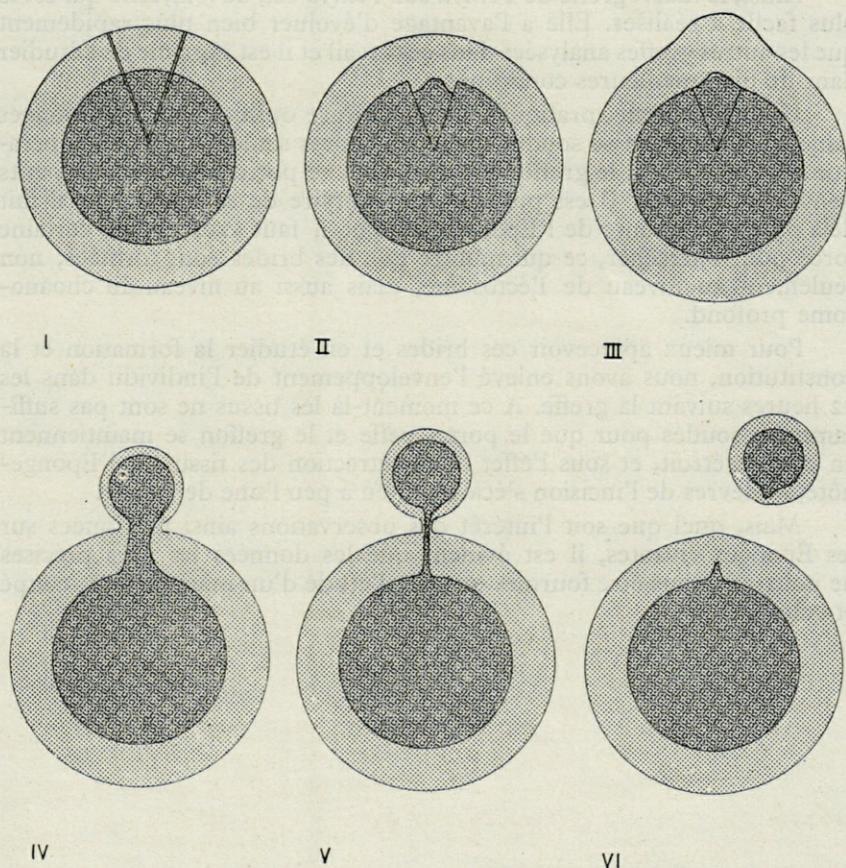


Fig. 2. — Schéma montrant l'évolution de la greffe homoplastique de *Tethya lyncurium*.

Cependant, nous avons essayé d'en conserver quelques-unes le plus longtemps possible. L'une d'entre-elles a pu être gardée vivante 5 mois (158 jours), après lesquels les mauvaises conditions de température ont amené la putréfaction.

A partir du deuxième mois, les tissus étaient si bien soudés qu'il était devenu impossible, macroscopiquement, de reconnaître le porte-greffe et le greffon. La différence de couleur initiale entre les deux n'existait plus et l'on ne pouvait plus distinguer les soudures cicatricielles de surface.

Ce n'est qu'un peu plus tard qu'une légère hernie s'est accusée, arrondie, pédiculisée, pour se détacher enfin. On obtient ainsi une petite *Tethya* que nous avons gardée 2 mois avant de la fixer.

Ainsi, la macrogreffe de *Tethya* sur *Tethya* est, de loin, celle qui est la plus facile à réaliser. Elle a l'avantage d'évoluer bien plus rapidement que les autres greffes analysées dans ce travail et il est possible de l'étudier dans de bien meilleures conditions.

Une telle greffe, pratiquée à température optima, sur des Éponges saines, commence à se souder quelques heures seulement après l'opération. Passé ce délai, le greffon est déjà relié au porte-greffe par de petits ponts d'ectosomes. Il est possible de l'extraire de sa loge, mais il fait déjà partie intégrante de l'Éponge mère et il faut exercer une certaine force pour l'arracher, ce qui montre que des brides sont formées, non seulement au niveau de l'ectosome, mais aussi au niveau du choanosome profond.

Pour mieux apercevoir ces brides et en étudier la formation et la constitution, nous avons enlevé l'enveloppement de l'individu dans les 12 heures suivant la greffe. A ce moment-là les tissus ne sont pas suffisamment soudés pour que le porte-greffe et le greffon se maintiennent en contact étroit, et sous l'effet de la rétraction des tissus de l'Éponge-hôte, les lèvres de l'incision s'écartent peu à peu l'une de l'autre.

Mais, quel que soit l'intérêt des observations ainsi pratiquées sur les Éponges vivantes, il est évident que les données les plus précises ne pourront nous être fournies que par l'étude d'un matériel fixé, coupé et coloré.

CHAPITRE IV

ÉTUDE HISTOLOGIQUE ET CYTOLOGIQUE DES GREFFES

I. — HISTOLOGIE NORMALE DE *TETHYA LYNCURIUM*.

Dans nos recherches sur l'histologie et la cytologie des greffes d'Éponges siliceuses, nous nous sommes efforcés d'analyser le devenir des cellules et des différentes catégories cellulaires. Il nous a paru impossible d'envisager une étude sérieuse de ces phénomènes chez les *Tethya lyncurium* ou chez *Suberites domuncula*, sans une connaissance rigoureuse de leur histologie.

Effectivement, en ce qui concerne la *Tethya*, par exemple, nous avons pu constater que les descriptions antérieures étaient assez réduites et pouvaient se ramener la plupart du temps, à des travaux datant de la fin du XIX^e siècle, et nous avons pensé qu'il était indispensable, avant de passer à l'étude des résultats expérimentaux, d'effectuer au préalable, une analyse de son histologie différentielle.

Ainsi, il nous a semblé préférable de reprendre la classification des cellules de *Tethya lyncurium* en nous appuyant sur des conceptions récentes. C'est dire que nous avons cherché, dans les différentes structures, des distinctions basées plutôt sur la physiologie et sur la dynamique cellulaire, que sur des caractères morphologiques trop stricts.

On sait aujourd'hui que les tissus des Spongiaires sont extrêmement plastiques, au point que si l'on définit d'une manière rigide une catégorie cellulaire donnée, on est conduit à des contradictions ou des complications fâcheuses.

En effet, les évolutions ou les involutions que subissent sans exception les cellules, intriquent à certains moments des éléments de morphologie différentes. De plus, la présence de nombreuses formes intermédiaires, rend impossible la référence à une catégorie plutôt qu'à une autre. Dès l'abord, nous serons alors amenés à considérer les tissus de l'Éponge comme formant un tout, et non pas trois ou deux feuilletts distincts, étanches, séparés l'un de l'autre.

L'Éponge comprend un endoderme et un ectoderme et, entre les deux, une couche plus ou moins développée selon les espèces ou, chez une même espèce, selon l'état physiologique, le mésenchyme.

On peut penser, ainsi que le montrent certains travaux récents (PAVANS DE CECCATTY, 1957-58), que les tissus d'une Éponge se réduisent à une structure fondamentale, qui serait le mésenchyme, celui-ci étant bordé par deux couches cellulaires : la couche limitante interne, constituée par des cellules endodermiques, les choanocytes, et la couche limitante externe, faite de cellules ectodermiques, les pinacocytes. Entre, ces deux couches de multiples différenciations forment un tissu intermédiaire ou mésenchyme proprement dit.

Il ne faut probablement pas séparer en trois feuillettes l'ensemble des territoires que l'on observe chez *Tethya lyncurium*. Nous avons pu en effet constater, chez cette Éponge, que la malléabilité du tissu provoquait la plupart du temps, des intrications entre les différentes couches. En effet, les couches limitantes externes ou internes sont susceptibles de voir certains de leurs éléments migrer à l'intérieur du mésenchyme et se transformer en cellules mésenchymateuses. De même, on a pu observer certains éléments du mésenchyme venir renforcer, remplacer, des cellules périphériques ou bien même, à certains moments, en régénérer des zones entières. Si bien que notre histologie des *Tethya* sera essentiellement une histologie différentielle du mésenchyme et nous verrons, au cours de ce travail, que les phénomènes les plus importants qui se déroulent pendant que les greffes se soudent, sont des processus cellulaires dont l'origine est précisément située dans ce mésenchyme.

LES PINACOCYTES.

La couche externe pinacocytaire présente des cellules tout à fait semblables à celles que nous voyons chez tous les autres Spongiaires : ces pinacocytes sont plats, très étalés, avec un léger renflement qui correspond à l'emplacement du noyau (fig. 3).

Ils sont disposés d'une manière diverse selon les endroits. Nous croyons, avec la plupart des auteurs qui nous ont précédé, que l'on peut distinguer assez nettement les exopinacocytes des endopinacocytes, c'est-à-dire les cellules du revêtement externe (disons tégumentaires de l'Éponge) et les cellules qui revêtent les canaux inhalants ou exhalants. Mais les uns et les autres sont susceptibles de migrations à l'intérieur du mésenchyme, et sont capables d'être entièrement régénérés à partir de certaines catégories de cellules mésenchymateuses.

LES CHOANOCYTES

Pour les choanocytes, l'analyse est plus complexe, à cause de la très petite taille de ces cellules. En fait, on reconnaîtra beaucoup plus facilement les corbeilles que les choanocytes isolés. Les travaux d'embryologie

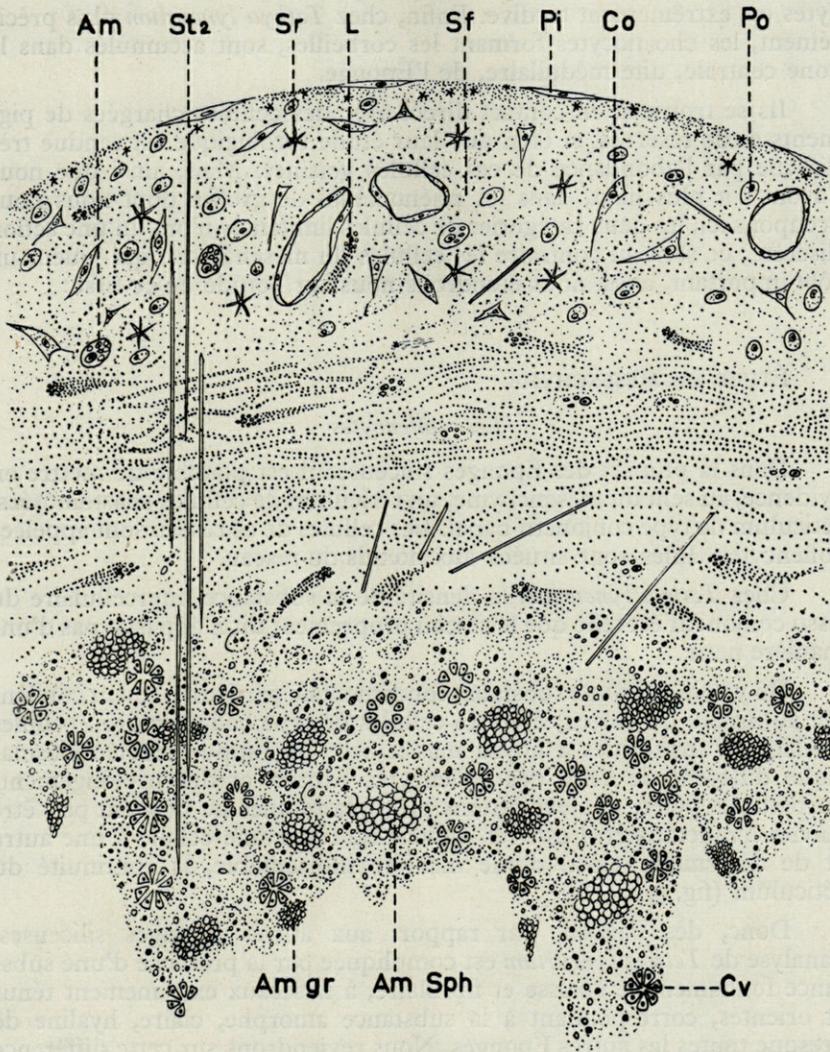


Fig. 3. — Coupe à travers les tissus normaux de *Tethya lyncurium*; on distingue la zone corticale ectosomiale et la zone profonde choanosomiale. Am., amoebocyte hyalin; Am. gr., amoebocyte granuleux; Am. Sph. amoebocyte sphéruleux; cv., corbeille vibratile; Str., strongyloxe; Sr., sphéraster; L., lo-phocyte; Sf., substance fondamentale; Pi., pinacocyte; Co., collencyte; Po., polyblaste.

(LÉVI, 1953) nous montrent, par ailleurs, que la différenciation des choanocytes est extrêmement tardive. Enfin, chez *Tethya lyncurium* plus précisément, les choanocytes formant les corbeilles, sont accumulés dans la zone centrale, dite médullaire, de l'Éponge.

Ils se trouvent en contact direct avec des cellules chargées de pigments et de réserves, si bien que leur étude cytologique est rendue très difficile par l'abondance de ces cellules voisines. Mais, ainsi que nous l'avons dit plus haut, dans les phénomènes de greffes dont nous nous occupons ici, les deux catégories de cellules limitantes n'ont qu'une action discrète; ce sont au contraire les cellules du mésenchyme qui jouent un rôle important, aussi nous étendrons-nous sur l'étude de ce tissu.

ÉTUDE DU MÉSENCHYME.

Les collencytes

Dans la plupart des Éponges siliceuses il est possible de mettre en évidence, au sein du mésenchyme, un réticulum de cellules anastomosées, réticulum de type conjonctif banal. Les cellules de ce réseau sont appelées collencytes. Elles sont situées aux nœuds du réseau.

Chez *Tethya lyncurium* la densité de la substance intercellulaire du tissu conjonctif est telle que le réseau proprement dit n'apparaît pas d'une manière nette.

On y voit, dans une substance fondamentale particulièrement condensée au niveau du cortex, diverses cellules de type collencytaire : cellules étoilées ou fusiformes à noyau massif avec un rapport nucléo-plasmatique différent de celui des collencytes banaux et des prolongements partant des pôles. Ces expansions protoplasmiques ne peuvent pas être suivies longtemps et il est très difficile de relier une cellule à une autre et de déterminer ainsi, d'une manière indiscutable, la continuité du réticulum (fig. 3).

Donc, dès l'abord, par rapport aux autres Éponges siliceuses, l'analyse de *Tethya lyncurium* est compliquée par la présence d'une substance fondamentale épaisse et fibrillaire, à faisceaux extrêmement ténus et orientés, correspondant à la substance amorphe, claire, hyaline de presque toutes les autres Éponges. Nous reviendrons sur cette différence de structure, car il semble que celle-ci soit en rapport, non seulement avec l'anatomie de l'Éponge, mais avec sa physiologie.

Nous ne pouvons pas, chez les *Tethya* opérer le rapprochement que font BRIEN (1937) ou FAURÉ-FREMIET (1932) pour toutes les Éponges siliceuses, où ils ont créé une catégorie unique de cellules, la catégorie « pinacocyto-collencytaire ». On retrouve bien les collencytes mais le réseau diffus qu'ils tracent à l'intérieur du mésenchyme est totalement

masqué par la présence de la substance fondamentale. Malgré cela, nous pensons que les collencytes gardent chez *Tethya* les caractères qui leur sont propres, c'est-à-dire ceux de cellules fixes ou peu mobiles. Nous avons pu en observer la genèse, qui a pour point de départ une cellule d'un type particulier, le lophocyte.

Les lophocytes

Le lophocyte est en effet une cellule qui serait à l'origine du collencyte fixe du mésenchyme. Il est caractérisé par la présence d'un pinceau fibrillaire, inséré directement sur le corps, ou au sommet d'une hampe (fig. 4). Ce type de lophocyte correspond à celui décrit par ANKEL et WINTERMANN-KILIAN (1952) qui l'ont découvert chez l'Éponge siliceuse *Ephydatia fluviatilis* et qui fut revu et analysé par TUZET et PAVANS DE CECCATTY (1953) chez un certain nombre de siliceuses. Ces différents auteurs ont hésité, au début, sur le rôle de ces lophocytes pour aboutir, d'après TUZET et PAVANS DE CECCATTY (1957) à une interprétation qui paraît se vérifier chez *Tethya lyncurium*, comme chez *Chondrosia reniformis*.



Fig. 4. — Homogreffe *Tethya*. Lophocyte typique dont on remarque nettement l'insertion du faisceau de fibrilles sur le corps cellulaire; trichromique de P. Masson ($\times 1000$).

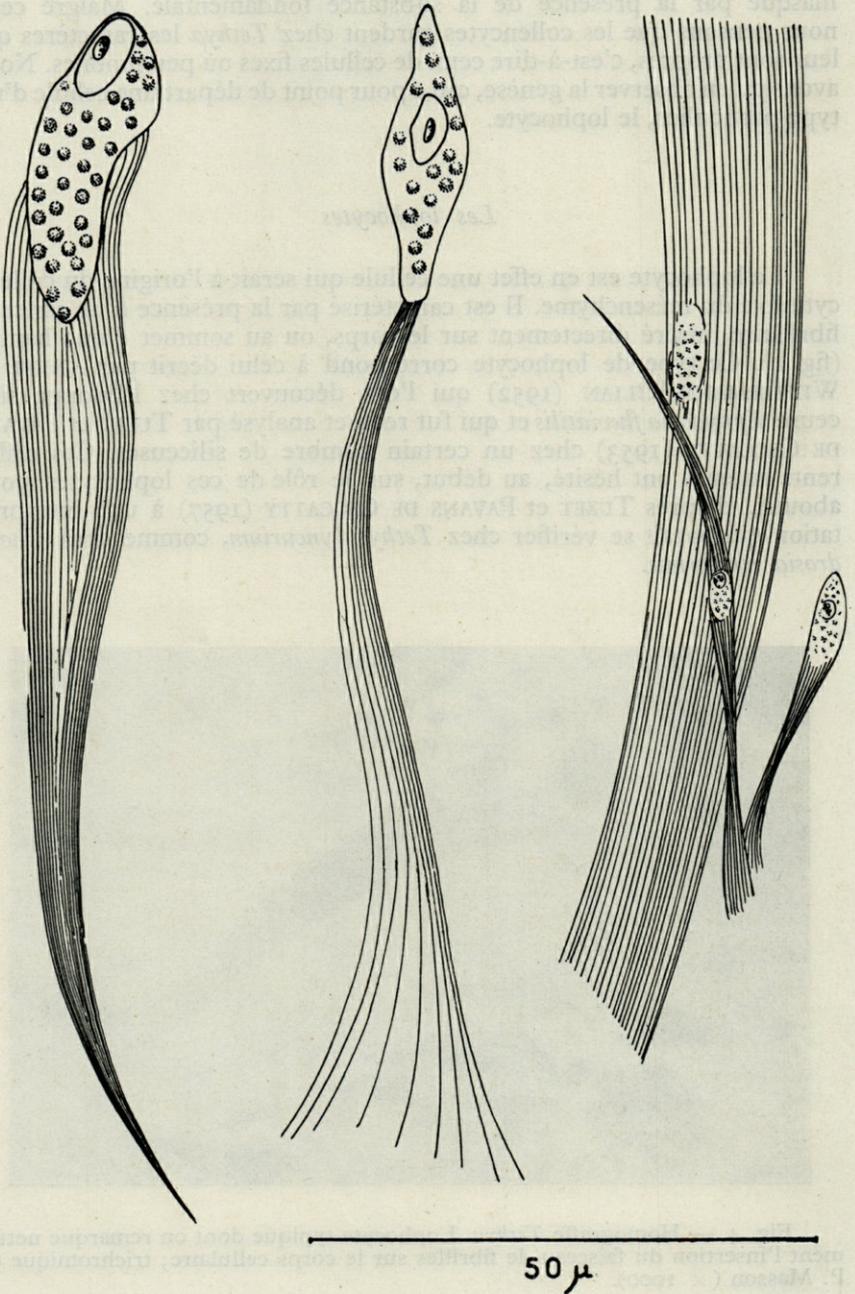


Fig. 5. — Trois types d'évolution du lophocyte.

En effet, d'après ces derniers auteurs, l'abondante substance fondamentale serait une sécrétion des lophocytes; sécrétion que la cellule élaborerait à un pôle seulement et libérerait derrière elle, au fur et à mesure de ses déplacements au sein des tissus. Le lophocyte serait donc une cellule élaboratrice d'un type particulier.

Ce processus est observable chez *Tethya lyncurium* où, au cours de ses divers déplacements, le lophocyte laisse derrière lui un faisceau de fibres et construit ainsi la matière intercellulaire d'aspect fibrillaire constituant la plus grande partie du mésenchyme. C'est au sein de cette zone mésenchymateuse que l'on trouve le plus grand nombre de lophocytes. (Ce qui confirme les observations antérieures qui localisent leur présence aux zones corticales les plus externes). Ils existent chez *Tethya lyncurium* non seulement dans cette zone corticale mais dans les couches profondes et on en trouve même quelques-uns dans le choanosome, entre les corbeilles. C'est sur des coupes colorées à l'hématoxyline ferrique, au Prenant et au Masson, que nous avons pu voir les différents aspects des lophocytes :

a) Les formes de grande taille sont très faciles à observer. Le pinceau coloré en vert ou en bleu est très marqué, le plus souvent ramifié à son extrémité distale et isolé des faisceaux mésenchymateux environnants. Le corps cellulaire ovoïde ou piriforme est bourré de grosses granulations (fig. 5).

b) Les formes plus petites sont polymorphes et la cellule basale peut s'allonger considérablement. Les granulations deviennent plus fines. On constate que les fibres du pinceau ont tendance à se rassembler en un faisceau unique que l'on distingue difficilement des fibres mésenchymateuses qui les entourent.

c) Enfin, les petits lophocytes fusiformes ont un noyau aplati dans un cytoplasme étiré et à granulations très fines. Dans ces derniers, le pinceau ne semble plus partir d'un seul pôle de la cellule, mais de toute la moitié que nous nommerons ici postérieure de l'élément cellulaire qui est ainsi entouré de filaments (fig. 6).

Le pôle antérieur est toujours dépourvu de prolongements. Quelquefois nous avons pu constater la présence de granulations isolées le long, et dans les fibres du pinceau.

Si on rencontre la majorité des lophocytes dans la zone mésenchymateuse, nous en avons cependant observé quelques-uns en cours de migration dans la zone choanosomiale. Il est intéressant de noter que la grande diversité de formes s'accompagne d'une variabilité de l'intensité des réactions colorées. Selon les types de lophocytes, les granules des corps cellulaires semblent aussi différer par la taille et la réactivité aux colorants, ce qui peut correspondre à l'épuisement progressif d'une substance de réserve. Nous verrons que l'évolution des lophocytes sera

confirmée par les greffes, où le mésenchyme et, par voie de conséquence les lophocytes, jouent un rôle extrêmement important.

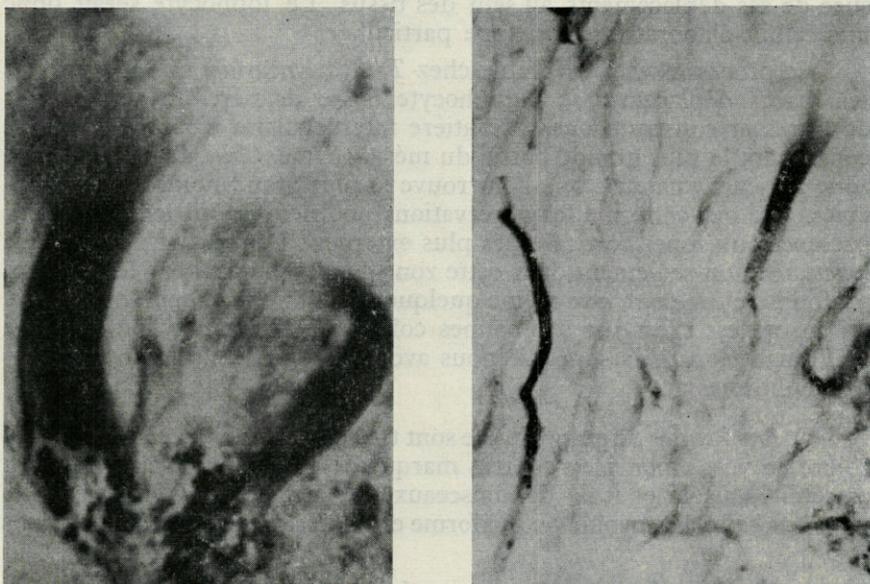


Fig. 6. — Homogrefe *Tethya* : à gauche, lophocyte dont l'extrémité distale du faisceau de fibrilles se perd dans la substance fondamentale du mésenchyme. Trichromique de P. Masson ($\times 1.000$); à droite, lophocytes au terme de leur évolution en cellules fusiformes. Trichromique de P. Masson ($\times 500$).

Cellules mobiles, autochtones, ou immigrées

En ce qui concerne les autres catégories cellulaires du mésenchyme de *Tethya* nous pouvons les réunir sous la désignation générale de *cellules mobiles, autochtones ou immigrées*, mais nous retrouvons la difficulté qui caractérise l'étude histologique des Éponges calcaires et siliceuses et qui est due à la réversibilité morphologique de la plupart des cellules.

Les amoebocytes :

Il est possible, chez *Tethya lyncurium* adulte, dans un état physiologique déterminé, de distinguer les différentes catégories groupées sous le nom d'amoebocytes : amoebocytes hyalins, amoebocytes granuleux, amoebocytes sphéruleux ou vacuolaires tels que les ont décrits les auteurs qui nous ont précédé.

Les amoebocytes hyalins ont, par exemple, un cytoplasme clair, au sein duquel est un noyau volumineux, sphérique, avec un nucléole et

de la chromatine souvent réticulée. On observe aussi diverses catégories d'amoebocytes, renfermant des inclusions de taille et d'aspects divers. Cependant nous pensons que les distinctions qui ont été faites entre ces différents amoebocytes, en se basant seulement sur les différences que montrent les inclusions cytoplasmiques, sont arbitraires. En effet, un grand nombre de techniques histologiques que l'on peut employer, par exemple la coloration de Masson, la double coloration par l'hématoxyline ferrique suivie du Prenant-Chatton, l'hématoxyline chromique de Gomori, nous montrent qu'il peut exister tous les termes de transition possible dans la taille, les réactions colorées et le nombre des inclusions cytoplasmiques au sein de ces différentes catégories d'amoebocytes. Aussi, distinguerons-nous essentiellement, parmi les cellules mobiles du mésenchyme, des amoebocytes hyalins, des amoebocytes granuleux ou vacuolaires, en insistant sur le fait que, au sein de cette seconde catégorie, existent de nombreuses formes intermédiaires transitoires ou dérivées.

Mais le fait sur lequel il nous paraît important d'insister pour nos recherches, est celui de la convergence de ces différentes structures cellulaires vers une forme unique, à morphologie déterminée, qui est constituée par ce que la plupart des auteurs appellent l'archéocyte.

Les archéocytes ou polyblastes :

TUZET et PAVANS DE CECCATTY (1955) ont préféré au terme d'archéocyte celui de polyblaste et en ont expliqué les raisons. En acceptant ici leur point de vue nous désignerons aussi, sous le nom de polyblastes, les cellules du mésenchyme de *Tethya lyncurium* qui, au point de vue aspect et physiologie, ont gardé les caractères de cellules embryonnaires. Au sein d'une Éponge adulte, sans qu'interviennent des phénomènes de régénération, de réparation et de soudure semblables à ceux que nous observerons plus tard dans les greffes, on peut remarquer l'existence de formes transitoires entre les différentes catégories cellulaires (fixes, limitantes, ou mobiles) dérivant d'un type commun, le type polyblastique. On peut considérer l'existence du polyblaste chez *Tethya lyncurium* comme indiscutable et, d'autant plus facile à observer, que le nombre des cellules qui constituent le mésenchyme est très grand, et les possibilités de convergence des différentes catégories d'autant plus nombreuses. Nous ne donnerons pas ici la structure détaillée du polyblaste, cette étude sera faite lorsque nous nous occuperons de la cytologie des greffes, car ces cellules, comme les lophocytes, jouent un rôle capital, dans le processus.

On peut se demander si les polyblastes constituent chez l'Éponge adulte une réserve de blastomères embryonnaires susceptibles d'intervenir dans des phénomènes de régénération, ou s'ils sont destinés à former des

éléments dont la signification est encore incertaine, mais qui sont peut être des corps de résistance, comme les sorites. La question est difficile à trancher.

Il semble cependant que, dans les cas nécessitant des remaniements de tissus (reconstitution des tissus à partir d'une lésion), ces polyblastes jouent un rôle de premier ordre.

Nous nous étions demandé si les amas sphériques d'amoebocytes granuleux qui s'accumulent très souvent dans la région corticale, au-dessous des pinacocytes, prenant à certains moments l'aspect de véritables morulas, étaient des amas de polyblastes.

Il s'agit en réalité d'une accumulation d'amoebocytes d'un type particulier contenant des pigments et surtout le pigment jaune caroténoïde caractéristique de la *Tethya lyncurium*. Dans le territoire de régénération qui suit les limites de la greffe, ces zones d'accumulation de cellules contenant des pigments ont disparues et ne semblent donc pas jouer de rôle dans l'union du greffon et du porte-greffe.

Il est cependant possible que les éléments qui les constituaient se soient différenciés, aient migré vers les points de soudure : mais ils ne sont alors plus reconnaissables.

En essayant de résumer la structure histologique de *Tethya lyncurium* nous dirons que les tissus de l'Éponge sont bâtis autour d'une unité fondamentale, le mésenchyme, limité par deux couches l'une externe pinacocytaire, l'autre interne choanocytaire. Ce mésenchyme est constitué par une substance amorphe, fibrillaire, due à la sécrétion de lophocytes qui, à la fin de leur évolution seront enchâssés à l'intérieur de cette substance fondamentale et transformés en collencytes typiques. Dans les mailles de la substance amorphe du mésenchyme se trouvent les diverses catégories de cellules mobiles (amoebocytes) parmi lesquelles la présence de formes intermédiaires (qui sont en quelque sorte des carrefours entre les diverses évolutions cellulaires) nous interdisent une discrimination trop tranchée.

A côté des collencytes, des lophocytes, des diverses catégories d'amoebocytes, des polyblastes, existent enfin dans le mésenchyme de *Tethya lyncurium* d'autres catégories cellulaires différenciées, certaines dérivant des précédentes, que nous allons maintenant étudier.

Cellules musculaires :

Parmi ces formes dérivées, il y a d'abord des cellules musculaires, d'autant plus caractéristiques qu'ici, loin de se disposer d'une manière plus ou moins diffuse au sein des tissus, elles s'orientent très souvent en sphincters à l'entrée ou à la sortie des différents canaux du système inhalant ou exhalant.

Ces sphincters jouent un rôle important dans les phénomènes de contraction ou de décontraction. Les cellules musculaires sont sembla-

bles aux myocytes typiques; elles sont fusiformes, groupées en faisceaux, d'une manière radiaire ou tangentielle le long des canaux. Elles peuvent aussi se présenter sous l'aspect de larges travées, traversant des territoires entiers de mésenchyme.

Cellules squelettogènes :

Les cellules squelettogènes ou scléroblastes secrètent les différentes catégories de spicules.

Chez une *Tethya lyncurium* adulte, ces cellules sont peu nombreuses. Il ne semble pas, comme chez de nombreuses autres Éponges, que la genèse du squelette dure toute la vie de l'adulte. Cela est compréhensible : car la *Tethya* a une forme bien définie et la structure anatomique de celle-ci nécessite un squelette parfaitement formé, en particulier, la présence des longs spicules diactines qui partent du centre et irradient vers le cortex, ainsi que l'existence des petits spicules étoilés qui s'accumulent à la périphérie sous la couche des pinacocytes externes.

Parmi ces différents spicules s'observent de petites diactines qui joueront un rôle important dans nos expériences de greffe ainsi que l'étude macroscopique des greffes nous l'a montré; ils se déplacent, probablement entraînés par la migration des polyblastes, et forment la charpente des ponts cellulaires qui s'établissent entre le greffon et le porte-greffe. Cependant, en ce qui concerne les cellules dont ils sont issus, qu'il s'agisse d'une Éponge adulte ou d'une Éponge en période de régénération, nous ne voyons pas apparaître de scléroblastes (le greffon ne régénérerait donc pas, nous semble-t-il, de squelette propre).

Gonies :

Parmi les cellules du mésenchyme, nous dirons quelques mots des cellules germinales femelles. Nous n'avons jamais observé de spermatozoïdes, ni de cellules souches des éléments mâles. Nous avons, par contre, observé la présence d'œufs amœboïdes et dans certains exemplaires, le mésenchyme peut être complètement bourré d'œufs ovoïdes. Il est alors réduit à des travées séparant les œufs, comme l'a signalé LÉVI (1956).

Spongioblastes :

Pour nous, les spongioblastes sont représentés chez *Tethya lyncurium* par les lophocytes qui constituent les éléments souche, nous l'avons dit, de la substance fondamentale fibrillaire : substance qui prend du reste une telle importance qu'elle peut être considérée comme un véritable squelette organique souple.

Cellules de type nerveux :

Ayant eu connaissance des recherches non encore publiées effectuées par PAVANS DE CECCATTY sur les cellules de types nerveux de *Tethya lyncurium*, j'ai retrouvé ces structures cellulaires dans le mésenchyme après l'emploi de techniques appropriées. Ces éléments se présentent, chez les *Tethya*, d'une manière plus nette encore que chez les autres Éponges siliceuses où elles ont été décrites. On peut en obtenir des images grâce à des imprégnations argentiques classiques.

Mais en ce qui concerne la morphogenèse lors des greffes, nous verrons que ces cellules de type nerveux n'interviennent pas directement. Lorsque les tissus du greffon et du porte-greffe seront, au bout d'un certain temps, confondus sans distinction possible, on relèvera à nouveau en leur sein des structures nerveuses qui seront réapparues au même titre que toutes les autres différenciations cellulaires.

II. — ANALYSE DES PHÉNOMÈNES CELLULAIRES AU COURS DES GREFFES DE *TETHYA LYNCURIUM*.

Des homogreffes de *Tethya lyncurium* avaient été déjà faites par VAILLANT (1869), alors qu'il n'a jamais pu obtenir de greffe entre genres différents (*Sycon*, *Halichondria*, *Reniera*, *Polymastia*) sur *Tethya*.

D'après les observations de cet auteur les deux substances qui entrent dans la composition de *Tethya* sont également capables de se reproduire l'une l'autre; la substance médullaire isolée reformant la substance corticale et réciproquement.

La vitalité de la zone corticale serait plus grande que celle de la zone médullaire.

Nos observations, bien que différant par certains points de celles, d'ailleurs peu poussées, de VAILLANT, les confirment partiellement en particulier sur la vitalité plus grande de l'ectosome. Nous avons décrit plus haut les méthodes qui ont été employées pour réaliser les homogreffes *Tethya lyncurium* sur *T. lyncurium* et avons montré que la première réaction entre greffon et porte-greffe consiste en la formation de brides faites de spicules (strongyloxes) s'orientant pour constituer des sortes de ponts entre la surface du greffon et celle du porte-greffe. Sur ces poutres glissent alors les polyblastes qui étoffent l'axe squelettique et contribuent ainsi à former les points de jonction, entre le greffon et la *Tethya* porteuse.

A ce moment, la surface externe du greffon est au même niveau que celle du porte-greffe. Cela se constate facilement aussi bien par l'observation macroscopique que sur les coupes fixées et colorées (fig. 7).

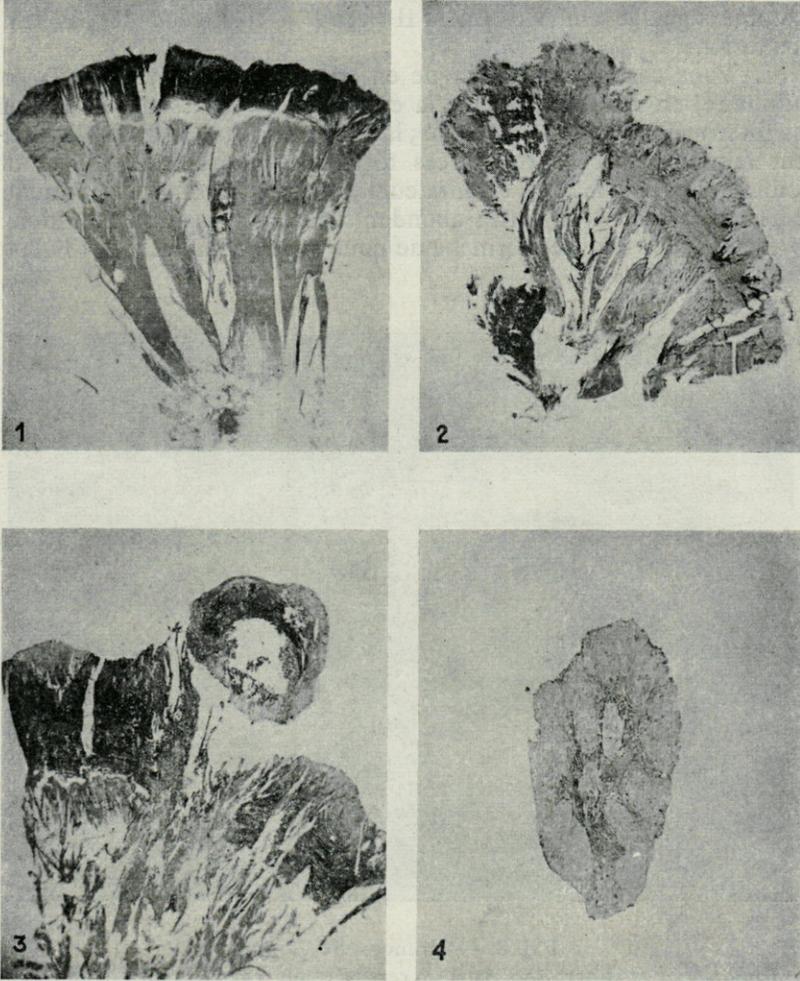


Fig. 7. — Homogreffe *Tethya*

Les différents stades d'évolution de la greffe. L'excroissance du futur bourgeon commence à apparaître sur la photo n° 2. Le bourgeon, après pédiculisiation (photo 3) se détache (photo 4) et présente encore la coulée de choanosome qui occupe l'intérieur. 1, 2, 3, $\times 5$; 4, $\times 7$.

Environ quatre jours après la greffe on observe un envahissement de la portion centrale du choanosome du greffon par les tissus de son ectosome (fig. 7, 1). Ceci vient confirmer la vitalité exceptionnelle de cet ectosome signalée par VAILLANT. Il prend à ce niveau le pas sur le choanosome.

La zone corticale se distingue en effet très facilement de la zone médullaire, en particulier après la coloration de Masson, par la teinte bleu intense que prennent les tissus; la substance fondamentale de ceux-ci étant faite de fibres entrecroisées fortement imprégnées par le bleu d'aniline. Les lophocytes élaborateurs de cette substance prennent la même coloration. Ils sont très abondants dans l'ectosome du greffon et y présentent les diverses formes que nous avons déjà décrites (TUZET et PARIS, 1956) (fig. 8).



Fig. 8. — Homogreffe *Tethya*

Lophocytes et sphérastères dans un territoire en régénération ; trichromique de P. Masson ($\times 600$).

Certains sont de grande taille avec pinceau de fibres nettement marqué. D'autres sont plus petits, polymorphes et les fibres se condensent en un pinceau unique. Enfin s'observent des lophocytes fusiformes à noyau aplati dans un cytoplasme étiré et dont le corps cellulaire paraît inclus dans le faisceau de fibres. Ces derniers correspondent probablement aux « cellules fusiformes allongées » de CHERFILS (1953).

Peu après l'opération de greffe, le choanosome du greffon est presque soudé à celui du porte-greffe, sans que les deux tissus soient vraiment confondus, comme cela se passe chez *Suberites domuncula* ainsi que nous le verrons plus loin. Puis, on observe des coulées de lophocytes qui s'insinuent au niveau du choanosome, dans la suture porte-greffe-greffon. Ce dernier est finalement limité par une mince couche de lophocytes.

Un mois environ après l'opération, on remarque une hernie d'ectosome faisant saillie au-dessus de la surface de la *Tethya* hôte. Elle correspond à l'emplacement exact du greffon. Sur coupes, le choanosome du greffon montre toujours, à sa partie la plus externe, un envahissement par les cellules du cortex et les lophocytes y sont nombreux. Dans le choanosome resté indemne, si certaines corbeilles vibratiles sont encore en bon état, beaucoup d'entre-elles ont, par contre, dégénéré et ont disparu. On est ainsi en présence d'un choanosome fait de quelques corbeilles intactes, noyées dans un tissu mésenchymateux avec de nombreuses cellules de type amoébocytaire, soit à protoplasme clair, soit, les plus nombreuses, bourrées de granulations (cellules à granulations et polyblastes).

Puis, au fur et à mesure que le temps passe, après un mois et demi à deux mois, la hernie ectosomienne primitive se précise en une excroissance de plus en plus développée à la surface de l'Éponge porte-greffe (fig. 7. 2). La surface externe de cette hernie est complètement tapissée d'ectosome qui est alors en continuité avec celui du porte-greffe et dont l'épaisseur est essentiellement la même. A l'intérieur du bourgeon ainsi formé et qui correspond au greffon, on voit se reformer peu à peu un choanosome normal.

La partie la plus externe de la région médullaire acquiert ainsi un choanosome au fur et à mesure que les cellules de type ectosomien disparaissent. De nouvelles corbeilles vibratiles se reconstituent, les canaux inhalants et exhalants se creusent, assurant la circulation de l'eau au niveau des corbeilles. Le mode de formation des nouvelles corbeilles vibratiles se rapproche beaucoup de ce qui a été observé par BRIEN (1932) au moment de la réorganisation de *Spongilla lacustris* et *Ephydatia fluvialis* après l'éclosion des gemmules.

Les polyblastes, qui remplacent ici les cellules totipotentes des gemmules, se fragmentent en donnant naissance à de petites cellules comparables aux choanoblastes observés dans la germination des gemmules. Ces petites cellules se groupent et se transforment en choanocytes constituant ainsi les nouvelles corbeilles. Mais, alors que BRIEN a observé des mitoses typiques dans ses archéocytes, nous n'en avons pas vu dans les polyblastes au moment de leur multiplication. Par contre, nous avons noté de nombreuses figures d'amitoses, avec fragmentation des noyaux et du protoplasme. Ce sont les polyblastes à protoplasme clair qui se divisent ainsi. Le noyau de sphérique devient ovoïde, le nucléole se divise

en deux parties qui s'écartent l'une de l'autre, une légère constriction médiane se dessine, puis une zone claire s'observe au niveau de laquelle se fera la division du noyau fils. Finalement le protoplasme se divise lui-aussi.

Le greffon, dont les tissus se sont réorganisés, va devenir de plus en plus saillant au-dessus de l'Éponge porte-greffe (fig. 7, 3). Il est presque entièrement limité par un ectosome englobant la medulla. Le cortex ne montre de discontinuité qu'au niveau du pédicule qui relie encore le greffon au porte-greffe. Ce pédicule est fait, non de spicules seuls, comme dans le cas des sorites, mais de quelques spicules englobés dans des cellules de type ectosomien, mélangées à de nombreux lophocytes. Lorsque le greffon s'est ainsi séparé du porte-greffe, les tissus de ce dernier comblent peu à peu la cavité qui était auparavant occupée par le greffon.

Finalement, le greffon se détache du porte-greffe et tombe sur le fond de l'aquarium. Il a alors la forme d'une petite *Tethya* sphérique avec couche externe d'ectosome et l'intérieur occupé par le choanosome (fig. 7, 4).

Nous avons conservé plus de six mois en aquarium de petites *Tethya lyncurium* ainsi formées et nous avons fait l'étude histologique de certaines.

Nous y avons trouvé les mêmes catégories cellulaires et dans les mêmes proportions que dans une Éponge normale.

En réalité, dans le cas des homogreffes de *Tethya lyncurium* on ne peut employer le terme de greffe que pour le début de l'évolution; au moment où les ponts faits de spicules et de polyblastes réunissent le greffon et le porte-greffe. Ces brides sont ensuite envahies par des coulées de lophocytes, migrant depuis l'ectosome et qui finissent par entourer la partie sous-ectosomiale périphérique du greffon, la séparant ainsi du porte-greffe. A partir de ce moment, greffon et porte-greffe semblent évoluer séparément, malgré la continuité des cortex. Peu à peu les tissus du greffon émergent du porte-greffe constituant une petite Éponge indépendante, les lophocytes regagnent l'ectosome du greffon qui, au moment où celui-ci se sépare du porte-greffe, lui constitue une enveloppe continue.

A partir du moment où les ponts d'union ne sont plus visibles, on se trouve en présence d'une sorte de culture de tissus. Le porte-greffe permet au greffon de se maintenir vivant et d'évoluer en une nouvelle Éponge. Le porte-greffe protège le greffon et le nourrit, en particulier au moment où il ne reste plus qu'une petite quantité de corbeilles vibratiles dans le choanosome.

Les préparations histologiques que nous avons faites des *Tethya* issues de greffons nous ont montré, ainsi que nous l'avons dit plus haut, qu'elles avaient la structure d'Éponges normales et non celle des bourgeons qui se forment naturellement à la surface des Éponges. Bourgeons

qui ont été étudiés par de nombreux auteurs et récemment encore par CHERFILS (1953). Ces derniers sont faits d'un ectosome semblable à celui des parents, avec à l'intérieur une masse de cellules sphéruleuses, sans corbeilles vibratiles, ni canaux inhalants et exhalants. La structure de ces bourgeons rappelle celle du greffon avant sa réorganisation. La structure particulière que l'on obtient ici est probablement due à l'influence du porte-greffe, qui a fourni au greffon les substances nécessaires à l'évolution des cellules le constituant et en particulier à celle des polyblastés.

Nous allons voir, qu'il n'en est pas de même pour toutes les Éponges et que les choses se passent d'une façon bien différente dans le cas des homogreffes de *Suberites domuncula*.

III. — HISTOLOGIE DE *SUBERITES DOMUNCULA* OLIVI.

Comme nous l'avons déjà fait pour *Tethya lyncurium*, nous donnerons ici quelques indications sur l'histologie de *Suberites domuncula*, nous bornant à décrire les principaux types cellulaires du mésenchyme.

Comme précédemment, nous ne nous baserons pas seulement sur les caractères morphologiques, mais aussi sur la physiologie et la dynamique cellulaire.

LES PINACOCYTES.

Bordant la couche externe et les canaux inhalants et exhalants, les pinacocytes sont tout à fait semblables à ceux décrits chez *Tethya lyncurium* (fig. 9). Ils sont aplatis, très allongés, avec un léger renflement à l'endroit du noyau, anastomosés les uns avec les autres et disposés en une seule couche.

Il n'y a pas lieu de distinguer ici les exopinacocytes et les endopinacocytes. Nous n'avons pas, en effet, constaté de différence entre ceux qui limitent la partie externe de l'Éponge et ceux qui bordent les canaux. Les uns et les autres pouvant migrer à l'intérieur de l'Éponge ou, à l'inverse, être reformés à partir de certaines catégories de cellules du mésenchyme.

LES CHOANOCYTES.

Chez *Suberites domuncula* les choanocytes sont beaucoup plus apparents que chez *Tethya lyncurium*, car il n'y a plus ici, pour gêner l'analyse, de zone centrale médullaire bourrée de granules. Les corbeilles vibratiles apparaissent très nettes au milieu d'un mésenchyme lâche et diffus (fig. 9).

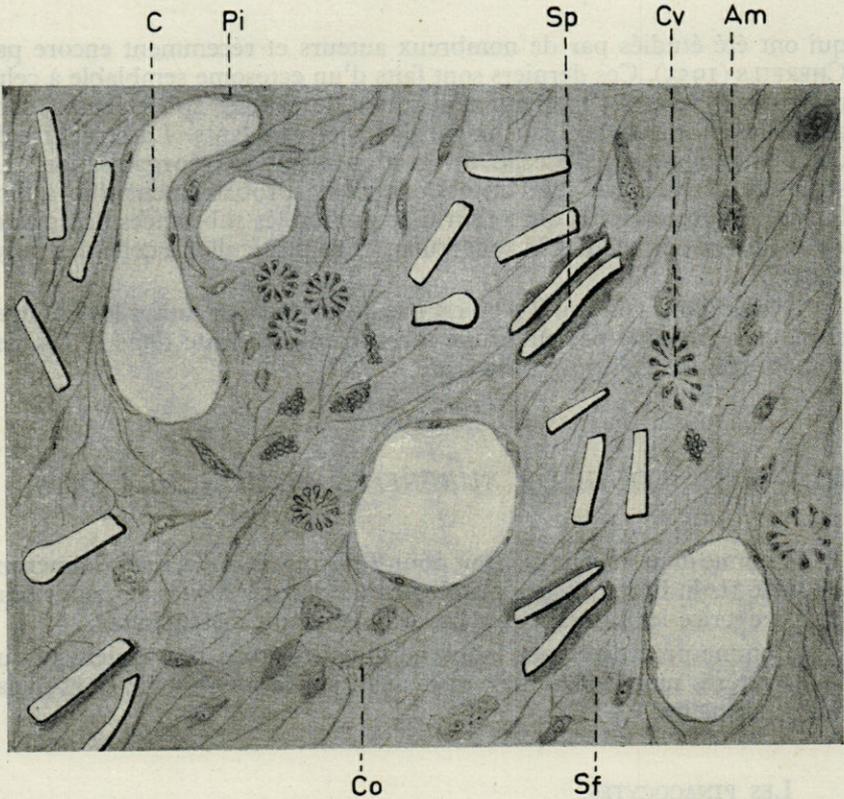


Fig. 9. — Coupe à travers les tissus normaux de *Suberites domuncula*; C., canal revêtu de pinacocytes (Pi); Cv., corbeille vibratile; Co., collencyte; Sp., spicules enrobés dans une plaque de spongine; Am., amoebocyte; Sf., substance fondamentale.

Elles n'occupent pas une zone bien limitée, et elles peuvent s'observer quelquefois assez près de la surface de l'Éponge. Leur étude cytologique en est ainsi facilitée.

LE MÉSENCHYME.

Les collencytes

Les collencytes forment un réticulum de cellules anastomosées, et peuvent être comparés à des cellules conjonctives. Contrairement à ce que nous avons vu chez *Tethya*, les collencytes et le réseau qu'ils forment apparaissent très nettement chez la *Suberites*.

Dans la substance fondamentale, assez claire, mais bourrée de fragments de spicules sur les coupes, les divers types de collencytes sont représentés. Ce sont le plus souvent des cellules étoilées à noyau assez dense, avec des prolongements partant des pôles de la cellule. Il est assez facile de suivre ces prolongements et de les relier à un autre collencyte.

Chez la *Suberites*, on retrouve ainsi la lignée pinacocyto-collencytaire décrite par BRIEN et FAURÉ-FREMIET. Les cellules conjonctives peuvent en effet, provenir de pinacocytes immigrés à l'intérieur de l'Éponge.

Cellules mobiles, autochtones ou immigrées

Les amoebocytes :

Lorsqu'on parle de cellules mobiles chez quelque Éponge que ce soit, on distingue plusieurs catégories de cellules groupées sous le nom d'amoebocytes.

Les nombreux auteurs qui nous ont précédé en ont décrit plusieurs types, dont les principaux sont les amoebocytes hyalins, les amoebocytes granuleux, les amoebocytes sphéruleux ou vacuolaires. Nous les avons retrouvés chez les *Suberites domuncula*.

Les amoebocytes hyalins sont de grosses cellules possédant un cytoplasme clair dans lequel est un noyau sphérique, volumineux, avec chromatine réticulée et un nucléole.

On les remarque, en grand nombre, dans le mésenchyme.

Les amoebocytes granuleux sont de taille à peu près équivalente, mais leur cytoplasme contient des inclusions granuleuses plus ou moins foncées et en plus ou moins grand nombre.

Les amoebocytes sphéruleux, enfin, ne présentent que très peu de différences avec les précédents. Les inclusions contenues dans le cytoplasme sont plus grosses et sont, elles aussi, plus ou moins colorées et en nombre très variable.

Ces trois types cellulaires diffèrent essentiellement par leurs inclusions cytoplasmiques. Mais chez *Suberites*, comme chez *Tethya* et les autres Éponges, il semble que cette division soit purement arbitraire et que ces types cellulaires évoluent continuellement des uns aux autres, sans qu'il soit possible de définir avec précision des stades de référence. En réalité, on trouve tous les termes de passage. Les diverses réactions colorées que nous avons employées font apparaître, par exemple, d'une façon différente, les inclusions cytoplasmiques. Par ailleurs, il apparaît nettement que ces types cellulaires peuvent converger vers une seule catégories, le type-carrefour, dont nous avons déjà longuement parlé au sujet des *Tethya* : les archéocytes ou polyblastés.

Les archéocytes ou polyblastés :

Chez *Suberites domuncula*, ce type cellulaire joue encore un rôle primordial dans les phénomènes de greffe. Les différentes catégories

cellulaires qui réapparaissent au cours d'une morphogenèse normale ou exceptionnelle, peuvent dériver de ce polyblaste. Celui-ci est facile à observer, car il est très abondant dans les zones de régénération.

Cellules musculaires :

Nous avons pu voir des cellules disposées en sphincters à l'extrémité de canaux inhalants ou exhalants. Ces myocytes sont moins abondants que chez *Tethya lyncurium*, ce qui paraît d'ailleurs normal, sachant que *Suberites* est beaucoup moins contractile que *Tethya*.

Cellules squelettogènes :

Les cellules squelettogènes semblent plus nombreuses que chez la *Tethya*. Elles sont cependant assez difficiles à observer, car les spicules de *Suberites* sont si fragiles qu'ils se fragmentent abondamment lorsqu'on pratique des coupes. Ces spicules, des *tylostyles*, sont le plus souvent disposés en faisceaux.

Gomies :

Nous avons pu observer sur certaines coupes la présence d'œufs amoeboïdes avec leur spermiokystes.

On remarque dans les tissus, ainsi que l'a décrit H. HERLANT-MEEWIS (1948), des piliers ou cordons cellulaires composés d'amœbocytes et de cellules fuschinophiles. Cependant, nous n'avons jamais relevé la présence de ces formations à la surface même de l'Éponge, ainsi que cet auteur les figure : il nous semble qu'elles correspondent surtout à des zones de réorganisation sans localisation fixe.

En effet, lors des processus cellulaires de la greffe, de nombreux cordons analogues, confluent vers la zone greffée (fig. 10). Nous pensons qu'il faut donc les considérer comme des structures transitoires, correspondant à un aspect de la dynamique cellulaire, et non comme des formations statiques et permanentes. Ces cordons sont constitués par un flux d'amœbocytes se déplaçant dans une direction qui varie selon l'état physiologique de l'Éponge (nécessité de régénération à certains endroits). Aussi, n'adopterons nous pas dans notre description le terme de pilier, à signification trop approximative, mais celui de *coulée amœbocytaire* indiquant la présence de cellules en déplacement, qui confluent vers une zone donnée. On notera, dans ces faisceaux, un certain nombre de cellules à contour irrégulier et à noyaux pycnotiques.

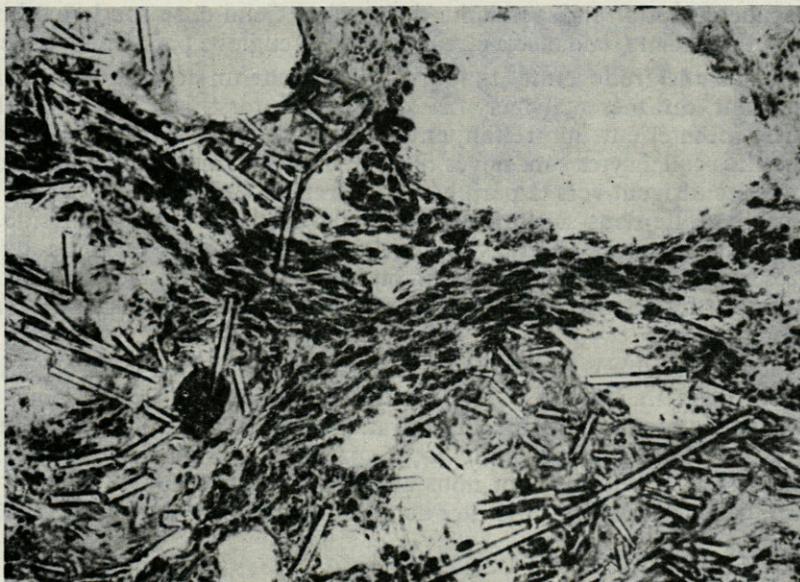


Fig. 10. — Homogreffe *Suberites*

Dans une zone du porte-greffe proche du greffon, les amoebocytes rassemblés forment de véritables coulées, qui affluent vers la zone de contact; Hématoxyline Phloxine de Gomori ($\times 250$).

IV. — LES PHÉNOMÈNES CELLULAIRES AU COURS DES GREFFES HOMOPLASTIQUES *SUBERITES DOMUNCULA* SUR *SUBERITES DOMUNCULA*.

Chez *Suberites domuncula*, les processus déclenchés par la greffe ne sont pas aussi rapides que chez *Tethya lyncurium*. L'Éponge traitée doit être enveloppée plus longtemps et on ne peut pas observer de ponts tissulaires reliant le porte-greffe au greffon. La *Suberites* étant très peu contractile, il n'y a pas de rétraction des tissus du porte-greffe, et, de ce fait, il n'est pas possible de voir, sur le matériel vivant, l'évolution du greffon au cours du premier jour.

Si le greffon n'est pas artificiellement maintenu en place, il est rejeté. S'il est maintenu, au bout de 4 jours seulement, il commence à adhérer, mais très faiblement. Après 8 jours, la greffe est en général définitivement

acquise et, contrairement à ce qui se passe chez *Tethya lyncurium*, il n'y a aucune évolution indépendante du greffon. Celui-ci se soude parfaitement et il a même tendance à être recouvert et englobé par l'Éponge mère.

Dans une greffe jeune (15 jours), on constate un développement très important du mésenchyme. La substance interstitielle devient plus épaisse à l'intérieur du greffon, envahissant tout le tissu, pourtant assez lâche. Les collencytes sont noyés dans ce mésenchyme épais et les amœbocytes se dirigent vers la périphérie du greffon. Celui-ci est très bien lié au porte-greffe dans sa partie superficielle. Dans sa partie profonde, il n'existe encore que quelques ponts tissulaires entre les deux Éponges. Après trois semaines, la greffe est bien prise sur toutes les faces. Les tissus sont intimement soudés et l'on assiste à des différenciations très importantes.

La plus visible et la plus spectaculaire est, sans doute, la mobilisation de nombreux amœbocytes vers les surfaces en contact. La technique de Gomori fait apparaître cette concentration de cellules, tout au long de la greffe, en la délimitant d'une façon parfaite. On voit nettement les coulées amœbocytaires dont nous avons parlé plus haut, en traitant de l'histologie de *Suberites*, s'orienter dans l'hôte pour confluer vers le greffon

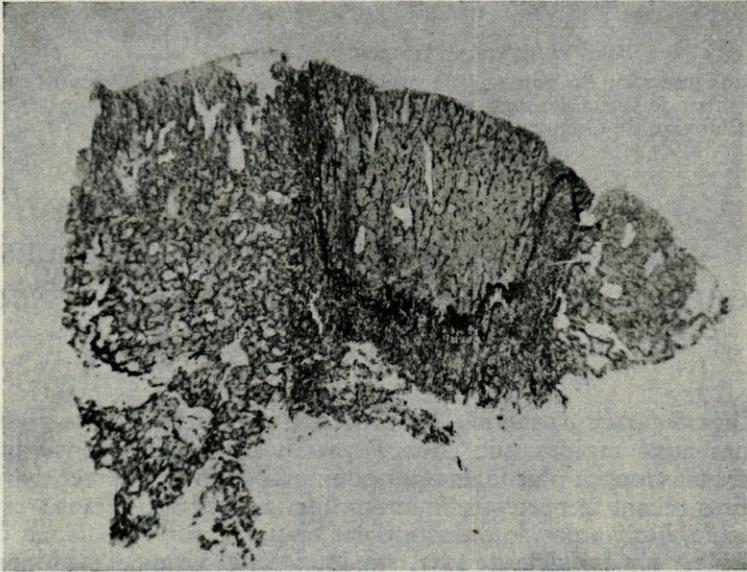


Fig. 11. — Homogreffe *Suberites*

On remarque l'accumulation des polyblastes du porte-greffe dans la zone de contact; Hématoxyline Phloxine de Gomori ($\times 5$).

et former, à son voisinage, un territoire en régénération. Les amœbocytes constituant les traînées se dirigent vers la zone de contact entre le greffon et le porte-greffe (fig. 11).

Dans une première phase, les amœbocytes du greffon et ceux qui se trouvaient très proches dans le porte-greffe, se déplacent vers cette zone. Puis ce sont les éléments lointains du porte-greffe qui affluent à leur tour, groupés en cordons, de zones très éloignées de la greffe. On les voit prendre des formes souvent très allongées, caractéristiques des cellules en déplacement et canalisées dans un mouvement d'ensemble.

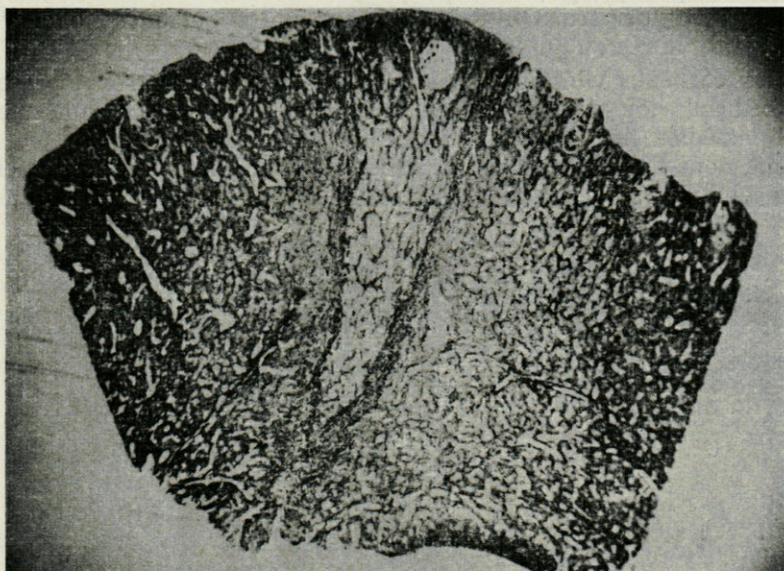


Fig. 12. — Homogreffe *Suberites*

Zone de contact, soulignée par la densité des polyblastes; trichromique de P. Masson ($\times 5$).

Au moment où ils arrivent au niveau du territoire où ont lieu les remaniements d'une régénération locale, ils se transforment en polyblastes et se placent les uns à côté des autres, formant une bande de jonction continue entre le greffon et le porte-greffe, une sorte de frontière commune, dédifférenciée (fig. 12).

Les polyblastes y sont très nombreux. On peut en noter quelques-uns en mitose. C'est la coloration à l'hématoxyline ferrique de Heidenhain qui nous a permis de faire ces observations, car nous insistons sur le fait

que nous n'avons jamais pu réussir une réaction de Feulgen sur *Suberites domuncula*. Cela est certainement dû à la faible concentration des acides nucléiques dans les noyaux, pendant la majeure partie de la vie de l'animal, tout au moins, car les petits Amphipodes (*Atylus gibbosus*) commensaux de *Suberites domuncula* se colorent, par contre, très fortement par le réactif de Schiff, sur les mêmes préparations.

Outre la mise en place de la bande frontière commune, il faut aussi noter les remaniements importants qui s'opèrent au sein du greffon. Si l'on assiste dans les premiers jours après la greffe à un envahissement de celui-ci, par une substance de type collagène, au bout d'un mois il n'y en a presque plus. Les plaques, fortement colorées par le bleu d'aniline, ont disparu. On voit alors apparaître quelques collencytes étoilés avec le réseau qui les relie.

Les corbeilles vibratiles subsistent, mais le greffon se trouve presque entièrement vidé des amoebocytes hyalins, granuleux et sphéruleux qu'il possédait (fig. 13). Ceux-ci sont dirigés vers la zone de contact et, comme nous l'avons vu, ont participé à la première phase, essentielle, de la soudure parallèle à celle du greffon, mais inverse.

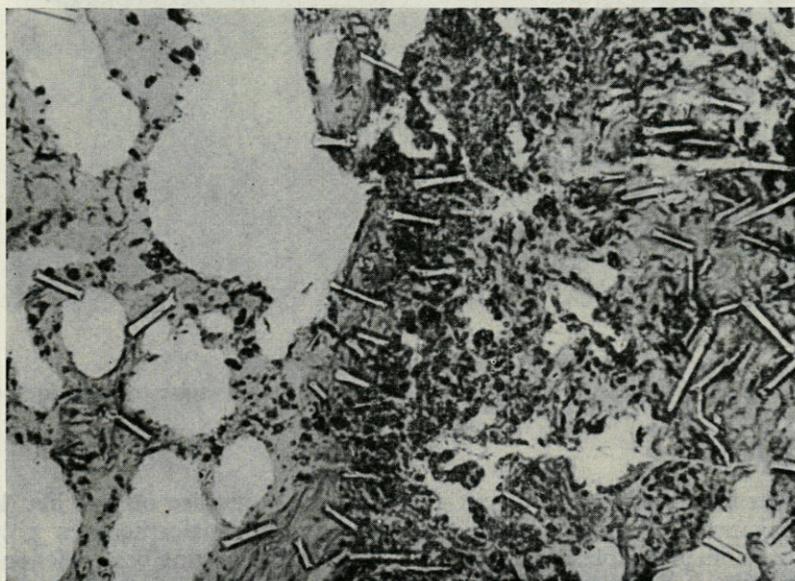


Fig. 13. — Homogreffe de *Suberites*

On remarque la différence de concentration des polyblastes entre le portegreffe à droite et le greffon à gauche; trichromique de P. Masson ($\times 250$).

Alors que la zone périphérique du greffon était de structure assez lâche au départ, elle devient progressivement très riche en coulées amœbocytaires, à point de départ lointain par rapport à la zone de suture. Et ces amœbocytes affluent par des coulées d'autant plus massives et abondantes que l'on approche des territoires de contact.

V. — GREFFES HÉTÉROPLASTIQUES.

Les greffes entre *Suberites domuncula* et *Tethya lyncurium* sont toujours plus délicates à réaliser que les greffes homoplastiques. Ceci tient, en premier lieu, à la structure très différente de ces deux genres de Spongiaires. *Suberites domuncula* ne présente pas un ectosome et un choanosome aussi bien définis et aussi bien marqués que ceux de *Tethya lyncurium*, bien que, fondamentalement, les types cellulaires ne varient pas beaucoup d'une Éponge à l'autre.

La *Suberites* a un tissu bien plus lacunaire, avec un mésenchyme peu important et ne possédant pas les lophocytes dont nous avons montré le rôle primordial dans les greffes homoplastiques de *Tethya*. Cette ressemblance dans la diversité nous permet de prévoir *a priori* que la réussite d'une greffe se traduit au niveau des soudures par une sorte de tissu hybride plus ou moins monstrueux, une « chimère localisée ».

Au point de vue pratique, la contractilité différente des tissus rend les expériences moins faciles. Nous avons remarqué qu'il était préférable de réaliser une greffe en choisissant *Suberites* comme porte-grefte et *Tethya* comme greffon, car lorsqu'on a ôté le fragment de *Suberites* pour ménager une loge d'accueil au greffon, il suffit de le remplacer par un fragment équivalent de *Tethya* et de le maintenir en place à l'aide d'une gaze, qu'il n'est pas utile de serrer fortement. Le porte-grefte ne se contractant pas, on est sûr que le greffon sera maintenu en contact très étroit avec lui.

Si l'on choisit *Tethya* comme porte-grefte, une fois l'opération terminée, l'Éponge distend ses tissus lorsqu'elle revient à son état normal, et le greffon flotte à l'intérieur de la cavité qui devait le recevoir. Pour le maintenir en place, il faut envelopper l'Éponge traitée, fermement et assez longtemps pour que les tissus se soudent. Le système de fixation est donc le même que pour les homogreffes de *Tethya lyncurium* mais ici, les tissus s'unissent au bout d'un temps plus long (fig. 14).

L'enveloppement ayant davantage pour but de rapprocher les différents tissus que de maintenir le greffon, provoque à la longue des risques de nécrose et de pourrissement total. Plus encore que pour les autres greffes, la température de l'eau joue un très grand rôle. En eau froide, jusqu'à 15°, on obtient un pourcentage intéressant de réussites.

Aussitôt que la température de l'eau de mer monte au-dessus de 15°, il devient presque impossible de poursuivre l'expérimentation. Les limites optimales de température sont encore plus restreintes que pour les homogreffes, ce qui, ajouté à la lenteur des processus, rend la survie des animaux traités bien plus aléatoire.

L'histologie des greffes hétéroplastiques, *Tethya* sur *Suberites*, est assez particulière et très différente de celle des greffes précédemment étudiées.

Ainsi, après une dizaine de jours, la fusion des deux Éponges n'est que partielle, et on constate qu'il existe divers modes d'union des tissus correspondant à différents niveaux du greffon.

Cette union paraît s'accomplir en trois stades :

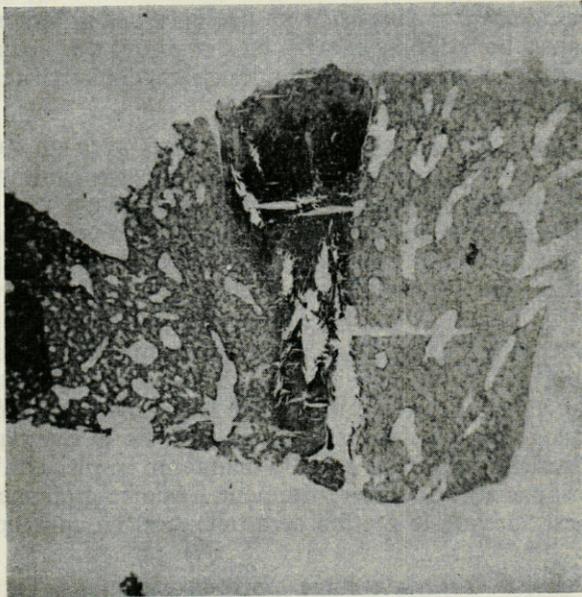


Fig. 14. — Hétérogrefe *Tethya* sur *Suberites*

La soudure est surtout avancée sur le côté gauche du greffon; trichromique de P. Masson ($\times 5$).

Premier stade :

Les tissus des deux Éponges situés en regard l'un de l'autre ne se comportent pas du tout de la même façon que dans les greffes homoplastiques. On constate, en effet, la formation d'un néoépithélium de contact chez le greffon comme chez le porte-grefe.

Chez *Suberites*, les cellules sont disposées sur une ou plusieurs rangées. Leur cytoplasme granuleux contient parfois des corps de Golgi. Leur noyau nucléolé présente un réseau de chromatine délicat. La formation de cet épithélium semble due à la migration des archéocytes ou polyblastes, dérivant eux-mêmes d'amoebocytes granuleux. On peut voir ces éléments se rassembler et se diriger en coulées vers la zone de contact. Ils s'y transforment alors en polyblastes, qui se rangent les uns à côté des autres sur un ou plusieurs rangs. Ils n'ont plus la forme arrondie commune à tous les polyblastes que nous avons décrits jusqu'à présent, mais deviennent plus ou moins allongés, par suite de leur tassement en épithélium pluristratifié.

Chez *Tethya*, ces nouvelles structures apparaissent en même temps que s'opère une transformation plus générale des tissus. Au niveau des surfaces de contact, l'épithélium néoformé du greffon est d'autant plus net que la fusion met en jeu l'ectosome, où l'on observe un grand développement du collagène et une disparition totale de la couche spiculaire de sphaerasters.

Dans des greffes homoplastiques de *Tethya lyncurium*, nous avons souligné la grande importance prise par les lophocytes. Dans la greffe

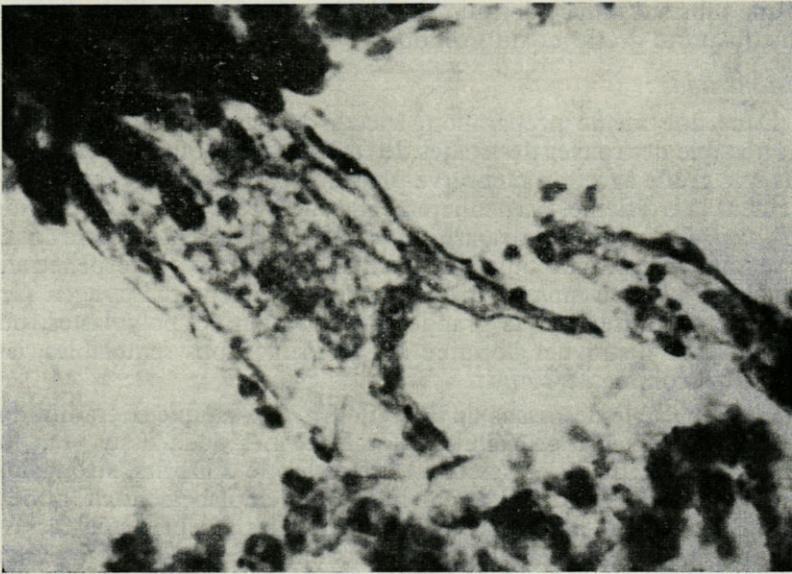


Fig. 15. — Hétérogreffe : pont hyalin contenant quelques polyblastes, et tendu entre les tissus de *Suberites* en haut et ceux de *Tethya* en bas; trichromique de P. Masson ($\times 1.000$).

hétéroplastique, au contraire, l'activité lophocytaire de *Tethya* est bien moindre que l'activité polyblastique. Ce fait est important. Il confirme, sur le plan des comportements cellulaires, l'établissement prévu d'un territoire hybride, dont les caractères doivent être compatibles avec les structures et les physiologies assez différentes de *Tethya* et de *Suberites* : territoire qui ne peut donc inclure des différenciations aussi poussées et spécifiques que celles des lophocytes. C'est finalement dans la mesure où chacune des deux Éponges se « dépersonnalise » au niveau des points de contact et de soudure éventuelle que la greffe peut réussir. Les polyblastiques signent cette « dépersonnalisation nécessaire », que les étapes suivantes mettent bien en valeur.

Deuxième stade :

On constate une union partielle des tissus par des ponts cellulaires. Les cellules de l'épithélium néoformé de *Suberites*, envoient un ou plusieurs prolongements pseudopodiques hyalins qui se soudent aux cellules épithéliales de contact du greffon. Dans l'espace qui sépare encore le greffon du porte-greffe, espace virtuel révélé par la fixation, on observe ainsi un fin réticulum produit par de minuscules brides protoplasmiques (fig. 15).

De leur côté, les cellules épithéliales de *Tethya* réagissent en sécrétant une substance mucœide qui s'écoule dans les espaces libres entre les tissus du porte-greffe et du greffon.

Troisième stade :

Dans une même préparation, à côté des stades d'union partielle, il est possible de trouver des stades de fusion totale des tissus en contact. Dans une greffe âgée, on n'observe plus les deux premières étapes, mais seulement la troisième, particulièrement nette au niveau du choanosome de *Tethya*. On note une disparition complète des structures stratifiées, qui se sont maintenant unies, en formant une zone d'interpénétration qui empiète plus ou moins dans la profondeur des deux Éponges. Cette zone est caractérisée par la grande concentration des polyblastiques, où il est difficile de distinguer l'origine des éléments, tous semblables, issus de *Suberites* comme de *Tethya*.

L'union totale des tissus de la greffe hétéroplastique se traduit donc par une dédifférenciation cellulaire localisée. Les deux tissus sont intimement mêlés et seuls les spicules : tylostyles de *Suberites*, strongyloxes et sphérastères de *Tethya*, peuvent indiquer l'emplacement de l'une ou l'autre Éponge. Sur les coupes histologiques, les spicules sont cassés en petits fragments, mais leur taille et leur allure ne peuvent pas prêter à confusion : aussi nous semble-t-il possible de nous appuyer sur ce mélange de spicules, au sein du territoire polyblastique, pour caractériser les zones communes, car si les spicules peuvent être brisés lors de la coupe, ils n'en sont pas pour autant déplacés (fig. 16).

D'ailleurs, très souvent, les sphaérasters de *Tethya* qui sont de très petite taille, sont intacts.

Ainsi, des amas de polyblastes et d'amoébocytes de *Tethya* convergent et pénètrent dans les tissus de *Suberites* et s'insinuent entre les tylostyles. Dans ces amas, de fins sphérasters, prouvent bien l'appartenance de ce tissu à *Tethya lyncurium* (fig. 17).

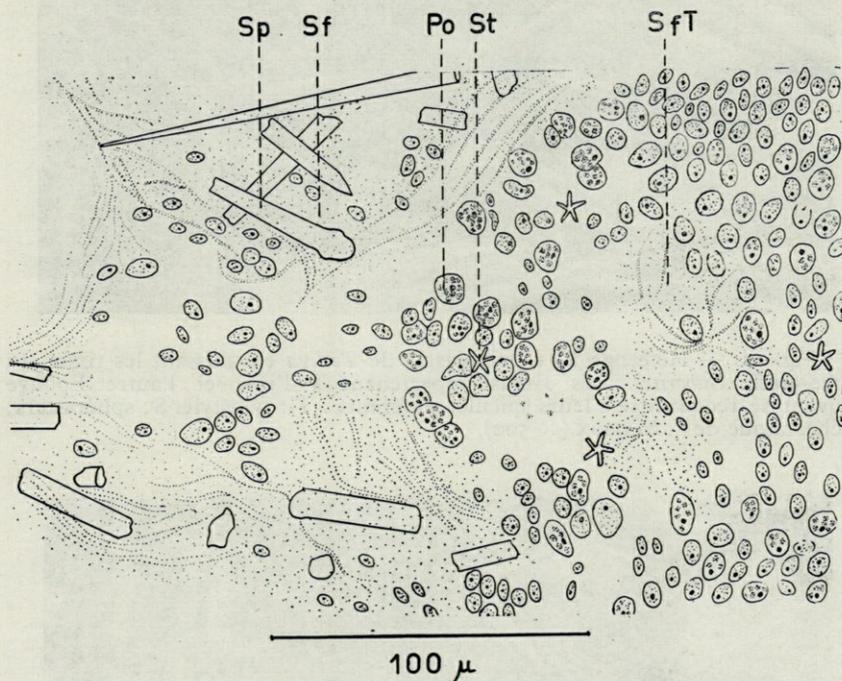


Fig. 16. — Hétérogreffe : zone commune où l'on voit les polyblastes (Po.) de *Tethya* envahissant les tissus de *Suberites*. SfT., substance fondamentale de *Tethya*; Sr., sphéraster; Sf., substance fondamentale de *Suberites*; Sp., spicules (tylostyles) de *Suberites*.

On constate donc qu'il y a un début d'interpénétration cellulaire des deux genres et ceci peut se voir en différents points, en suivant la surface de greffe. Certaines catégories cellulaires du greffon se rassemblent et pénètrent dans les tissus du porte-greffe. Cela est d'autant plus visible que la différence de densité cellulaire est plus accusée entre les deux organismes, ce qui est le cas puisque *Suberites* est formée de tissus lâches à charpente spiculaire très importante, tandis que *Tethya* possède des tissus denses contenant moins de spicules (fig. 18).

Au niveau de l'ectosome du greffon, nous assistons à un développement important du collagène. Au début, les polyblastes qui se trouvent

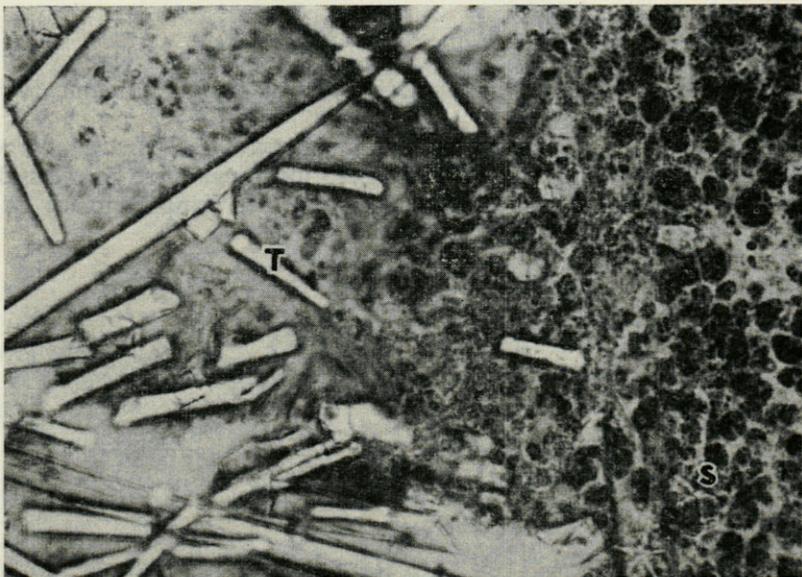


Fig. 17. — Hétérogreffe : polyblastes de *Tethya* envahissant les tissus du porte-greffe *Suberites*. Les tissus appartenant à l'une et l'autre Éponge peuvent se reconnaître à leurs spicules différents : T : tylostyle. S : sphérasters; trichromique de P. MASSON ($\times 500$).

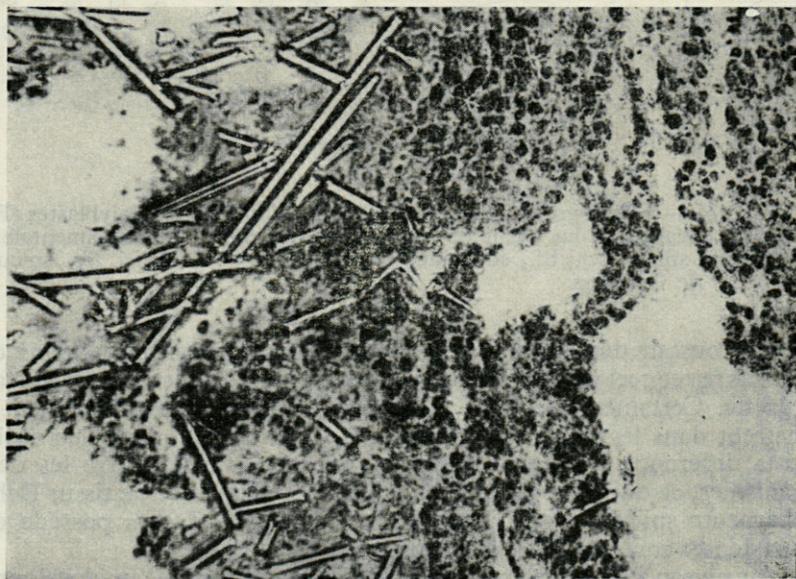


Fig. 18. — Hétérogreffe : polyblastes du choanosome de *Tethya* pénétrant vers la gauche dans les tissus de *Suberites* à nombreux tylostyles; trichromique de P. Masson ($\times 250$).

dans la zone de suture viennent en grande partie de la *Suberites*. Puis, le collagène du cortex de *Tethya* envahit la partie proche du porte-greffe, si bien que des polyblastes commencent à se redifférencier, au milieu d'un tissu à substance interstitielle abondante.

La *Suberites* porte-greffe était, dans certains cas, bourrée d'œufs amoéboïdes. Nous avons pu observer que, par l'intermédiaire des zones localisées de fusion partielle, des œufs avaient pénétré dans le greffon de

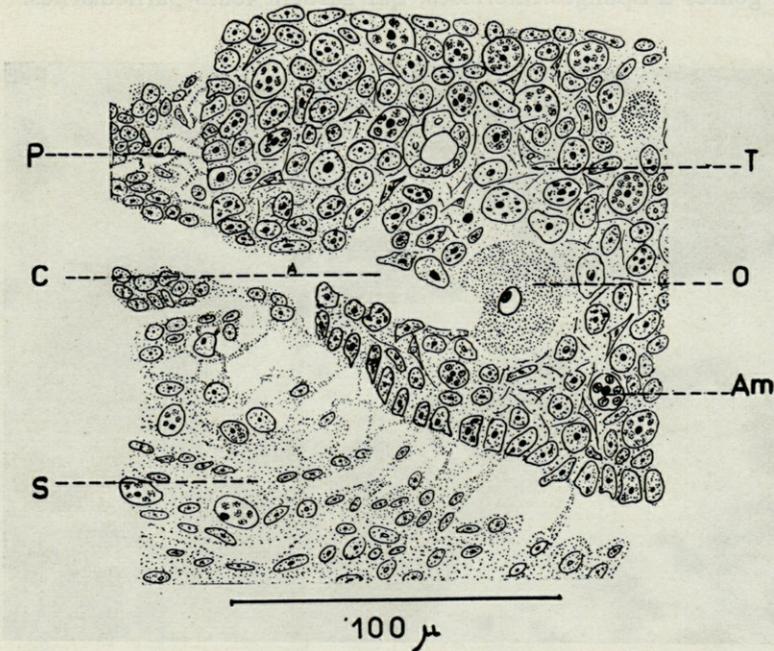


Fig. 19. — Hétérogreffe : l'œuf (O) de *Suberites domuncula* a pénétré dans les tissus de *Tethya* (T) par le canal C. On aperçoit les ponts cellulaires (P) reliant le porte-greffe *Suberites* au greffon *Tethya*.

Tethya lyncurium. On retrouve ces éléments germinaux assez proches des zones de contact, mais aussi à l'intérieur du choanosome et de l'ectosome du greffon.

C'est ainsi que nous avons relevé la présence d'un œuf, passé dans le choanosome de *Tethya* par un bref canal de pénétration, d'un diamètre de 10 μ . Puis, il paraît se ménager une loge dans le tissu du greffon et il y croît. Au moment de la fixation, son diamètre était de 39 μ (fig. 19).

Ces œufs migrants, par l'aspect de leur noyau, de leur nucléole et de leur cytoplasme contenant parfois un spermiokyste, paraissent conserver toutes leurs activités. Il ne semblent nullement atteints par le changement du milieu environnant (fig. 20).

Au point où nous avons dû arrêter nos observations, il semble donc que l'établissement d'une zone morphologiquement dédifférenciée, commune, qui marque la réussite de la greffe hétéroplastique, représente un territoire à caractère double. D'une part, cette structure permet d'un côté et de l'autre de ses limites la continuation d'une vie normale pour les deux genres d'Éponges intéressés, qui gardent leurs particularités.

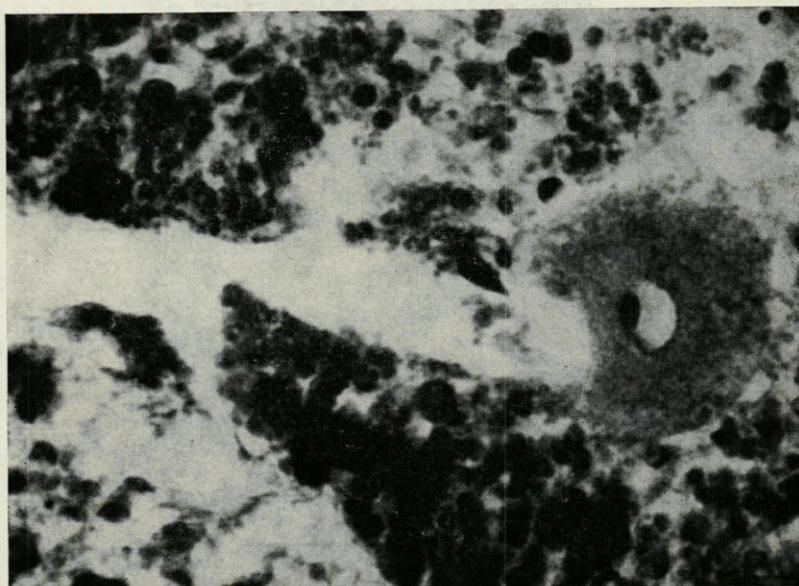


Fig. 20. — Hétérogreffe: œuf de *Suberites domuncula*, ayant quitté les tissus de l'Éponge mère (à gauche) et pénétré par un bref canal, dans ceux du greffon de *Tethya lyncurium* (à droite); trichromique de P. Masson ($\times 1.000$).

D'autre part, ce territoire offre des propriétés physiologiques privilégiées, pouvant convenir aux éléments cellulaires, et même à des gonies, d'un genre comme de l'autre.

CHAPITRE V

ÉTUDE SÉROLOGIQUE DE *TETHYA LYNCURIUM* ET *SUBERITES DOMUNCULA*

Les techniques sérologiques ont été déjà employées pour contrôler le degré de parenté de certaines espèces animales; ce sont surtout les méthodes de précipitation qui ont intéressé les auteurs.

Dès 1904, NUTTALL et GRAHAM SMITH ont préparé avec *Homarus vulgaris* un antisérum qu'ils mettaient en présence d'antigènes provenant d'espèces voisines de Décapodes et leurs conclusions sont en accord avec la classification zoologique.

Depuis, d'assez nombreux travaux ont été faits dans le même sens. Par exemple, EISENBRANDT (1938) met en évidence les relations sérologiques de l'Acanthocéphale avec les Plathelminthes et non avec les Nématelminthes. GEMEROY (1943) signale des différences entre les antigènes sériques de poissons marins et d'eau douce.

VOGEL (1953) constate que les deux espèces de *Taenia* : *T. taeniaformis* et *T. pisiformis* sont très voisines, tandis qu'elles sont éloignées de *Moniezia expansa*.

LEONE (1952-1954), dans ses recherches effectuées sur divers Mollusques, montre par exemple que les Céphalopodes (*Octopus*) sont plus voisins des Gastéropodes que les Lamellibranches. Chez les Gastéropodes, les essais sérologiques sont en accord avec la classification. Quittant les Mollusques, il montre aussi que la Limule est plus voisine sérologiquement des Scorpions que des Araignées. Elle montre une faible relation sérologique avec les Crustacés Décapodes.

FINE, EYQUEM, MAILLOUX (1954) observant 16 espèces zoologiques différentes, montrent que leur sérologie permet d'établir des rapprochements ou des distinctions entre les espèces.

BUI-VAONG (1956) étudie la parenté de quelques gallinacés.

Enfin PAULY (1957) travaillant sur des Insectes, montre par exemple que les Blattes ont plus d'affinités avec la Mante *Paratenodera sinensis* et le Phasmide *Anisomorpha* sp. qu'avec les espèces sauteuses.

Nous avons pensé qu'il serait intéressant d'appliquer les techniques sérologiques aux deux espèces d'Éponges employées pour nos hétéro-greffes *Tethya lyncurium* et *Suberites domuncula*, afin de tâcher de préciser leur degré de parenté. Nos expériences nous ont montré que ces Éponges sont très voisines au point de vue sérologique.

Nous avons employé pour notre travail la réaction de fixation du complément de BORDET et GENGOU modifiée par DIACONO (1922-1933).

La méthode de BORDET et GENGOU s'appuie sur divers constituants : l'antigène, l'anticorps, l'alexine, la sensibilisatrice hémolytique et le globule rouge de mouton. Selon qu'il y a identité ou non, entre l'antigène et l'anticorps, la manifestation finale de la réaction sera l'absence ou la présence de l'hémolyse, phénomène bien visible.

En 1922, DIACONO au lieu d'employer l'alexine de Cobayes nouveaux et une sensibilisatrice hémolytique fournie par le sérum de lapin traité avec des hématies de mouton, utilise un sérum de Cobaye ayant reçu au préalable des injections de globules rouges de mouton. Un tel sérum apporte en même temps l'alexine et l'hémolysine. La manipulation se réduit à un seul titrage et à la réaction proprement dite, le tout effectué en un seul temps.

Voici comment nous avons procédé :

Nous avons d'abord préparé l'antigène sous forme de sérum de *Tethya lyncurium* et de *Suberites domuncula*. Nous avons fait pour cela des broyats de ces deux Éponges à raison de 1 g de tissus pour 10 cm³ de sérum physiologique. Nous les avons centrifugés pour éliminer les spicules et nous les avons filtrés sur papier stérile, afin de les débarrasser des fragments d'Éponges qui pourraient s'y trouver encore contenus.

Les broyats obtenus sont répartis en ampoules stériles de 1,5 cm³ qui ont été ensuite tyndallisées à 56°.

Nous avons conservé une partie des ampoules ainsi préparées pour le titrage des antigènes (1).

D'autres ampoules nous ont servi à préparer le sérum anti-Éponges.

Pour cela nous avons injecté à des lapins, tous les 3 jours, par voie intra-veineuse, du sérum de *Tethya* et de *Suberites*.

Nous avons fait huit injections, tout d'abord de doses croissantes 0,1 cm³ — 0,25 cm³ — 0,50 cm³ — 0,75 cm³ — 1 cm³, puis trois injections de 1 cm³.

Les lapins ont bien supporté le traitement; ils mangeaient normalement et étaient en bon état de santé; seule une femelle, qui était gravide au début du traitement, a mis bas une portée de lapins morts-nés.

(1) Nous remercions bien vivement M. le professeur Cl. BESSIÈRES de la Faculté de pharmacie de Montpellier dans le laboratoire duquel les dosages et les lectures colorimétriques ont été réalisés.

Après un repos de trois jours, le sang de lapin a été ponctionné (par voie intracardiaque), de façon à obtenir un minimum de 20 cm³ de sang dans un tube à centrifuger. On laisse coaguler à la température du laboratoire pendant deux heures, puis on le place à 4° pendant douze heures. Il est enfin centrifugé, puis le sérum recueilli mis en ampoules stériles de 1,5 cm³. Les ampoules sont tyndallisées à 56°. Ce sérum, prêt à l'usage, peut-être conservé ainsi à + 4° pendant plusieurs mois.

Selon la méthode de DIACONO, nous avons employé comme complément (= Alexine) du sérum de Cobaye anti-mouton. Celui-ci a été préparé dans le laboratoire du professeur BESSIÈRE, qui en fait un usage courant pour ses travaux de sérologie.

Pour préparer le sérum on prend des Cobayes (mâles de préférence) auxquels on injecte tous les deux jours, par voie péritonéale, 1 cm³ de culot d'hématies de mouton lavées (1) (8 injections).

Le sang de Cobaye est prélevé ensuite par ponction intra-cardiaque, on le laisse coaguler; puis on le centrifuge afin de recueillir le sérum qui est conservé au congélateur.

Le sérum est utilisable seulement huit jours et doit être titré avant chaque réaction. Ce titrage est fait en employant des hématies de mouton préparées selon la même technique décrite pour l'obtention du sérum anti-mouton.

Pour titrer le complément (= Alexine) on emploie la méthode suivante :

- prendre une rampe de vingt tubes à hémolyse;
- introduire dans un petit « Bécher » 2 cm³ de sérum de Cobaye anti-globules rouges de mouton dilué à 1/10.
- prélever 0,2 cm³ de ce sérum dilué et l'introduire dans le tube n° 1;
- avec le rhéomètre, non rincé, prélever 0,2 cm³ de sérum physiologique à 9 ‰, le porter dans le bécher et brasser;
- Porter 0,2 cm³ de cette nouvelle dilution dans le tube n° 2;
- sans rincer le rhéomètre introduire à nouveau 0,2 cm³ de sérum physiologique dans le bécher, brasser et porter cette nouvelle dilution dans le tube n° 3;
- continuer ainsi jusqu'au tube n° 20.

On réalise de cette façon une dilution de sérum selon une progression géométrique de raison 0,9 (ce qui signifie que chaque tube renferme les 9/10 du sérum contenu dans le tube précédent).

(1) Le sang de mouton est recueilli dans un flacon stérile contenant des billes de verre que l'on agite pour le défibriner. Ce sang débarrassé de son plasma est lavé au sérum physiologique stérile à 9 ‰.

La purée de globules est ensuite injectée à l'animal.

— Dans chaque tube ajouter ensuite 1,1 cm³ d'eau physiologique, puis 0,4 cm³ de la suspension de globules rouges de mouton (4 cm³ de culot d'hématies pour 96 cm³ d'eau physiologique).

— Placer les vingt tubes une demi-heure à 37° (au bain-marie). Centrifuger, éliminer le liquide surnageant et ajouter dans chaque tube 1,7 cm³ d'eau distillée.

Il se produit une hémolyse qui correspond à la lyse des hématies demeurées intactes au cours du titrage et formant le culot de centrifugation.

On mesure la densité optique de chacun des tubes de la gamme à l'aide d'un électrophotomètre. Nous avons utilisé celui de *Jobin et Yvon* avec l'écran vert-foncé n° 55, qui permet d'éviter les causes d'erreurs dues à la méthémoglobine qui peut coexister avec l'hémoglobine.

La dose minima hémolytique à retenir pour le dosage des antigènes est donnée par le tube renfermant la plus petite quantité de complément correspondant à une hémolyse totale.

On procède ensuite au titrage des antigènes *Tethya* et *Suberites* de la façon suivante :

— diluer les antigènes à 1/10 — 1/20 — 1/40 — 1/80 — 1/160 — 1/320 — 1/640 et 1/1280^e.

— prendre 1 cm³ de chaque dilution, l'introduire dans un tube à hémolyse, ajouter 0,2 cm³ de sérum de Cobaye anti-mouton dilué de telle sorte que ce volume de sérum renferme la dose minima hémolytique.

— ajouter dans chaque tube le sérum de lapin anti-éponge homologue, dilué arbitrairement à 1/10 sous volume de 0,1 cm³, laisser le tout à + 4° pendant 15 heures;

— réchauffer 15 minutes à 37° puis ajouter 0,4 cm³ de globules rouges de mouton;

— placer une demi-heure à 37° et centrifuger.

— éliminer le liquide surnageant, le remplacer par un égal volume d'eau distillée et faire la lecture de façon à repérer la plus grande dilution donnant l'hémolyse nulle.

Ces doses sont dans nos conditions expérimentales pour *Tethya lyncurium* 1/200 et pour *Suberites domuncula* 1/64.

Faire en même temps que ces dosages deux témoins :

1° Un témoin de l'activité anticcomplémentaire de l'antigène : (dans un tube à hémolyse mettre 1 cm³ de l'antigène au 1/10, ajouter 0,2 cm³ de sérum de Cobaye anti-mouton à la dose minima hémolytique, puis 1,1 cm³ d'eau physiologique. Laisser 15 heures à 4°.

Réchauffer à 37° pendant 15 minutes et ajouter 0,4 cm³ de globules rouges de mouton).

2° Un témoin du pouvoir hémolytique de l'antigène (1 cm³ d'antigène dilué au 1/10 dans un tube à hémolyse est additionné de 0,3 cm³ d'eau physiologique et mis 15 heures à + 4°).

Réchauffer 15 minutes à 37° et introduire 0,4 cm³ de globules rouges de mouton. S'il y a hémolyse, vérifier si ce pouvoir est annulé par la dilution retenue au titrage de l'antigène.

On fait enfin le titrage sérum anti-*Tethya* et anti-*Suberites*. Pour cela, comme pour le titrage des antigènes, on dilue le sérum de lapin anti-*Tethya* ou anti-*Suberites* du 1/10 au 1/1280° et on répartit 0,1 cm³ de chaque dilution dans un tube à hémolyse.

On ajoute 0,1 cm³ d'antigène dilué selon les indications fournies par le titrage précédent.

— placer le tout 15 heures à + 4°, réchauffer 15 minutes, à 37°

— ajouter 0,4 cm³ de la suspension de globules rouges de mouton et laisser à 37° pendant une demi-heure.

— centrifuger et titrer comme pour le complément.

Nous avons obtenu comme chiffre de dilution anti-*Tethya* 1/50 et anti-*Suberites* 1/25.

Au cours de ce dosage, on établit un témoin du pouvoir anticomplémentaire du sérum.

Pour cela on prélève 0,1 cm³ de chacun des deux sérums anti-Éponge au 1/10, on ajoute 0,1 cm³ d'eau physiologique, 0,2 cm³ de sérum de Cobaye à la dose minima hémolytique.

— laisser 15 heures à + 4°; 15 minutes à 37° et ajouter 0,4 cm³ de globules rouges de mouton;

— s'il y a hémolyse nulle (c'est-à-dire égale au pouvoir anticomplémentaire) vérifier que celui-ci disparaît par dilution.

Lorsque tous les titrages ont été ainsi faits : *Suberites* anti-*Tethya*, *Tethya* anti-*Suberites*, on arrive aux réactions proprement dites qui sont réalisées selon les tableaux ci-joints. La lecture est effectuée suivant la technique indiquée dans le titrage hémolytique.

Interprétation des résultats :

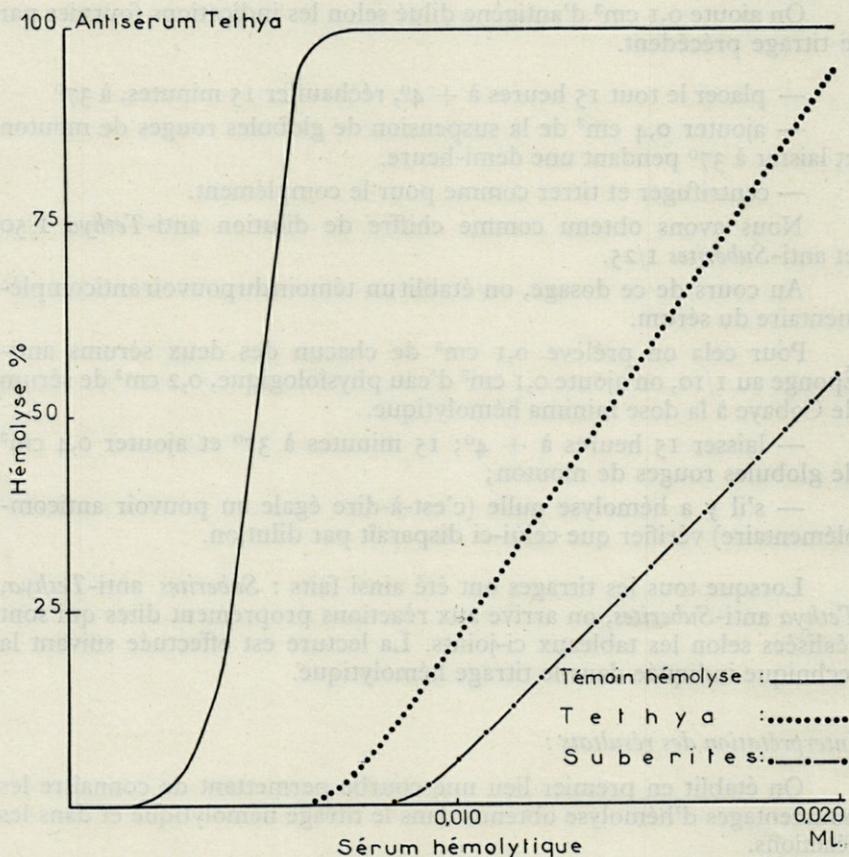
On établit en premier lieu une courbe permettant de connaître les pourcentages d'hémolyse obtenus dans le titrage hémolytique et dans les réactions.

Pour cela on prend 4 cm³ de la suspension d'hématies utilisée dans les réactions; centrifuger et éliminer le surnageant; ajouter 17 cm³ d'eau distillée; après hémolyse on obtient une solution d'hémoglobine correspondant à une hémolyse de 100 %; à l'aide de cette solution on fait une gamme variant de 10, 20 30... à 100 % d'hémoglobine. La coloration des

tubes de cette gamme est alors mesurée au photocolorimètre, les valeurs obtenues sont portées en abscisses sur un graphique; en ordonnées sont indiqués les pourcentages d'hémolyse.

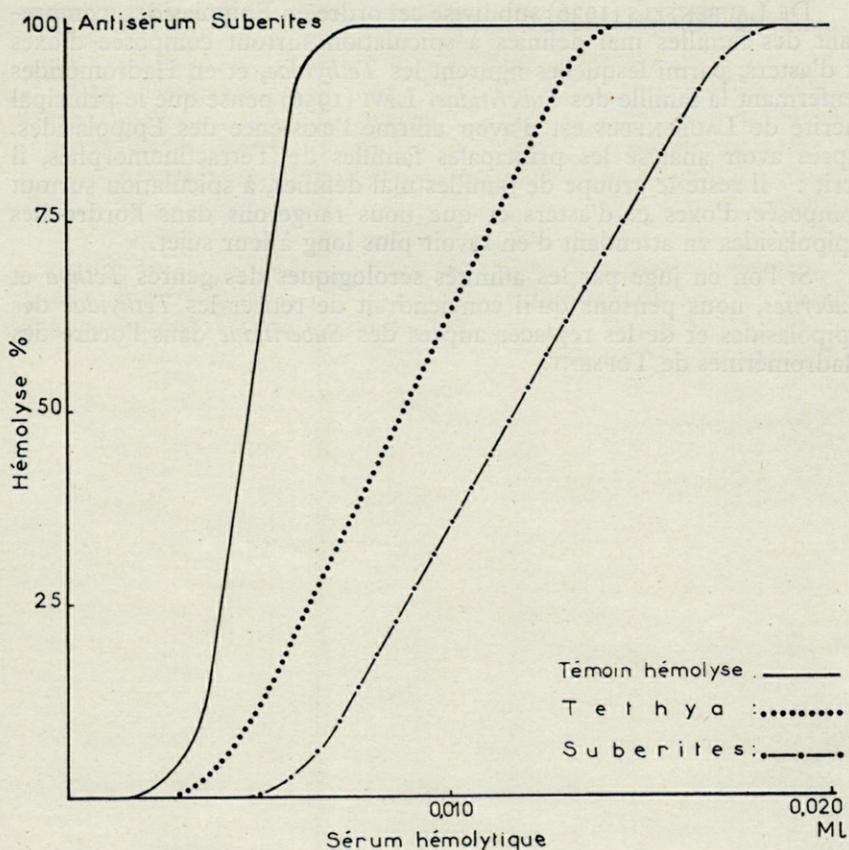
La courbe obtenue permet d'évaluer les pourcentages d'hémolyse des tubes du titrage hémolytique et des tubes de réactions.

Il suffit ensuite de faire la différence de ces pourcentages à 100 pour avoir le degré d'hémolyse réel, car il s'agit en effet d'une hémolyse par retour; on trace les courbes correspondantes selon le tableau suivant :



Courbe I.

Le sérum anti-*Tethya* montre une réaction positive avec les antigènes *Tethya* (homologues) et avec *Suberites*.



Courbe II.

La réaction est positive avec l'antigène *Suberites* (homologue) et un peu moins positive avec *Tethya*.

Ces résultats nous montrent qu'il existe une étroite parenté sérologique entre *Tethya lyncurium* et *Suberites domuncula*, parenté qui explique la possibilité des hétérogreffes.

Ils nous suggèrent aussi quelques réflexions quant à la position systématique de ces deux genres d'Éponges.

TOPSENT plaçait les familles des *Tethyidae* et des *Suberitidae* dans l'ordre des Hadromérines.

DE LAUBENFELS (1936) subdivise cet ordre en Epipolasides, comprenant des familles mal définies à spiculation surtout composée d'oxes et d'asters, parmi lesquelles figurent les *Tethyidae*, et en Hadromérides renfermant la famille des *Suberitidae*. LÉVI (1956) pense que le principal mérite de LAUBENFELS est d'avoir affirmé l'existence des Épipolasides. Après avoir analysé les principales familles de Tétractinomorphes, il écrit : « il reste le groupe de familles mal définies, à spiculation surtout composée d'oxes et d'asters et que nous rangerons dans l'ordre des Épipolasides en attendant d'en savoir plus long à leur sujet. »

Si l'on en juge par les affinités sérologiques des genres *Tethya* et *Suberites*, nous pensons qu'il conviendrait de retirer les *Tethyidae* des Épipolasides et de les replacer auprès des *Suberitidae* dans l'ordre des Hadromérines de TOPSENT.

CHAPITRE VI

CONCLUSIONS

La méthode de greffe ou de transplantation animale constitue une technique servant, dans le cadre de notre sujet, à élucider un des problèmes de régénération tissulaire et de morphogenèse entre individus d'une même espèce ou entre individus de genres différents.

A la fin de ce travail, la première question que l'on doit se poser est de savoir si l'on peut réellement parler de greffe chez les Spongiaires. En effet, il ne peut être question chez eux de rétablissement des connexions vasculaires, puisque ce système n'existe pas en tant qu'unité morphologiquement distincte du mésenchyme, qui en remplit les fonctions. Quant au rétablissement des connexions nerveuses, le problème se pose en termes tout à fait différents de ceux que l'on connaît chez les Métazoaires plus évolués. En effet, la phase qui précède la soudure, puis la fusion du greffon et du porte-greffe, est caractérisée par la dédifférenciation totale et plus ou moins profonde des zones en contact. Les cellules nerveuses locales, celles de *Tethya*, tout au moins, puisque de telles structures n'ont pas encore été vues chez *Suberites domuncula*, subissent cette dédifférenciation au même titre que les autres. Lorsque ensuite, la prise de la greffe se manifeste par une redifférenciation des catégories cellulaires en un territoire commun, en parfaite continuité avec les territoires adjacents, les neurones locaux réapparaissent avec leurs caractéristiques. Il ne s'agit donc pas ici de connexions qui seraient réalisées par un système nerveux plus ou moins lointain de la zone greffée et qui, non atteint par les processus cellulaires de la greffe, y pousserait ensuite des prolongements nouveaux pour rétablir les liaisons physiologiques. Mais la question est celle de la dédifférenciation et redifférenciation locale des structures de type nerveux au niveau de territoires remaniés, comme dans le cas de gemmulation, régénération, cycles de reproduction etc... (PAVANS DE CECCATTY 1955-1958).

Ainsi, on peut considérer ces phénomènes comme « une récupération de l'activité du transplant » et de ce fait, il semble que nous soyons en droit de parler de greffe au sens propre du terme; d'autant plus qu'un

transplant de *Tethya* simplement abandonné à lui-même, perd entièrement sa partie choanosomiale et que, peu après, la partie ectosomiale entre, elle aussi, en dégénérescence. Si, comme l'affirme ALLEMAND-MARTIN, il est possible de reproduire une *Hippospongia officinalis* normale à partir d'un petit fragment d'Éponge mère, ceci n'est pas valable pour tous les Spongiaires et en particulier pour les *Tethya lyncurium*.

On peut aussi envisager la greffe, selon R.-M. MAY (1932), comme « une pénétration dans un organisme d'une ou plusieurs cellules qui sont étrangères ou bien qui sont originaires d'une autre partie du même organisme ».

De toute manière, toutes les définitions de la greffe que l'on pourrait choisir, doivent être ensuite adaptées aux particularités de ce matériel singulier que représentent les Spongiaires.

Chez eux, seules des expériences de dissociation suivies de régénération partielle avaient été tentées. A part le lointain travail de VAILLANT qui n'a d'ailleurs pas réussi, aucune expérience de greffes homo. ou hétéroplastiques analogues à celles qui ont été réalisées chez les Coelentérés n'ont été essayées et suivies. D'après les résultats que nous avons obtenus, nous avons à envisager deux cas qui, semble-t-il, tiennent à la différence de structure des Éponges choisies.

Chez *Tethya* on rencontre deux zones bien distinctes : l'ectosome externe et le choanosome interne. Comme nous l'avons montré, ces deux parties sont de structure très différente, possédant des catégories cellulaires diverses, et chacune des deux zones aura une évolution tissulaire qui lui sera propre.

Chez *Suberites domuncula* nous n'avons plus ces deux parties bien distinctes, mais un cortex infiniment faible et peu différent du reste de l'Éponge.

Dans les greffes homoplastiques *Tethya lyncurium* sur *Tethya lyncurium* nous avons mis en évidence le rôle important que jouent les polyblastes, mais ces cellules ne sont pas les seules qui entrent en activité dans la région greffée. Les lophocytes y ont leur place en envahissant la partie sous-jacente de l'ectosome. En effet, tandis que les cellules choanosomiales disparaissent en majeure partie, phagocytées par les amoebocytes, les lophocytes migrent et forment une trame mésenchymateuse de plus en plus dense. Au terme de cette évolution, la partie du choanosome contiguë à l'ectosome s'est complètement différenciée, puis redifférenciée en un ectosome presque normal élaboré par les lophocytes.

Ensuite une poussée, qui semble provenir du choanosome intact le plus profond, occasionne une légère hernie à l'endroit du greffon. Cette hernie s'accroît, l'ectosome ainsi repoussé s'arrondit, pendant qu'une partie du choanosome pénètre au centre de cette petite sphère qui, en se séparant du porte-greffe, donne une petite *Tethya* parfaitement viable.

Dans les greffes homoplastiques *Suberites domuncula* sur *Suberites domuncula*, nous n'avons jamais observé de lophocytes et l'activité des polyblastes est bien plus manifeste que chez *Tethya lyncurium*.

On voit ainsi les amœbocytes affluer vers la zone de suture et se différencier. Leur densité est remarquable dans cette région et forme un liseré très visible. Les tissus greffés se soudent et se confondent ensuite avec la masse des tissus de l'Éponge porte-greffe.

Enfin, dans le cas des hétérogreffes *Tethya lyncurium* sur *Suberites domuncula*, on assiste également à une migration des polyblastes vers les surfaces en contact. Ils proviennent eux-mêmes d'amœbocytes granuleux et forment un pseudo-épithélium, aussi bien sur les tissus du porte-greffe, que sur ceux du greffon, qui parviennent ensuite à se souder intimement. On ne peut caractériser alors les zones communes que par la présence de spicules appartenant à l'une et à l'autre espèce. Là encore, nous n'avons jamais constaté d'évolution indépendante du greffon.

M. ABELOOS (1932) dans son ouvrage sur la régénération pense que le problème des potentialités histogénétiques chez les Spongiaires peut être abordé par plusieurs voies : par l'étude de l'histogenèse normale, par l'étude histologique de la régénération après dissociation, par l'étude de la formation des gemmules et des réducties. En étudiant ainsi les greffes, nous pouvons aborder l'histogenèse sous un angle nouveau.

Tous les auteurs qui ont étudié la régénération des Éponges après dissociation, H. WILSON (1907, 1910, 1911, 1925), K. MULLER (1911), J.-J., HUXLEY (1912, 1921), GALSTOFF (1923, 1924, 1925, 1926), H. WILSON et PENNEY (1930), PENNEY (1933), BRIEN (1937), CHILD (1929), HARGETT (1915) MORGAN et DREW (1913), OKADA (1927), FAURÉ-FREMIET (1925, 1932), TUZET (1945), distinguent plusieurs catégories cellulaires prenant part à la formation d'agrégats ou de réseaux, et qui semblent indispensables à l'histogenèse d'une nouvelle Éponge. Dès 1910 WILSON, en dissociant les cellules de *Microciona prolifera*, observe qu'elles se réunissent très vite en petites masses syncytiales qui s'unissent ensuite entre elles pour former soit des réseaux, soit des agrégats isolés. Pour GALSTOFF des archéocytes et des pinacocytes s'observent en grand nombre dans les agrégats. Pour WILSON et PENNEY il y aurait des cellules de revêtement, « Gray-cells », et des archéocytes d'où dériveraient tous les autres types cellulaires.

Ces derniers pensent que les choanocytes se différencieraient ou pourraient donner naissance à de nouveaux types cellulaires. K. MULLER, qui a étudié la réduction morphologique des Spongilles, constate la disparition d'un grand nombre de cellules qui seraient phagocytées par les archéocytes. Les réducties comprennent dès lors des archéocytes et des cellules dénommées « Dermalzellen » qui sont l'équivalent des « Gray-cells » de WILSON et PENNEY. FAURÉ-FREMIET chez *Ficulina ficus*

observe la formation de réseaux à mailles épaisses riches en cellules variées, précédant la formation des agrégats. Dans le cas de régénération après dissociation, BRIEN (1937) pense qu'il n'y a pas à proprement parler d'histogenèse et que les cellules dissociées gardent leur différenciation propre.

TUZET (1945) chez *Hymeniacion caruncula* et *Halichondria panicea* décrit, après dissociation des cellules, la formation du réseau, puis de sphérules comprenant les diverses catégories cellulaires, ces sphérules ont été conservées quelque temps bien vivantes, se sont même accrues et certaines sont probablement capables de donner une nouvelle Éponge.

Le cas des greffes est bien différent. Elles nous ont en effet montré le grand rôle joué par les archéocytes, rôle qui nous a amené à adopter pour eux le terme de polyblastes employé par TUZET et PAVANS DE CEC-CATTY (1955). En effet, ces cellules que l'on peut considérer comme étant à l'état embryonnaire, sont totipotentes et peuvent se différencier en n'importe quel type cellulaire alors que leur origine est elle-même multiple. Un grand nombre de ces polyblastes peuvent d'ailleurs provenir d'amoebocytes granuleux. Leur rôle sous le nom d'archéocytes a cependant été mis en évidence par les auteurs ayant traité de la réorganisation après dissociation et qui ont montré leur grand pouvoir de régénération.

Cependant, si ces auteurs sont à peu près d'accord pour donner aux polyblastes (archéocytes) la place qui leur revient, il faut attirer l'attention sur le fait que, pour eux, d'autres types cellulaires interviennent. Notre propre étude amène à cet égard plus de précision.

Les greffes de *Tethya lyncurium* nous ont montré que l'intervention des lophocytes est prépondérante. Ils envahissent la zone choanosomiale et s'y développent en un mésenchyme, qui s'épaissit peu à peu avant d'être refoulé et de donner naissance à l'ectosome d'une nouvelle *Tethya*. Si nous comparons ce que l'on observe dans les greffes d'Éponges avec ce qui a été décrit chez les Coelentérés dans les cas de régénération, on constate, chez les individus ayant subi une amputation, une cicatrisation favorisée par une abondante sécrétion de mucus. Chez les Éponges et notamment dans les greffes, le processus de cicatrisation, s'il existe, n'est pas visible. En effet, chez *Tethya lyncurium* les lèvres de la plaie ne se rapprochent pas, mais s'éloignent, de telle sorte qu'on ne constate pas un étalement de la couche épidermique rétablissant la continuité de l'épiderme lésé.

C'est expérimentalement que l'on provoque le rapprochement des tissus qui entraîne la formation de ponts cellulaires unissant le greffon au porte-grefte. Cependant, il ne serait pas impossible que se forme par la suite une telle couche épidermique le long des surfaces lésées. Mais nous n'avons jamais constaté sur nos coupes (sauf dans les tout premiers stades d'hétérogrefte) la formation d'une telle structure.

Chez les Éponges, les phénomènes de régénération concomitant à l'implantation d'un greffon dans un porte-greffe, sont donc caractérisés par une accumulation, le long des surfaces en regard, de nombreux polyblastes qui semblent migrer de fort loin dans l'Éponge mère, et du greffon, qui par conséquent se vide quelque peu de ses éléments cellulaires.

Dans le cas de l'homogreffe de *Tethya lyncurium* les phénomènes sont encore plus complexes.

A l'intérieur du greffon, nous assistons à un remaniement histologique plus ou moins complet d'une partie du choanosome. Ce remaniement peut en quelque sorte être assimilé à un phénomène de Morphallaxis, tel que l'a désigné T.-H. MORGAN (1900). En effet, nombre de cellules du choanosome contigu à la zone ectosomiale sont phagocytées et cette région se trouve ensuite envahie par les lophocytes. Ces lophocytes, qui sont, par fonction, des cellules migratrices, secrètent une trame fibreuse dans le mésenchyme, transformant ainsi cette partie de choanosome en un ectosome presque parfait. Seuls quelques choanocytes demeurent dans cette zone. Ce remaniement n'a d'ailleurs pas une grande extension, il intéresse la zone sous-ectosomiale et se fait uniquement sur sa périphérie. Il précède l'apparition d'une nouvelle *Tethya* issue de l'Éponge mère.

A ce sujet il semble que l'introduction du greffon ait produit une modification du système normal de corrélation dans l'individu-souche, ou, comme dit ABELOOS (1932) « une subdivision de l'individualité physiologique ». Il faut cependant noter que, dans le cas qui nous intéresse, la production d'une nouvelle Éponge est obtenue uniquement par voie expérimentale, on ne l'a pas observé dans les conditions naturelles. Certains auteurs prétendent que des sorites issues de l'Éponge donneraient de nouvelles *Tethya*, mais le fait n'a encore jamais pu être démontré.

Nous avons vu que, dans le cas de la greffe homoplastique *Tethya lyncurium* sur *Tethya lyncurium*, si les polyblastes jouent un rôle dans la régénération, une autre catégorie cellulaire, les lophocytes, contribuent au remaniement d'une partie du greffon. Leur activité conditionne l'implantation de la trame mésenchymateuse sur un territoire qui n'en possédait absolument pas.

Ce rôle important des lophocytes peut sembler étrange, car dans les cas de régénération qui ont été bien étudiés (Coelentérés, Platodes, Annélides), il semble qu'une seule catégorie cellulaire, les cellules souches de type amoebocytaire, que l'on peut identifier aux polyblastes des Spongiaires, prennent part à la régénération.

L'intervention des lophocytes dans le cas de la greffe homoplastique *Tethya lyncurium* sur *Tethya lyncurium* est peut être liée à la structure même des *Tethya* riches en fibres et au rôle que jouent les lophocytes dans leur formation. Ils serviraient ici à la consolidation du greffon et à son union avec le porte-greffe.

Mais contrairement à ce qui se passe dans les cas de régénération après dissociation, nous n'avons jamais constaté une activité quelconque des pinacocytes, ainsi que le pensent différents auteurs.

Parmi les problèmes physiologiques que posent les greffes homo et hétéroplastiques, le plus important paraît être celui de la nature des cellules intervenant dans la soudure et la consolidation des tissus. Ayant montré que le rôle des polyblastes était primordial, nous pensons pouvoir assimiler ces cellules à des éléments embryonnaires totipotents comparables aux cellules interstitielles des Hydres, aux néoblastes des Planaires ou aux blastocytes des divers feuilletts de certains Oligochètes limicoles (H. HERLANT-MEEWIS (1956), F. STEPHAN-DUBOIS (1952)).

En effet, les polyblastes des Éponges sont des cellules capables de suppléer à la défaillance de n'importe quel type cellulaire, lors de la réparation des tissus lésés. Dans le cas d'homogreffes de *Suberites domuncula* sur *Suberites domuncula*, ils affluent tout d'abord dans la région lésée.

Puis on voit se former assez loin de la zone greffée des colonnes d'amoebocytes qui migrent vers cette même zone, et se différencient alors en polyblastes. Il ne semble donc pas qu'il y ait d'emblée, dans chaque Éponge, un « stock » polyblastique qui soit toujours le même, mais qu'à la quantité de polyblastes contenus en permanence dans l'organisme viennent s'en ajouter d'autres, par différenciation à partir d'amoebocytes ou autres catégories cellulaires, si l'étendue des tissus lésés le commande. Il y a un échange de polyblastes entre Spongiaires de la même espèce, comparativement à l'échange des cellules interstitielles dans les cas d'homogreffes d'Hydres.

Si BRIEN (1955) montre que, dans les hétérogreffes d'Hydres, il y a seulement une tolérance des individus et jamais d'échanges interspécifiques de cellules interstitielles, dans le cas des Éponges que nous avons choisies nous pensons qu'il y a effectivement des échanges de polyblastes au sein de la zone privilégiée et bivalente qu'ils édifient en soudant les individus l'un à l'autre. Il n'est toutefois pas possible de l'affirmer, car les éléments sont tellement nombreux et leur structure est tellement semblable d'une espèce d'Éponge à l'autre, qu'il est bien difficile de dire s'ils sont issus du porte-greffe ou du greffon. Toutefois il doit y avoir des échanges cellulaires et plusieurs faits viennent plaider en cette faveur.

Dans la zone de suture on peut voir un mélange de spicules appartenant à *Tethya* et à *Suberites*. Le mélange pourrait évidemment être dû à des déplacements provoqués par la microtomisation. Outre que de tels artefacts sont aisément décelables, en tant que tels, nous n'en avons jamais observé dans les zones jointives. Il y a donc lieu de penser que nous avons bien deux tissus interpénétrés sur un petit espace.

Par ailleurs, ayant décelé la migration d'un œuf de *Suberites domuncula* dans les tissus du greffon constitué par un fragment de *Tethya lyncurium*, il semble qu'il n'y ait finalement aucune incompatibilité entre les deux genres.

Il apparaît donc que l'étude des greffes chez les Éponges confirme ce que l'on savait de la plasticité histologique de ces organismes. La labilité des fractions cellulaires se manifeste dans l'importance et la signification des éléments qui participent aux processus de la greffe. Ces particularités propres aux Spongiaires font que contrairement à ce qui a été décrit chez les Coelentérés, l'hétérogreffe elle-même y est réalisable.

Des réactions sérologiques faites par la méthode de fixation du complément sur les deux espèces d'Éponges que nous avons étudiées, nous ont montré une proche parenté sérologique entre les deux genres qui peut contribuer à son tour à expliquer la réussite des hétérogreffes.

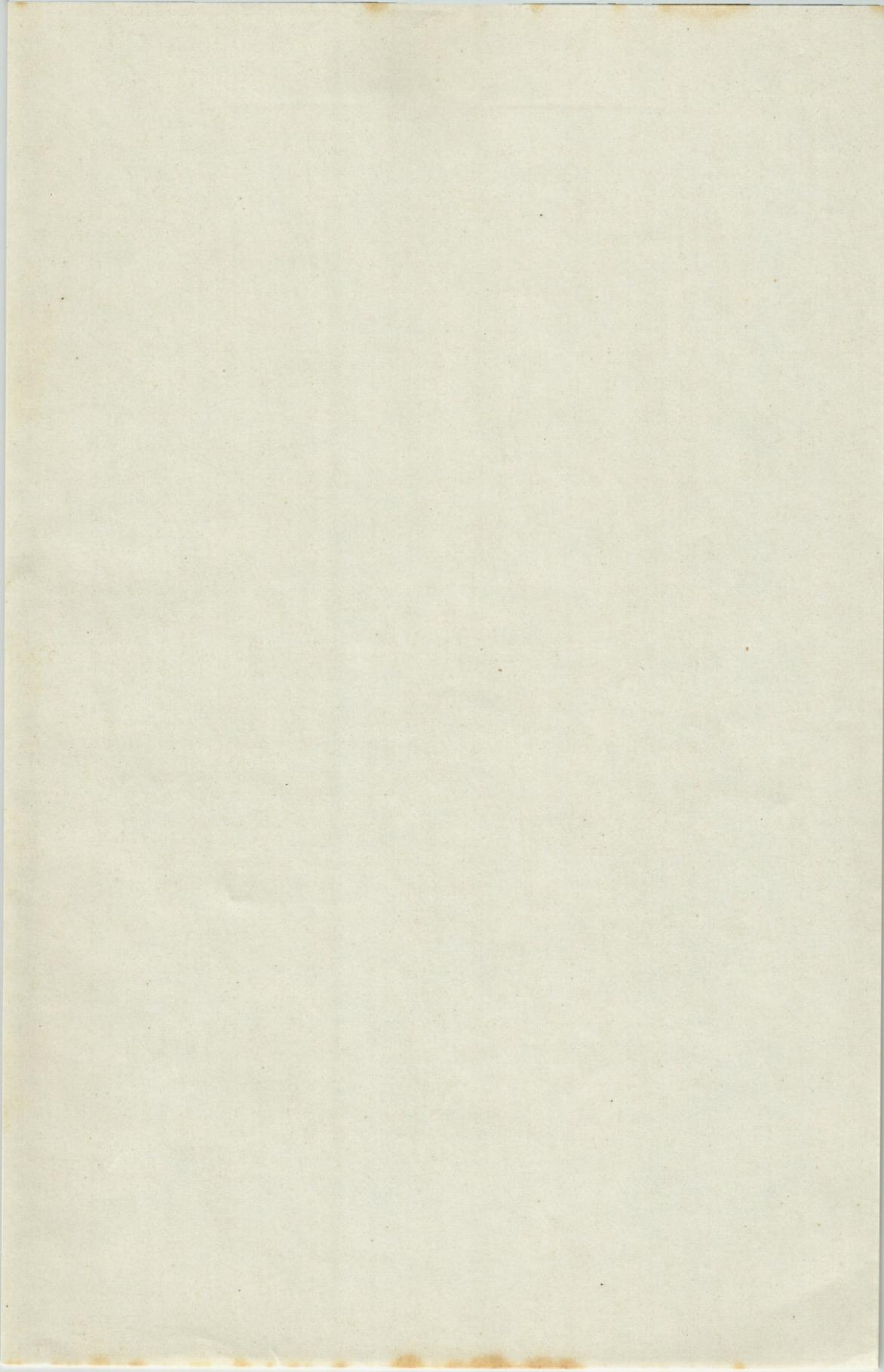
BIBLIOGRAPHIE

- ABELOOS (M.), 1952. — La régénération et les problèmes de la Morphogenèse. *Actualités Biologiques, Gauthiers-Villars Paris*, édit.
- AGRELL (J.), 1952. — Observations on cell differentiation in Sponges. *Ark. f. Zool.* II, p. 519-523.
- ANKEL (W.-E.) et WINTERMANN-KILLIAN (G.), 1952. — Eine bei *Ephydatia fluviatilis* neu Gefundene hochdifferenzierte Zellart und die Struktur der Doppel-epithelien. *Zeitsch für Naturf.* LXXVI, 8, p. 475-481.
- ARNDT (W.), 1930. — Haltung und Aufzucht von Meeres - Schwämmen. *Handb. Biol. Arbeitsmeth.* IX.
- ARDNT (W.), 1935. — Porifera. *Tierwelt der Nord-und Ostsee*, III, a, p. 1-140.
- BERGMANN (W.), Mc TIGUE (F.-H.), LOW (E.-M.), STOKES (W.-M.) et FEE-NEY (R.-J.), 1950. — Sterols from Sponges of the family of *Suberitidae*. *J. organ. chem.*, XV, 1, p. 96-105.
- BOUNOURE (L.), 1940. — Continuité germinale et reproduction agame. *Actualités scientifiques, Gauthiers-Villars Paris* édit.
- BOYDEN (A.), 1926. — The precipitation reaction in the study of animals relationship. *Biol. Bull.*, 50, p. 73-107.
- BOYDEN (A.), 1942. — Systematic serology: a critical appreciation; *Physiol. Zool.* 15, p. 109-145.
- BOYDEN (A.), 1954. — The measurement and significance of serological correspondence among proteins in serological approaches to studies of protein structure and metabolism. *Rutgers Univ. Press. New-Brunswick, N. J.*
- BOYDEN (A.), 1959. — Serology as and aid to systematics. *C. R.* 15^{me} *Congr. Intern. Zool. London*, p. 120-122.
- BRIEN (P.), 1932. — Contribution à l'étude de la régénération naturelle chez les *Spongillidae* - *Spongilla lacustris* L. *Ephydatia fluviatilis* L. *Arch. Zool. Exp.*, LXXIV, p. 461-506.
- BRIEN (P.), 1937. — La réorganisation de l'Éponge après dissociation par filtration et phénomènes d'involution chez *Ephydatia fluviatilis*. *Arch. de Biol.*, XLVIII, p. 185.
- BRIEN (P.) et RENIERS-DECOEN (M.), 1955. — La signification des cellules interstitielles des Hydres d'eau douce et le problème de la réserve embryonnaire. *Bull. LXXXIX*, p. 258-325.
- BRONSTED (H.-V.), 1953. — The ability to differentiate and the size of regenerated cells, after repeated regeneration in *Spongilla lacustris*. *Quart. J. of Micr. Sc.* LXXXIV, p. 177-184.
- BRONSTED (H.-V.), 1955. — Planarian regeneration. *Biological Reviews*, XXX, p. 65-126.
- BURTON (A.), 1933. — Observations on post larval development in the Sponge *Iophon hydmania* (Bowerbanck). *An. Mag. Nat. Hist.* 4^e série, XII.
- BURTON (A.), 1934. — Observations on post larval Sponges of the genus *Suberites*. *Ann. Mag. Nat. Hist.* XIII, p. 312-317.
- BURTON (M.), 1948. — The ecology and natural history of *Thethya aurantium* Pallas. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, XII, p. 122-130.

- BURTON (M.), 1949. — Observations on littoral Sponges, including the supposed swarming of larvae, movement and coalescence in mature individuals, longevity and death. *Proc. Zool. Soc. London*, 4, p. 893-915.
- CHANDEBOIS (R.), 1957. — Recherches expérimentales sur la régénération de la planaire marine *Procerodes lobata* O. Schmidt. *Bull. Biol. Fr. Belg.* LXXXI, p. 1-94.
- CHERFILS (R.), 1953. — Contribution à l'étude du bourgeonnement chez *Tethya lyncurium*. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume*, XI, n° 6, p. 32.
- COTTE (J.), 1901. — Notes biologiques sur les *Suberites domuncula*. Thèse Fac. Médecine Paris.
- COTTE (J.), 1901. — Notes sur les diastases de *Suberites domuncula*. *C.R. Soc. Biol.*, LIII.
- COTTE (J.), 1902. — Observations sur les gemmules de *Suberites domuncula*. *C.R. Soc. Biol.*, LIV, p. 493.
- COTTE (J.), 1930. — Sur la présence de la tyrosinase chez *Suberites domuncula*. *C.R. Soc. Biol.*, LV.
- CURTIS (W.-C.), 1928. — Old problems and a new technique. *Science*, LXVII, p. 141-149.
- CURTIS (W.-C.), 1936. — Effects of X. Rays and radium upon regeneration. *Biological effects of radiation*, I, p. 411-458 N.Y.
- DELAGE (Y.), 1892. — Embryogénie des Éponges. Développement post-larvaire des Éponges siliceuses et fibreuses marines et d'eau douce. *Arch. de Zool. Exp. série 2*, X, p. 345-498.
- DELAGE (Y.) et HÉROUARD (E.), 1899. — Traité de zoologie concrète. Mésozoaires et spongiaires. Paris, édit.
- DEZSÖ (B.), 1879. — Die Histologie und Sprossenentwicklung der Tethyen besonders der *Tethya lyncurium* L. *Arch. Mikros. Anat.* XVI, p. 626-651.
- DEZSÖ (B.), 1879. — Fortsetzung der Untersuchungen über *Tethya lyncurium* autorum. *Arch. Mikr. Anat.* XVII, p. 151-164.
- DUBOIS (F.), 1949. — Contributions à l'étude de la migration des cellules de régénération chez les Planaires dulcicoles. *Bull. Biol. L.* XXXIII, p. 213-283.
- DUBOIS (R.), 1911. — Nouveaux essais de spongiculture au laboratoire maritime de Tamaris-sur-Mer. *Bull. Inst. Océan. Monaco*, n° 191.
- DUBOSQ (O.) et TUZET (O.), 1936. — Les amoebocytes et les cellules germinales des Éponges calaires. *Mem. Mus. Roy. Hist. Nat. de Belgique*, II, p. 209-226.
- EVLAKHOVA (V.-F.), 1946. — Form. building migration of regeneration material in Hydra. *C.R. Acad. Sciences U.R.S.S., Doklady*, VIII, p. 369-372.
- FAURÉ-FREMIET (E.), 1927. — Les amibocytes des Invertébrés à l'état quiescent et à l'état actif. *Arch. Anat. Micr.*, XXIII, p. 99-173.
- FAURÉ-FREMIET (E.), 1931. — Étude histologique de *Ficulina ficus*. L., *Arch. Anat. micros.*, XXVII, p. 421-448.
- FAURÉ-FREMIET (E.), 1932. — Morphogénèse expérimentale (reconstitution) chez *Ficulina ficus*. *Arch. Anat. micr.*, XXVIII, p. 1-180.
- FAURÉ-FREMIET (E.), 1932. — Involution expérimentale et tension de structures dans les cultures de *Ficulina ficus*. *Arch. Anat. Micros.*, XXVIII, p. 211-157.
- FINCHER (J.-A.), 1940. — The origin of the germ-cells in *Stylotella heliophila*. Wilson (*Tetraxonida*). *Journ. Morphol., Philadelphia*, LXVII, p. 175-592.
- GALTSOFF (P.-S.), 1923. — The amoeboid movment of dissociated Sponge cells. *Biol. Bull.*, XXXV, p. 153-161.
- GALTSOFF (P.-A.), 1925. — Regeneration after dissociation - Histogenesis of *Microciona prolifera*. *J. exp. Zool.* XXXII, p. 223-255.
- GALTSOFF (P.-S.), 1929. — Hetero-agglutination of dissociated sponge cells. *Biol. Bull. Woods Hole*, LVII, p. 481-514.
- HERLANT-MEEWIS (H.), 1948. — Contribution à l'étude histologique des Spongiaires. *Ann. Soc. Roy. Zool. Belg.*, LXXIX, p. 5-36.
- HERLANT-MEEWIS (H.), 1948. — La gemmulation chez *Suberites domuncula* (Oliv) Nardo. *Arch. Anat. micros.*, XXXVII, p. 281-322.

- HORTEGA (P. DEL RIO) et FERRER (F.), 1917. — Contribucion al conacimiente histologico de las Espongas. *Bol. Real. Esp. de Hist. Nat.*, XVII, p. 354-394.
- HUXLEY (Th.), 1851. — Zoological notes and observations made on board H.M.S. « Rattlesnake » during the years 1846-50. On the anatomy of the genus *Tethya*. *Ann. Mag. Nat. Hist.* (2), VII, p. 370-373.
- KOLENKINE (X.), 1958 a. — Les modalités de l'association tissulaire après hétérogreffe entre *Hydra attenuata* et *Pelmatohydra oligactis*. *C.R. Ac. Sc.*, 246, p. 1605-1608.
- KOLENKINE (X.), 1958 b. — Évolution des Hydres chimères obtenues après hétérogreffe entre *Hydra attenuata* et *Pelmatohydra oligactis*. *C.R. Ac. Sc. CCXLVI*, p. 1748-1750.
- KORSCHULT (E.), 1927. — Régénération et Transplantation. *Berlin Borntraeger. édit.*
- LAUBENFELS (M.-W. DE), 1927. — Bispecific conglomerations of Sponges. *Carnegie Inst. Year Book Washington*, XXVI, p. 219-222.
- LAUBENFELS (M.-W. DE), 1928. — Interspecific grafting, using Sponge cells. *J. Elisha Mitchell. Sci. Soc. Chapel. Hill.*, XXXIV, p. 82-86.
- LAUBENFELS (M.-W. DE), 1950. — An ecological discussion of the Sponges of Bermuda. *Trans. Zool. Soc.*, XXVII, p. 155-201.
- LAUBENFELS (M.-W. DE), 1952. — Life history and longevity of *Porifera*. *Vie et Milieu*, III, p. 386-388.
- LEDENFELD (R.), 1907. — Die *Tetraxonia*. *Wiss. Ergebn. d. Deut. Tiefsee. Exp.*, XI, p. 2.
- LÉVI (Cl.), 1956. — Étude des *Halisarca* de Roscoff. Embryologie et systématique des Démosponges. *Arch. Zool. Exp.*, LXXXVIII, p. 1 à 184.
- LOISEL (G.), 1898. — Contribution à l'histo-physiologie des Éponges. *Journ. Anat. et Phys.*, XXXIV, p. 1-43, 187-234. Pl. 1 et 5.
- MAAS (O.), 1901. — Die Knospenentwicklung der *Tethya* und ihre Vergleich mit der geschlechtlichen Fortpflanzung der Schwämme. *Ztschr. wiss. Zool.*, LXX, p. 263-306.
- MAAS (O.), 1910. — Ueber Involutionerscheinungen bei Schwämmen für die Auffassung des Spongienkörpers. *Festsch. Zift. f. R. Herwig*, III, p. 93-130.
- MAAS (O.), 1910. — Ueber Nichterregeneration bei Spongien. *Arch. Ent. Mech. Leipzig*, XXX, p. 356-378.
- MAY (R.M.), 1932. — La Transplantation Animale *Gauthiers-Villars, Paris*, édit.
- MILLER (J.-A.), 1938. — Studies on Heteroplasic Transplantation in Triclad. Cephalic Crafts betwens *E. dorotocephala* and *E. tigrina*. *Phys. Zool.*, XI, p. 214-247.
- MILLER (R.), 1911. — Das Regenerations-vermögen der Süswasserschwämme. *Arch. Ent. Mech.*, XXXII, p. 397-446.
- MINCHIN (E.-A.), 1900. — Sponges, in : *A treatise on Zoology*. Ray Lankester.
- PARIS (J.), 1957. — Greffes homoplastiques et bourgeonnement expérimental chez *Tethya lyncurium* Lamarck. *C.R. Acad. Sc.*, CCVL, p. 578-580.
- PAVANS DE CECCATTY (M.), 1955. — Le système nerveux des Éponges calcaires et siliceuses. *Ann. des Sc. Nat. Zool.*, XVII, n° 14, p. 203-288, 2 pl.
- PENNEY (J.), 1933. — Reduction and Regeneration in fresh - Water Sponges. *J. exp. Zool.*, VI, p. 475-492.
- PEREZ (Ch.), 1934. — Les Pagures ou Bernardes l'Ermite. *Act. Scienti. Indust. Herman, Paris*.
- SARA (M.), 1956. — Esperienze di aggregazione cellulare mista dopo dissociazione nelle calcispongie. *X. Boll. Zool. Ital.*, XXVIII, 2, p. 113-119.
- SCHULZE (P.), 1918. — Die bedeutung der interstitiellen Zellen für Lebensvorgänge hei *Hydra*. *Sitz. ber. Ges. Nat. Freunde Berl.*
- SIVARAMA-KRISHNAN (V.-R.), 1951. — Studies on early development and regeneration in some Indian marine sponges. *Proc. Indian. Ac. Sc. Sec. B XXXIV*, p. 273-310.

- SOLLAS (W.-J.), 1886. — A classification of the Sponges. *Proc. R. Dublin. Soc. v.*, p. 112.
- STEPHAN-DUBOIS (F.), 1952. — Migration et potentialités histogénétiques des cellules indifférenciées chez les Hydres, les Planaires et les Oligochètes. *Ann. Biol.*, XXVII, p. 734-753.
- STEPHAN-DUBOIS (F.) et (T.) LENDER, 1956. — Corrélations humorales dans la régénération des Planaires paludicoles. *Ann. Sc. Nat. Zool. Biol. Anim.*, XVIII, 2, p. 223-230.
- TARDENT (P.), 1952. — Ueber Anordnungen und Eigenschaften der interstitiellen Zellen bei *Hydra* und *Tubularia*. *Revue Suisse de Zoologie*, LIX, p. 10.
- TOPSENT (E.), 1893. — Nouvelles séries de diagnoses d'Éponges de Roscoff et de Banyuls. *Arch. Zool. exp. gen.*, III, p. 33-43.
- TOPSENT (E.), 1900. — Étude monographique des spongiaires de France. III *Monaxomida (Hadromerina)*. *Arch. Zool. Exp.*, VIII, p. 1-331.
- TOPSENT (E.), 1920. — *Tethya aurantium* (Pall.) et les *Tethya* de Lamarck. *Bull. Mus. Hist. Nat., Paris*, 1920, p. 640.
- TRÉGOUBOFF (G.), 1939. — Sur des larves planctoniques d'Éponges. *C.R. Ac. Sc. CCVIII*, p. 1.245.
- TRÉGOUBOFF (G.), 1942. — Contribution à la connaissance des larves planctoniques d'Éponges. *Arch. Zool. exp. gen.*, LXXXII, p. 357-399.
- TRÉGOUBOFF (G.), 1948. — A propos des larves planctoniques d'Éponges. Réponse au professeur TOPSENT. *Bull. Inst. Ocean. Monaco*, CMXXVI.
- TUZET (O.), 1932. — Recherches sur l'histologie des Éponges. *Reniera elegans* et *Reniera simulans*. *Arch. Zool. Exp.*, LXXIV, p. 169-192.
- TUZET (O.), 1945. — Sur les agrégats de choanocytes et la question de la *Proterospongia*. *Arch. Zool. Exp.*, p. 225-238.
- TUZET (O.), 1948. — Les premiers stades du développement de *Leucosolenia botryoides* Ellis et Solander et *Clathrina (leucosolenia) coriacea* (Mon.). *Ann. Sc. Nat. Paris*, II, p. 103-114.
- TUZET (O.), et PAVANS DE CECCATTY (M.), 1953. — Les cellules nerveuses et neuromusculaires de l'Éponge *Cliona celata*. *C.R. Acad. Sc.* 236, p. 2342-2344.
- TUZET (O.) et PAVANS DE CECCATTY (M.), 1953. — Les lophocytes de l'Éponge *Pachymatisma johnstoni*. *C.R. Acad. Sc.*, CCXXXVII, p. 1447-1449.
- TUZET (O.) et PAVANS DE CECCATTY (M.), 1955. — La mobilisation en amœbocytes des cellules des *Halisarca* (Éponges siliceuses). Les polyblastes chez les Éponges. *C.R. Soc. de Biol.*, CXLIX, p. 799-801.
- TUZET (O.) et PARIS (J.), 1957. — Les lophocytes de l'Éponge siliceuse *Tethya lyncurium* Lamarck et leur évolution. *C. R. Acad. Sc.*, CCXLIV, p. 3088-3090.
- TUZET (O.) et PARIS (J.), 1957 b. — Transformations histologiques d'une greffe hétéroplastique *Tethya lyncurium* L. sur *Suberites domuncula* O. *C.R. Acad. Sc.*, CCXLV, p. 2106-2107.
- VAILLANT (L.), 1869. — Note sur la vitalité d'une éponge de la famille des *Corticatae*, la *Tethya lyncurium*. *C.R. Ac. Sc.*, LXVIII, p. 88.
- VOSMAER (G.-C.-J.), 1933-1935. — Porifera. in *Bronn's Klassen und Ordnung des Tierreichs II*.
- WILSON (H.-V.), 1925. — Studies on dissociated Sponge cells. *Carn. Inst. Y B.*, XXIV, p. 242-246.
- WILSON (H.-V.), et PENNEY (J.-T.), 1930. — The regeneration of Sponges (*Microciona*) from dissociated cells. *Journ. Exp. Zool. Philadelphia*, LVI, p. 73-134.
- WEBB (D.-A.), 1935. — The histology, cytology and embryology of Sponges. *Quart. J. micr. Sc.*, LXXVIII, p. 51-70.
- WINTERMANN KILLIAN (G.), 1951. — Entwicklungsphysiologische Untersuchungen süßwasserschwammen. *Zool. Jahrb. Abt. Anat.*, LXXI, p. 427-486.



C A U S S E
G R A I L L E
C A S T E L N A U
I M P R I M E U R S
M O N T P E L L I E R

CASSE
GRALLE
CASTELNAU
IMPRIMERIE
MONTPELLIER

PUBLICATIONS DU LABORATOIRE ARAGO
UNIVERSITÉ DE PARIS

FAUNE DES PYRÉNÉES-ORIENTALES

Cette série, publiée avec l'aide du Conseil général des Pyrénées-Orientales, est avant tout une récapitulation des documents acquis par les chercheurs ayant travaillé dans la région de Banyuls.

Faune marine des Pyrénées-Orientales :

1. — Céphalopodes, par K. WIRZ. — Parasites de Céphalopodes, par R.-Ph. DOLLFUS, 1-72, 1958.
2. — Échinodermes, par G. CHERBONNIER, 1-67, 1958.
3. — Opisthobranches, par K. WIRZ-MANGOLD et U. WYSS, 1-71, 1958.

Faune terrestre et d'eau douce des Pyrénées-Orientales :

1. — Hyménoptères Vespiformes des environs de Banyuls, par H. NOUVEL et H. RIBAUT, 1-32, 1958.
2. — *Aphidoidea*, par G. REMAUDIÈRE, 1-66, 1958.
3. — Névroptéroïdes, par J. AUBER, 1-42, 1958.
4. — Odonates, par P. AGUESSE, 1-54, 1958.
5. — Thécamoëbiens du sol, par L. BONNET et R. THOMAS, 1-103, 1960.

Sous presse :

Lépidoptères. I. Macrolépidoptères, par C. DUFAY.

Les différents fascicules de la **Faune des Pyrénées-Orientales** sont en vente chez HERMANN, 115, boulevard Saint-Germain, Paris VI.

Gérant : L. LAUBIER

C A U S S E
G R A I L L E
C A S T E L N A U
I M P R I M E U R S
M O N T P E L L I E R