

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES SUR LE PHÉNOMÈNE DE POLARITÉ CHEZ LES ÉPONGES CALCAIRES DU TYPE ASCON.

par

G.P. Korotkova et M.A. Gelihovskaia

Laboratoire d'Embryologie, Université de Léninegrad.

Résumé

Ayant étudié les particularités des processus de reconstruction chez différentes espèces d'Eponges et ayant démontré que ces processus dépendent du caractère et du niveau d'intégration des organismes, nous avons mis en évidence les phénomènes de polarité chez les Eponges Calcaires coloniales *Leucosolenia complicata* (Montagu) et *Leucosolenia variabilis* (Haeckel).

Il a été établi que ces Eponges possèdent des mécanismes d'intégration assurant la restauration des structures typiques des tubes osculaires à la place des tubes éliminés. Ces mécanismes se manifestent comme un faible gradient apico-basal de la sensibilité des choanocytes.

Les expériences présentées dans cet article démontrent que ces mécanismes d'intégration sont très instables. L'inversion de polarité des tubes osculaires a été obtenue par des brûlures punctiformes et par des piqûres d'aiguilles multiples dans la paroi du corps des Eponges.

Les processus de régénération même ont lieu au cas où les lésions ne s'accompagnent pas de la destruction de l'intégration de l'organisme. Sous des actions traumatisantes plus brutales, se déclenchent des processus d'embryogenèse somatique, proches de la reproduction asexuée. Les faits présentés dans cet article confirment l'hypothèse de Tokine (1959) sur la relation entre le caractère du processus de morphogenèse et le degré d'intégration des organismes.

Les recherches que nous avons entreprises sur les particularités de la réaction des Eponges à des mutilations variées, ont permis d'établir que le caractère de la réaction morphogénétique dépend du niveau d'intégration de ces animaux. Les travaux déjà publiés donnent les résultats d'observations *in vivo* des processus de reconstruction chez des Eponges d'espèces différentes (Korotkova et Volkova, 1960 ; Korotkova, 1960 ; 1961, b ; 1962, a, b) ainsi que la description du comportement des cellules au cours de la régénération de la paroi du tube osculaire de *Leucosolenia complicata* Mont. (Korotkova, 1961, a). Nous analysons ici nos propres recherches et celles d'autres auteurs, en tenant compte des idées formulées par Tokine dans sa monographie « La régénération et l'embryogenèse somatique » (1959) et que nous partageons entièrement. Les idées principales du présent travail peuvent être formulées de la manière suivante :

I. — On doit distinguer deux groupes de phénomènes : la régénération proprement dite (restauration des parties sectionnées de

tissus, d'organes et d'organismes) et les processus de développement d'organismes entiers provenant des cellules somatiques — processus analogues à la reproduction asexuée — dits embryogenèse somatique.

« C'est le caractère fondamentalement différent des processus morphogénétiques qui doit servir de critère à la délimitation des différents phénomènes indiqués et non la dimension de la partie perdue de l'organisme : au cours de la régénération, le système normal est conservé avec ses potentialités tissulaires et ses organes, tandis qu'au cours de l'embryogenèse somatique, une réorganisation radicale du matériel cellulaire originel a lieu, suivie de la désintégration du système précédent de tissus et d'organes » (1).

2. — Il existe une dépendance régulière entre les phénomènes de régénération et d'embryogenèse somatique, le niveau et le caractère d'intégration des organismes. Les animaux peu intégrés, pour lesquels la reproduction asexuée est normale, se développent souvent dans des conditions expérimentales se rapprochant de l'embryogenèse somatique. En règle générale, les organismes possédant un niveau élevé d'intégration, au contraire, ne se développent pas à partir des cellules somatiques, sauf dans des états physiologiques particuliers.

Les phénomènes de la régénération de réparation, se sont développés, d'après Tokine, au cours d'une évolution phylogénétique ayant pour base la régénération physiologique et ont évolué de manière variée dans les différents groupes d'animaux. Ils caractérisent, sous des formes variées, tous les organismes actuels. Cependant, la tendance fondamentale de l'évolution des processus de régénération est leur perfectionnement et leur modification, parallèlement à la complexité croissante de l'organisation des animaux et non pas leur disparition.

Conformément aux observations des auteurs et à nos propres données, les Eponges, animaux peu intégrés, possèdent plusieurs formes d'embryogenèse somatique, tandis que la régénération proprement dite, bien qu'elle soit possible, est très souvent moins parfaite que chez les animaux plus intégrés.

Par suite, il convient de s'arrêter spécialement sur la question des particularités d'intégration des Eponges, problème sur lequel nos connaissances sont encore bien insuffisantes.

Les travaux de Child et de ses disciples et adeptes sont bien connus. Les phénomènes de gradients physiologiques présentent même maintenant de l'intérêt quoique, vraisemblablement, les progrès nouveaux de la physiologie, de la physico-chimie et d'autres branches de la science, pourraient nous permettre une nouvelle analyse du phénomène d'intégration chez les organismes privés de système nerveux ou possédant un système nerveux encore peu évolué. L'indice le plus important de l'intégration des animaux primitifs est la présence d'un axe morpho-physiologique qui se manifeste, au point de vue morphologique, dans une corrélation définie des parties de l'organisme dans leur disposition intégrée et, au point de vue physiologique, les relations sont caractérisées par l'existence d'un gradient physiologique, c'est-à-dire un niveau différent du métabolisme dans les différentes parties du corps.

(1) Tokine B.P. — « La régénération et l'embryogenèse somatiques », 1959, p. 7.

Certains zoologistes (Beklemichev, 1952 ; Dogiel, 1959, et d'autres) considèrent, en tenant compte des données tirées du développement larvaire, que les Eponges possèdent une forme de symétrie monaxone-hétéropolaire. Pour ces auteurs, l'axe de symétrie apico-basal des Eponges est l'homologue de l'axe oral-aboral des autres Métazoaires.

En ce qui concerne l'organisation des Eponges, nous nous rallions à l'avis des zoologistes d'après lequel l'individu est considéré comme l'oscule avec ses canaux aquifères adjacents (Minchin, 1900 ; Hyman, 1940 ; Beklemichev, 1952 ; etc.).

La bibliographie concernant la polarité physiologique des Eponges n'est pas abondante.

Hyman (1926), étudiant l'intensité d'absorption de l'oxygène par les moitiés apicale et basale du corps chez les *Grantia* a trouvé que la moitié apicale absorbe de 10 à 50 p. 100 de plus d'oxygène que la moitié basale.

McNair (1923), observant la propagation de l'onde de contraction dans le tube osculaire chez *Ephydatia fluviatilis*, a découvert que la vitesse de transmission de l'excitation provoquée par un courant faible, est variable. La propagation de l'onde de contraction de l'oscule vers la base, se fait plus vite qu'en sens inverse. Ce fait, d'après l'auteur, témoigne de l'existence d'une polarité dans la propagation de l'excitation, conditionnée par le système conducteur spécifique.

Ayant découvert le phénomène d'excitation chez les Eponges (quoique insignifiant par rapport à d'autres animaux), on peut se demander quelles cellules de l'Eponge sont susceptibles de recevoir cette excitation du milieu extérieur et si elle peut alors se transmettre aux autres cellules.

Ankel et Wintermann-Kilian (1952) ont découvert dans *Ephydatia fluviatilis*, des cellules spéciales auxquelles ils ont donné le nom de lophocytes. Ces cellules s'établissent dans les couches superficielles du corps, entre deux couches d'exopinacocytes. D'après ces auteurs, les lophocytes peuvent transmettre l'excitation des cellules superficielles vers les couches internes des pinacocytes.

Les auteurs français, Tuzet, Pavans de Ceccatty et Loubatières (Tuzet et Pavans de Ceccatty, 1955, 1959, 1960 ; Tuzet, Loubatières et Pavans de Ceccatty, 1952) admettent la présence dans le mésenchyme des Eponges, des cellules nerveuses pouvant former des connexions de mono-, di- et trineurons entre les structures hétérogènes du corps. Les éléments nerveux, selon ces auteurs, sont très plastiques, ils peuvent se différencier en d'autres types cellulaires.

Ces données intéressantes des savants français ont été considérées avec méfiance par certains histologistes, zoologistes et physiologistes parmi lesquels Kochtoianz (1957), Jones (1962) et d'autres. Roskine (1954) et Jones (1962) considèrent que les méthodes cytologiques employées par Tuzet et Pavans de Ceccatty ne sont pas sélectives pour la mise en évidence des cellules nerveuses.

Le problème de l'existence ou de l'absence de structures nerveuses chez les Eponges, ne peut pas être uniquement résolu par des méthodes morphologiques. Les données des travaux de Mitropolitanskaia (1941), Bullock et Nachmansohn (1942) et Bacq (1947) sont, à ce

sujet, d'un très grand intérêt : ces auteurs n'ont pas mis en évidence chez les Eponges, l'acétylcholine et la cholinestérase typiques de l'activité des nerfs cholinergiques.

Parker (1910) a étudié l'influence de solutions de cocaïne, d'atropine et d'autres substances chimiques sur la sensibilité chez *Hymeniacidon heliophila*. Il a obtenu des données positives sur l'influence des substances énumérées dans la réaction de fermeture des pores et des oscules.

Après avoir étudié la contractilité de l'Eponge Calcaire *Leucosolenia complicata* dans l'eau de mer avec ou sans chlorure de magnésium, Jones (1957) s'est convaincu que cette réaction se fait sans contrôle du système nerveux. Dans son mémoire récent (1962), analysant de manière détaillée les données morphologiques, physiologiques et biochimiques chez les Eponges de l'existence de cellules nerveuses différenciées, il en conclut que ces éléments sont absents.

La question du caractère de l'excitation chez les Eponges et du mode de transmission de cette excitation n'est pas encore résolue.

Le mécanisme principal de l'intégration chez les Eponges consiste plutôt en des différences graduelles de niveau du métabolisme, lesquelles déterminent leur polarité morphologique. Cependant, on ne peut nier catégoriquement l'existence d'éléments spéciaux pouvant percevoir l'excitation ou de prototypes de cellules nerveuses.

Nos expériences ont été effectuées en juin-juillet 1960-1961 à l'Institut Biologique de Mourmansk (Mer de Barentz), de l'Académie des Sciences de l'U.R.S.S. Nous adressons notre profonde reconnaissance à M. le Professeur Kamchilov, directeur de l'Institut, qui nous a procuré la possibilité de travailler dans ses laboratoires.

Nos observations ont été faites sous deux aspects.

1. — Etude du phénomène de polarité pendant la régénération.
2. — Etude du gradient physiologique.

Nous avons utilisé comme matériel les Eponges Calcaires du type Ascon : *Leucosolenia complicata* (Montagu) et *Leucosolenia variabilis* (Haeckel).

PHÉNOMÈNE DE POLARITÉ AU COURS DE LA RÉGÉNÉRATION

Nous avons réalisé les types suivants d'expériences (fig. 1) :

1. — Section de la partie apicale du tube osculaire chez les individus séparés des parties étendues des colonies et section identique sur les colonies intactes (fig. 1, I). Les expériences ont été effectuées sur *Leucosolenia complicata* (104 opérations sur les tubes osculaires faisant partie de la colonie) et sur *L. variabilis* (26 opérations sur les Eponges séparées de la colonie et 22 opérations sur les Eponges faisant partie de la colonie).

2. — Ablation de parties des tubes osculaires au milieu du corps (fig. 1, II). Cette opération a été faite sur 16 tubes osculaires de *L. complicata* et sur 16 tubes osculaires de *L. variabilis*.

3. — Utilisation de brûlures punctiformes et de traumatismes par piqûre (fig. 1, III). 86 expériences ont été réalisées à l'aide de brûlures des tubes osculaires de *L. complicata* et 37 à l'aide de brû-

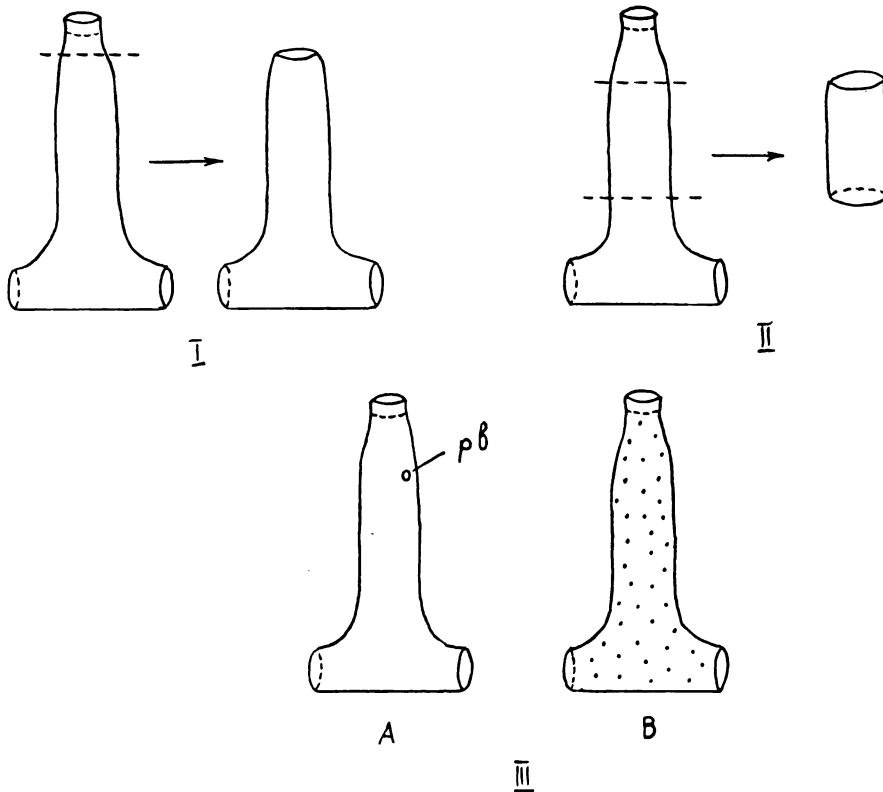


FIG. 1.

Schéma des opérations

- I. — Section de la partie apicale du tube osculaire.
 II. — Ablation de la partie médiane du tube osculaire.
 III. — A, application d'une piqûre punctiforme. - B, piqûres multiples à l'aiguille.
 pb : point de brûlure.

lures de *L. variabilis*. Les expériences au moyen de traumatismes des tubes osculaires, ont été réalisées aussi sur *L. complicata* (18 échantillons) et sur *L. variabilis* (15 échantillons).

Résultats des expériences de la première série.

Après séparation de l'extrémité apicale du tube osculaire, on remarque, dans un certain nombre de cas, la régénération du bord osculaire ; ce qui veut dire que pendant la régénération, la polarité de l'Eponge a été conservée. Le nombre de régénérations typiques observées dans ces expériences, dépend des conditions dans lesquelles s'est faite l'opération. Chez *L. complicata*, quand ces conditions sont

aussi voisines que possible des conditions naturelles, nous avons observé la régénération des parties apicales des tubes osculaires dans 100 p. 100 des cas. Si on sépare de la colonie le tube osculaire avec de petites parties rampantes du stolon et qu'on élimine ensuite la partie apicale, la régénération du bord osculaire n'a pas lieu dans 4 p. 100 des cas. A la place de l'oscul, se forme une membrane de régénération qui cicatrise la blessure du tube osculaire. Cela conduit plus tard au changement de polarité de l'Eponge avec inversion des spicules tri- et tétraxones qui vont se développer à nouveau. L'oscul peut se former à l'extrémité d'un des diverticules latéraux du corps.

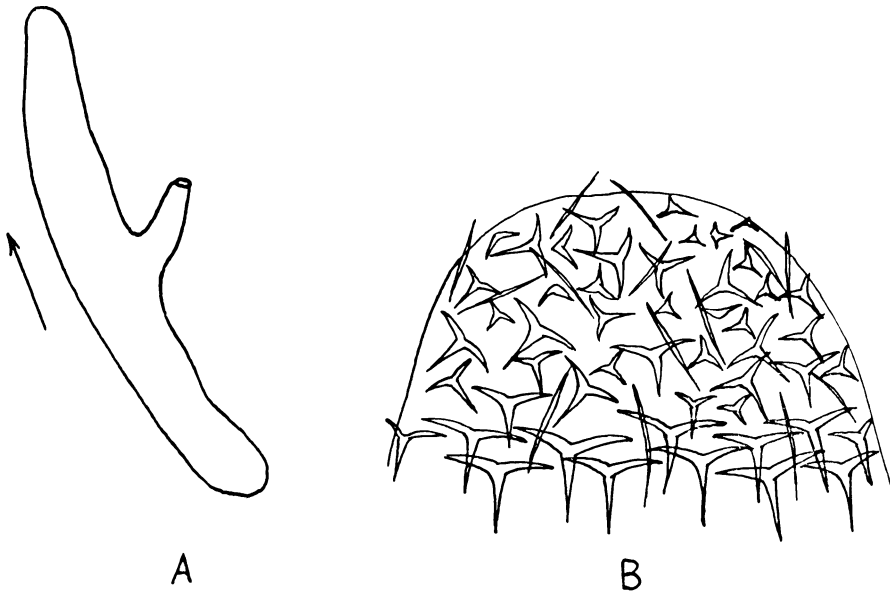


Fig. 2.

A. — Schéma du tube osculaire de *L. complicata*, 23 jours après la séparation de la partie apicale du tube osculaire.

L'oscul nouveau s'est développé sur le bourgeon latéral.

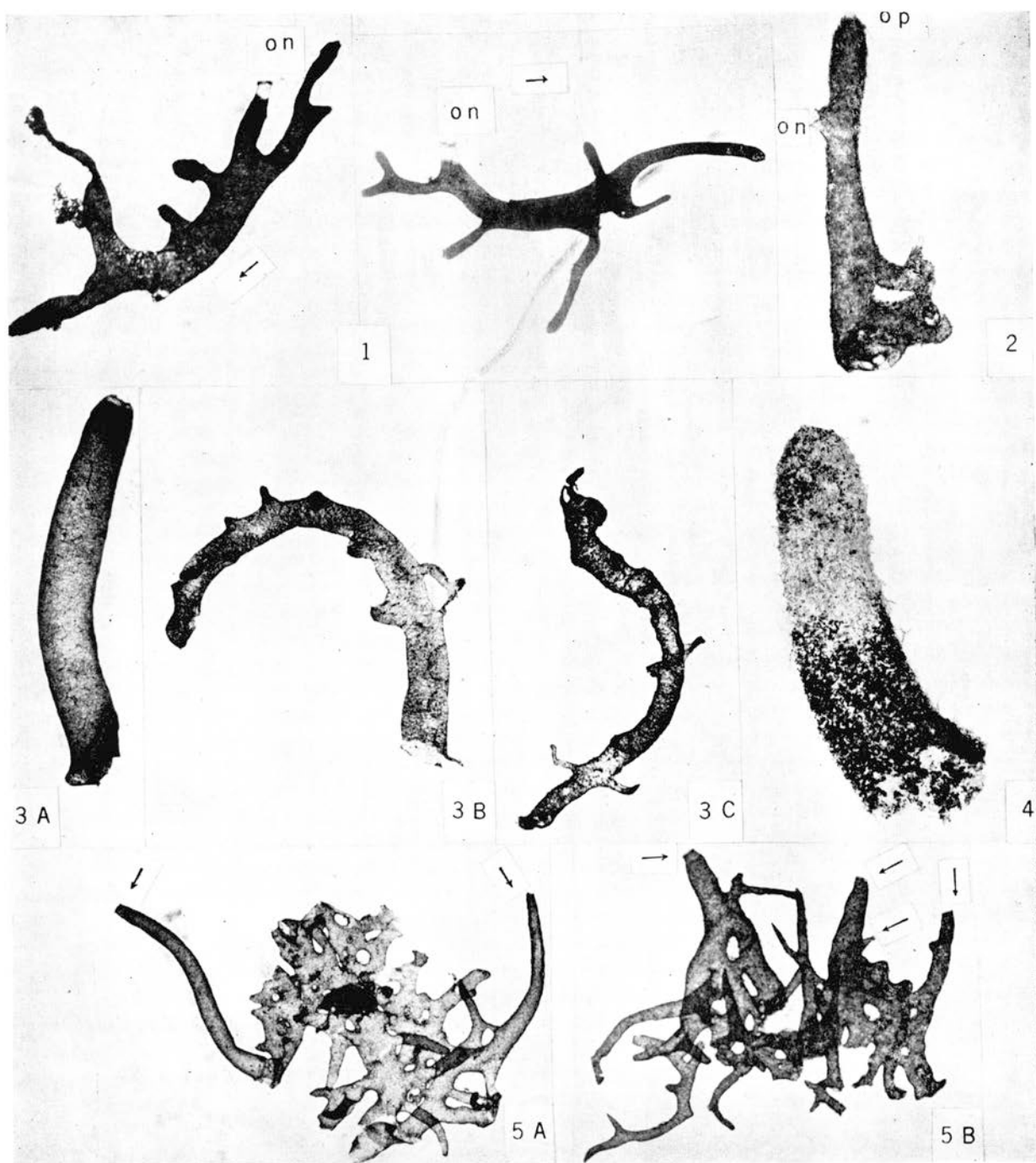
La flèche montre la polarité précédente.

B. — Schéma de la partie apicale du tube osculaire, 13 jours après la séparation de l'oscul.

Les spicules nouvellement formés ont une orientation différente de l'orientation des spicules primitives.

Dans la figure 2, A, l'Eponge est représentée schématiquement 23 jours après séparation de la partie apicale du tube osculaire et lorsque la polarité a changé. L'oscul précédent s'est transformé en une partie du stolon fermé et l'oscul nouveau s'est développé à l'extrémité du bourgeon latéral. A côté (fig. 2, B) est représentée la partie extrême du tube osculaire, 13 jours après la séparation de l'oscul. On peut voir la modification d'orientation des spicules qui se développent à nouveau. Cette partie du tube osculaire, par le caractère de disposition des spicules, ressemble au bourgeon en voie de croissance.

Dans nos expériences antérieures (Korotkova, 1961), nous avons observé, par des observations analogues, l'inversion de polarité dans



G. P. KOROTKOVA et M. A. GELIHOVSKAIA.

PLANCHE I

1. — Deux cas de changement de polarité des parties médianes des tubes osculaires chez *L. variabilis*. on, l'oscule nouveau.
La flèche montre la direction de la polarité précédente. Les photographies ont été faites 35 jours après l'opération.
2. — Tube osculaire de *L. variabilis* 7 jours après la brûlure. - A la place de la brûlure s'est développé un oscule (on) et, à la place de l'oscule précédent (op), commence la croissance du bourgeon fermé.
3. — *L. complicata* (A), avant l'opération ; *L. complicata* (B) et *L. variabilis* (C), 8 jours après la piqure. On voit les petites bosses correspondant à la poussée des bourgeons.
4. — *L. complicata* présentant le gradient apico-basal de traumatisation des choanocytes. A la base du tube osculaire, on voit les choanocytes chargés de particules d'encre de Chine.
5. — A. — Fragment de la colonie de *L. complicata* avec deux tubes osculaires (grossissement $\times 4$).
B. — Fragment de la colonie de *L. variabilis* avec quatre tubes osculaires (grossissement $\times 6$).

un nombre de cas beaucoup plus grand (85 p. 100). Vraisemblablement, l'opération de séparation des tubes osculaires a été faite moins délicatement dans ces derniers cas, ce qui conduit à une désintégration plus poussée des Eponges.

Pour *L. variabilis*, les résultats expérimentaux se distinguent des précédents. Dans les mêmes conditions d'expériences, *L. complicata* possède une polarité plus stable. Ainsi, par exemple, la régénération typique du bord osculaire a lieu dans 96 p. 100 des cas, pour les tubes osculaires de *L. complicata* séparés de la colonie et dans 100 p. 100 des cas pour les tubes osculaires faisant partie de la colonie. Chez *L. variabilis*, dans des conditions analogues, les proportions sont de 66 et de 87 p. 100.

Résultats des expériences de la seconde série.

Les parties cylindriques, séparées du milieu des tubes osculaires de *L. complicata* et *L. variabilis*, conservaient leur polarité dans un plus petit nombre de cas que les tubes osculaires entiers. Ainsi, chez *L. complicata*, nous avons observé une inversion de la polarité dans 12 p. 100 des cas, en moyenne et, chez *L. variabilis*, dans 50 p. 100 des cas. Les tubes osculaires se sont transformés en parties basales de la colonie et les oscules nouveaux se sont développés sur les bourgeons latéraux.

Il semble que les résultats des expériences de cette série, ainsi que ceux de la première, dépendent beaucoup de la manière dont est conduite l'opération, du degré de détérioration de l'Eponge, etc. Le changement de polarité des parties médianes des tubes osculaires est accompagné d'une inversion de la disposition des spicules tri- et tétraxones qui apparaissent à nouveau. Sur la planche I, 1 sont indiqués les divers cas de changement de polarité chez *L. complicata* et *L. variabilis*.

Résultats des expériences de la troisième série.

La polarité des tubes osculaires de *L. complicata* et *L. variabilis* peut être facilement inversée par des lésions supplémentaires. Après les brûlures punctiformes des tubes osculaires, on réussit à provoquer, même sans séparation de la partie osculaire, le développement du bourgeon à la place de la brûlure (Korotkova, 1961, b). Nous avons réalisé une autre série d'expériences, en appliquant des brûlures sur les tubes osculaires. Comme dans les expériences de régénération, le changement de polarité se produit plus souvent chez *L. variabilis* que chez *L. complicata*.

Si on brûle après séparation de la partie apicale du tube osculaire chez *L. complicata*, 40 à 50 p. 100 des tubes osculaires se transforment en prolongements ramifiés fermés, sur lesquels, plus tard, à la place de la brûlure, apparaît un bourgeon latéral.

Chez *L. variabilis*, les brûlures ont conduit dans 70 à 80 p. 100 des cas à la formation du nouvel oscule ou du bourgeon latéral à la

place de la brûlure. L'ancien oscule se cicatrise par la membrane de régénération et se transforme en un bourgeon en croissance, privé d'orifice (Pl. I, 2).

Une série d'expériences spéciales ont été faites sur les tubes osculaires, en utilisant des traumatismes variés. Nous avons piqué à plusieurs reprises des Eponges avec une aiguille. A la suite de ces expériences, les *L. complicata* et les *L. variabilis* se transformèrent en tubes fermés, qui se ramifièrent abondamment (Pl. I, 3 A, 3 B). La polarité précédente n'existe plus et les oscules nouveaux se développent sur les bourgeons latéraux.

GRADIENT PHYSIOLOGIQUE.

Nous donnons ici les résultats de quelques observations concernant le gradient physiologique. Ces observations, bien qu'ayant un

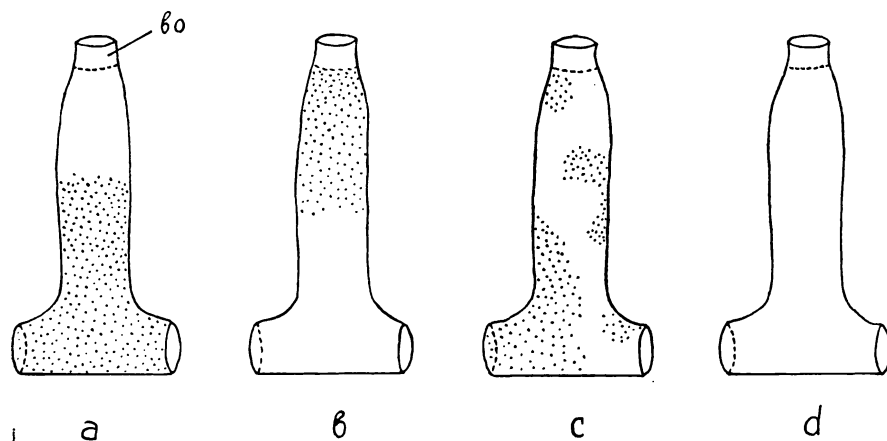


FIG. 3.

Schéma des résultats des expériences concernant la mise en évidence des gradients de traumatisation des choanocytes chez *L. complicata*.

a. - gradient apico-basal de traumatisation des choanocytes ; b. - gradient baso-apical de traumatisation des choanocytes ; - c. - détérioration par fragments des choanocytes ; d. - traumatisation des choanocytes tout le long du corps de l'Eponge.
bo, bord osculaire.

caractère préliminaire, ont cependant quelque intérêt car elles donnent une caractéristique supplémentaire des particularités de l'intégration des Eponges étudiées.

Pour la mise en évidence du gradient physiologique, nous avons utilisé la propriété des choanocytes de perdre leur flagelle et leur collerette lors des actions traumatisantes. D'après nos observations, en effet (Korotkova, 1961, b), à cet état de dédifférenciation, la phagocytose par les choanocytes cesse. Nous avons pris une dose telle de l'agent nuisible (dans nos expériences, l'action de la dessalure) que

la différenciation de tous les choanocytes n'était pas synchrone. Après que l'Eponge ait séjourné pendant quelques temps dans l'eau dessalée, elle était placée dans de l'eau de mer portant en suspension des particules d'encre de Chine. Au bout d'une à deux heures, on pouvait observer l'ingestion de l'encre de Chine par les choanocytes intacts ; les choanocytes différenciés n'en avaient pas absorbé.

Pour ces expériences, nous avons choisi des tubes osculaires de *L. complicata* de 1 mm de diamètre environ et sans diverticules. Les tubes osculaires, avec des fragments du stolon, ont été séparés du reste de la colonie. 157 expériences ont été réalisées.

Les différences de sensibilité des choanocytes à la dessalure étaient maximum dans une eau de mer diluée au 1/10. Les Eponges restaient dans l'eau dessalée deux heures en moyenne.

Dans 51 p. 100 des cas, nous avons observé l'absence de phagocytose des particules d'encre de Chine, dans la partie apicale du tube osculaire (fig. 3, a ; Pl. I, 4). Dans d'autres échantillons, la détérioration des choanocytes se produisait tout le long du corps (fig. 3, d), ou bien on observait le gradient inverse (fig. 3, b), c'est-à-dire la différenciation plus rapide des choanocytes dans la partie basale que dans la partie apicale ; enfin, dans d'autres cas, une détérioration irrégulière et fragmentaire des choanocytes (fig. 3, c). Ces résultats très variables s'expliquent, à notre point de vue, par plusieurs causes. Tout d'abord, les Eponges sont des organismes peu intégrés et les rapports de gradient doivent être, chez eux, moins nets que chez les autres animaux primitifs. En outre, nous avons remarqué que, dès leur arrivée au laboratoire, les Eponges ramassées sur le littoral, forment un matériel hétérogène. Si l'on prend quelques exemplaires fraîchement pêchés et qu'on les place dans l'eau de mer à l'encre de Chine, on constate que, chez certains d'entre eux, une partie des choanocytes, même sans influence spéciale, n'absorbent pas les particules d'encre de Chine, donc qu'elles sont déjà endommagées. On ne peut pas éviter, en effet, l'altération des Eponges lors de l'arrachage des colonies du substrat, pendant le transport, etc. Les Eponges ayant des choanocytes différenciés, ne se distinguent pas en apparence des autres.

Parmi nos Eponges expérimentales, il pouvait ainsi s'en trouver qui avaient des choanocytes endommagés avant même l'action de la dessalure. En outre, l'ablation des tubes osculaires du reste de la colonie provoque une certaine désintégration dans le corps de l'Eponge et doit aussi se faire sentir dans les résultats des expériences.

Ces remarques, jointes au fait que, chez d'autres Métazoaires primitifs, on ne réussit jamais à obtenir le gradient physiologique pour tous les individus, nous permettent de dire que les résultats obtenus dans nos expériences sont significatifs et montrent chez les espèces étudiées, un faible gradient de sensibilité apico-basale sous l'action de la dessalure. Le gradient apico-basal de sensibilité apparaîtra sans doute dans une proportion plus élevée si l'expérience porte sur des colonies non endommagées dans l'opération.

Ces résultats concernant l'existence d'un gradient physiologique, ainsi que les observations sur le changement de polarité au cours de la régénération, témoignent d'une labilité considérable des mécanismes d'intégration chez *Leucosolenia*.

Discussion

Le résultat des expériences que nous avons réalisées permet d'admettre l'existence, chez les Eponges Calcaires du type Ascon, de mécanismes d'intégration, grâce auxquels se déclenchent les processus de régénération des structures typiques des tubes osculaires à la place des oscules enlevés. Cependant, les mécanismes d'intégration sont très instables, facilement modifiés par des influences étrangères. Plus l'influence traumatisante est considérable, plus considérable est la désintégration du système et plus fréquent le changement de polarité.

Ces données sont en accord avec les résultats de Jones (1958). En étudiant le mécanisme de formation des spicules d'orientation précise chez *Leucololenia complicata* et *Leucosolenia variabilis*, cet auteur a observé l'inversion de polarité des tubes osculaires. En faisant circuler l'eau en sens inverse de la normale, c'est-à-dire de l'extrémité basale à l'extrémité apicale, il a vu se former un bord osculaire à l'extrémité primitivement basale du tube osculaire. Parfois, il se produisait alors une transformation des tubes osculaires en formations analogues à des stolons sur lesquels se développaient des bourgeons latéraux. L'inversion de polarité était accompagnée de l'inversion des spicules triaxones et tétraxones. D'après Jones, *L. variabilis* est plus susceptible de modifications diverses que *L. complicata*. L'orientation des spicules qui se développent dépend, d'après l'auteur, de la direction de la circulation d'eau dans le spongiocoele.

Comme la direction du courant d'eau est entretenue, chez *Leucosolenia*, semble-t-il, par le battement des flagelles des choanocytes, une des causes de destruction de l'organisation des Eponges est la traumatisation de ces éléments cellulaires. La durée de la modification locale ou plus étendue du courant d'eau dans le spongiocoele dépend des dimensions de la zone endommagée de l'épithélium choanocytaire. Ce traumatisme, à son tour, influe sur le caractère des processus de la morphogenèse qui s'accomplit dans le corps de l'Eponge.

Dans notre article sur la restauration de la paroi du corps chez *L. complicata* (Korotkova, 1961, b), nous avons montré que la cicatrisation de la plaie peut s'accomplir de manière différente selon le degré de traumatisation de l'épithélium choanocytaire dans la région de la plaie. Dans quelques cas, les traumatismes même relativement faibles (l'ablation d'une petite partie de la paroi du corps, par exemple), s'ils sont accompagnés d'un traumatisme considérable des choanocytes, peuvent amener à des processus d'un type tout à fait autre qu'une simple restauration de la paroi du corps, notamment au développement d'un bourgeon à la place de la plaie. D'après la classification de Tokine (1959), ce sont des phénomènes d'embryogenèse somatique (développement d'organismes entiers à partir de cellules somatiques).

Les résultats du présent travail montrent, d'une manière convain-

cante, que le mode de morphogenèse dépend du degré de traumatisation et, par conséquent, du degré de désintégration des Eponges.

Les plaies qui ne provoquent pas une forte désintégration de tout le système et ne troublent pas la polarité, conduisent à une morphogenèse se déroulant de la même manière que la régénération, c'est-à-dire amenant le rétablissement des structures typiques, séparées pendant l'opération (par exemple, la restauration du bord osculaire après ablation de la partie apicale du tube osculaire). Au contraire, les influences fortement traumatisantes qui attaquent la polarité, conduisent à des processus morphogénétiques, se déroulant comme ceux de l'embryogenèse somatique (par exemple, le développement des tubes ramifiés clos, la formation des bourgeons, des oscules nouveaux, etc.).

Le comportement différent de *L. complicata* et *L. variabilis* dans des conditions analogues d'expériences nous semble d'un grand intérêt. D'après les données de Jones (1958) et d'après les résultats de nos propres expériences, *L. variabilis*, comparée à *L. complicata*, possède une intégration moins stable et, par suite, une structure plus labile. Dans les mêmes conditions expérimentales, l'inversion de polarité se présente dans un plus grand nombre de cas chez *L. variabilis* que chez *L. complicata*. Par exemple, chez *L. complicata*, la restauration du bord osculaire après élimination des parties apicales des tubes osculaires, s'effectue à 96 p. 100 et chez *L. variabilis* à 66 p. 100. Il nous semble que ces faits expérimentaux résultent de la stabilité différente des mécanismes spécifiques d'intégration des Eponges étudiées. C'est par là que s'explique, apparemment, la forme différente des colonies de *L. complicata* et de *L. variabilis* dans des conditions analogues. Généralement, les colonies de chacune de ces espèces possèdent les caractères distinctifs suivants :

L. complicata forme des tubes osculaires assez grands (jusqu'à 10 à 15 mm de long) sans ou avec peu de bourgeons latéraux ; cependant, le nombre de tubes osculaires comparé à la masse des stolons rampants n'est pas considérable (Pl. I, 5 A). *L. variabilis*, au contraire, a, dans la plupart des cas, des tubes osculaires de taille moyenne (5 à 10 mm), de diamètre inférieur et portant quelques branches latérales. Le nombre de tubes osculaires des colonies de dimensions analogues, est considérablement plus grand chez *L. variabilis* que chez *L. complicata* (Pl. I, 5 B).

Il est permis de penser que, grâce à la stabilité différente du mécanisme d'intégration, les mêmes agents externes produisent un effet différent sur des espèces différentes. Il est facile de comprendre qu'un agent traumatisant quelconque ne puisse pas provoquer de graves violations de l'intégration, par exemple, chez *L. complicata*, mais se montre assez puissant pour désorganiser *L. variabilis* et provoquer chez cette Eponge le développement de bourgeons ou d'autres formations de reproduction asexuée. On peut expliquer par là que, dans les colonies de *L. variabilis*, la reproduction asexuée aussi bien que le développement des rameaux latéraux et des oscules se produisent plus souvent que chez *L. complicata*.

Il serait intéressant d'étudier en ce sens d'autres espèces d'Eponges, distinctes par la structure différente des colonies et de comparer la stabilité du mécanisme d'intégration chez les formes coloniales et chez les formes non coloniales.

Zusammenfassung

Das Studium der Eigenheiten des Rekonstruktionsprozesses bei verschiedenen Arten von Schwämmen und der Nachweis, dass diese Prozesse von der Eigenart und vom Integrationsniveau der Organismen abhängen, haben uns gestattet, bei den koloniebildenden Kalkschwämmen *Leucosolenia complicata* (Montagu) und *Leucosolenia variabilis* (Haeckel) die Erscheinung der Polarität nachzuweisen.

Es ist nachgewiesen, dass diese Schwämme Integrationsmechanismen besitzen, die die Wiederherstellung der eliminierten Osculartuben mit ihren typischen Strukturen sicherstellen. Diese Mechanismen zeigen einen schwachen apico-basalen Gradienten der Empfindlichkeit der Choanocyten.

Die in diesem Artikel dargestellten Versuche zeigen, dass diese Integrationsmechanismen sehr unbeständig sind. Durch punktförmige Brennmale und durch die Applikation zahlreicher Nadelstiche in die Körperwand der Schwämme wurde eine Inversion der Polarität der Osculartuben erreicht.

Wenn die Schädigung nicht eine Zerstörung der Integrationsmechanismen des Organismus zur Folge hat, findet der Regenerationsprozess statt. Durch brutalere Verwundungen werden somatische Embryogeneseprozesse ausgelöst, die der ungeschlechtlichen Vermehrung nahekommen. Die in diesem Artikel dargestellten Resultate bestätigen die Hypothese von Tokine (1959) über die Beziehung zwischen der Eigenart des Morphogeneseprozesses und dem Integrationsgrad der Organismen.

Резюме.

Г. П. Короткова и М. А. Желиховская

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ ПОЛЯРНОСТИ У ИЗВЕСТКОВЫХ ГУБОК ТИПА АСКОН.

В связи с изучением особенностей восстановительных процессов у разных видов губок и установлением зависимости этих процессов от характера и уровня интеграции, проведено исследование явления полярности у колониальных известковых губок *Leucosolenia complicata* (Montagu) и *Leucosolenia variabilis* (Haeckel).

Установлено, что губкам присущи интеграционные механизмы, обеспечивающие процессы восстановления типичных структур оскулярных трубок на месте удаленных и проявляющиеся в виде слабого апико-базального градиента чувствительности хоаноцитов к действию опреснения. Экспериментально доказывается чрезвычайная лабильность интеграционных механизмов. Путем нанесения точечных ожогов и многократным укалыванием стенки тела губки препаровальной иглой авторы вызывали изменение полярности у оскулярных трубок.

В случае травм, не сопровождающихся нарушением интеграции, имеют место процессы собственно регенерации. В результате более сильных альтерирующих воздействий стимулируются процессы соматического эмбриогенеза, близкие к бесполому размножению. Подтверждается гипотеза Токина (1959) о связи характера формообразовательного процесса со степенью интеграции организмов.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- ANKEL, W.E. and WINTERMANN-KILIAN, G., 1952. — Eine bei *Ephydatia fluviatilis* neu gefundene hochdifferenzierte Zellart und die Structur der Doppel epithelien. *Zeitschr. f. Naturforsch.*, Bd 7, b, H. 8 : pp. 475-481.
- ВАСО, Z.M., 1947. — L'acétylcholine et l'adrénaline chez les Invertébrés. *Biol. Rev.*, 22, 1, pp. 73-91.

- BEKLEMICHEV, V.N., 1952. — Les principes de l'Anatomie Comparée des Invertébrés. Moscou (en russe).
- BULLOCK, T.H. and NACHMANSOHN, D., 1942. — Choline esterase in primitive nervous systems. *Journ. Cell. Comp. Physiol.*, 20, 2 : pp. 239-242.
- DOGIEL, V.A., 1959. — La Zoologie des Invertébrés. Moscou (en russe).
- HYMAN, L.B., 1925. — Respiratory differences along the axis of the sponge *Grantia*. *Biol. Bull.*, 48, p. 379.
- HYMAN, L.B., 1940. — The Invertebrates: Protozoa through Ctenophora. New York.
- JONES, W.C., 1957. — The contractility and healing behavior of pieces of *Leucosolenia complicata*. *Quart. Journ. Mic. Sc.*, 98, 2, pp. 203-217.
- JONES, W.C., 1958. — The effect of reversing the internal water-current on the spicule orientation in *Leucosolenia complicata*. *Quart. Journ. Microsc. Sci.*, 99, p. 2 - pp. 263-278.
- JONES, W.C., 1962. — Is there a nervous system in sponges? *Biol. Rev.*, 37, 1, pp. 1-51.
- KOROTKOVA, G.P., 1961,a. — Regeneration and somatic embryogenesis in the calcareous sponge *Leucosolenia complicata* Mont. *Acta Biologica Ac. Sci. Hung.*, 11, fasc. 4, pp. 315-334.
- KOROTKOVA, G.P., 1961,b. — La régénération et la multiplication cellulaire chez l'Eponge calcaire *Leucosolenia complicata* Mont. *Journ. Univ. Léninegrad*, sér. Biol., 21, pp. 39-50 (en russe).
- KOCHTOJIANZ, H.S., 1957. — La Physiologie Comparée. T. II. La Physiologie Comparée du système nerveux. *Ed. Acad. Sc. Moscou (en russe)*.
- MINCHIN, E.A., 1900. — A treatise on Zoology. Ed. by E. Ray Lankester. Part. II. The Porifera and Coelentera. London, pp. 1-78.
- MINCHIN, E.A., 1908. — Materials for a Monograph of Ascon. - II. The formation of spicules in the genus *Leucosolenia* with some notes on the Histology of the Sponges. *Quat. Journ. Mic. Sc.*, 52 N.S. - 207, pp. 301-355.
- MITROPOLITANSKAJIA, R.L., 1941. — Au sujet du contenu de l'acétylcholine et de la cholinestérase chez les Protozoaires, les Eponges et les Coelentérés. *C.R. Acad. Sc. URSS*, 31, 7, pp. 717-718 (en russe).
- MENAIR, G.T., 1923. — Motor reaction of the fresh-water sponge *Ephydatia fluviatilis*. - *Biol. Bul. Woods Hole*. - 44, pp. 153-166.
- PARKER, G.H., 1910. — The reactions of sponges with a consideration on the origin of the nervous system. - *Journ. Exp. Zool.*, 8, 1, pp. 1-43.
- PAVANS DE CECCATTY, M., 1955. — Le système nerveux des éponges calcaires et siliceuses. *Ann. Sc. Nat. Zool.*, sér. 2, 17, pp. 203-298.
- PAVANS DE CECCATTY, M., 1959. — Les structures cellulaires de type nerveux chez *Hippospongia communis* Lmk. - *Ann. Sc. Nat. Zool. Biol. An.*, sér. 12, pp. 105-112.
- PAVANS DE CECCATTY, M., 1960. — Les structures cellulaires de type nerveux et de type musculaire de l'éponge siliceuse *Tethya lincurium* Lmk. *C.R. Acad. Sc. Paris* 251, 17, pp. 1818-1819.
- REZVOI, P.O., 1936. — La faune de l'URSS. Les Eponges. - II, fasc. 2 (en russe).
- ROSCINE, G.I., 1957. — Le système nerveux des Eponges. *Aspects de la Biologie Actuelle*, 43, pp. 199-207 (en russe).
- TOKINE, B.P., 1959. — La régénération et l'embryogenèse somatique. *Ed. Université de Léninegrad (en russe)*.
- TUZET, O., LOUBATIÈRES, R. et PAVANS DE CECCATTY, M., 1952. — Les cellules nerveuses de l'Eponge *Sycon raphanus*. - *C.R. Acad. Sc. Paris*, 234, pp. 1394-1395.
- TUZET, O. et PAVANS DE CECCATTY, M., 1953. — Les cellules nerveuses et neuro-musculaires de l'Eponge *Cliona celata* Grant. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 236, 24, pp. 2342-2344.
- TUZET, O. et PAVANS DE CECCATTY, M., 1953. — Les cellules nerveuses de l'Eponge *Pachymatisma Johnstoni*. - *C.R. Acad. Sc. Paris*, 237, pp. 1147-1148.
- TUZET, O. et PAVANS DE CECCATTY, M., 1953. — Les cellules nerveuses de l'Eponge *Pachymatisma Johnstoni* Bow. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 237, pp. 1159-1161.